МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту
завідувач кафедри рослинництва та
цифрових технологій в агрономії
доцент_____ Панченко Т.В.
«__» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ВПЛИВ ДОБРИВ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ НВЦ БНАУ

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)
Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконала: Глухова Олена Володимирівна _____
прізвище, ім'я, по батькові *підпис*

Керівник: професор Грабовський М.Б. _____
вчене звання, прізвище, ініціали *підпис*

Я, Глухова Олена Володимирівна, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності

Біла Церква – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»

Затверджую
Гарант ОП «Агрономія»
професор_____Грабовський М.Б.
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу

Глуховій Олені Володимирівні

Тема: «Вплив добрив та обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи в умовах НВЦ БНАУ»
Затверджено наказом ректора №06/З від 20.01.2025 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 01.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: огляд наукової літератури по застосуванню добрив та обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи; ґрунтово-кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з вивченню впливу добрив та обробітку ґрунту на ріст, розвиток і продуктивність кукурудзи; економічна оцінка результатів досліду.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 27.09.2025	виконано
Методична частина	до 10.10.2025	виконано
Дослідницька частина	до 21.11.2025	виконано
Оформлення роботи	до 01.12.2025	виконано
Перевірка на плагіат	до 21.11.2025	виконано
Подання на рецензування	до 24.11.2025	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	24.11.2025	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ професор Грабовський М.Б.
підпис *вчене звання, прізвище, ініціали*

Здобувач _____ Глухова О.В.
підпис *прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «10» вересня 2024 р.

РЕФЕРАТ

Глухова О.В. Вплив добрив та обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи в умовах НВЦ БНАУ

У ході досліджень було підтверджено істотний вплив способів обробітку ґрунту та системи удобрення на формування маси 1000 зерен кукурудзи. Найбільші значення цього показника, у порівнянні з контрольними варіантами, відмічено за умов глибокої оранки на 25–28 см, а також при застосуванні комбінованих біопрепаратів у схемах Фітоніс + Азотохелп та Фітоніс + Азотофіт. Підвищення маси зернівки безпосередньо відобразилося на продуктивності культури, що проявилося у достовірному зростанні врожайності зерна.

Показники білкового складу зерна істотно варіювали залежно від типу ґрунтообробки та використаних добрив. Підвищений вміст протеїну зафіксовано у варіантах із глибокою оранкою (25–28 см), а також при застосуванні комбінації контроль + Азотофіт. Крім того, позитивний вплив на накопичення білка проявився за умов мілкого дискування (5–8 см) у поєднанні з обробками контроль + Азотохелп та при використанні Фертіактіл. В інших варіантах досліду концентрація протеїну залишалася на рівні фонових значень або була нижчою від контрольного рівня.

Аналіз жирнокислотного складу показав, що зростання вмісту олії в зерні кукурудзи спостерігалося лише за мілкого дискування (5–8 см) у поєднанні з комплексною обробкою Фітоніс + Азотохелп. Щодо вмісту крохмалю, то його максимальні значення були зафіксовані у варіантах із проведенням оранки на глибину 25–28 см, а також при застосуванні комбінованих схем Фертіактіл + Азотофіт та Фітоніс + Азотохелп, що свідчить про ефективний вплив поєднання агротехнічних і біологічних факторів на формування якісних показників зерна.

Найвищий рівень прибутку (24563,4 грн/га) і рентабельності (89,4 %) при вирощуванні гібриду кукурудзи Брусниця спостерігаються при використанні технології Фітоніс + Азотофіт та застосуванні оранки (25-28 см). За вирощування гібриду СИ Феномен найвищу економічну ефективність було отримано за плоскорізного обробітку ґрунту (22-25 см) та варіанту досліду Фітоніс + Азотофіт : прибуток – 27367,5 грн/га а рентабельність – 94,7 %.

Ключові слова: *кукурудза, добриво, обробіток ґрунту, якість продукції, урожайність зерна, економічна ефективність*

ANNOTATION

Glukhova O.V. The effect of fertilizers and soil cultivation on corn productivity under the conditions of the Research and Experimental Farm BTNAU

During the research, a significant influence of tillage methods and fertilization systems on the formation of the 1000-kernel weight of maize was confirmed. The highest values of this parameter, compared with the control treatments, were recorded under deep plowing at a depth of 25–28 cm, as well as with the application of combined biological treatments in the schemes Phytonis + Azotohelp and Phytonis + Azotofit. The increase in kernel weight directly affected crop productivity, which was manifested in a statistically significant increase in grain yield.

The protein content of maize grain varied considerably depending on the type of soil tillage and the fertilizers used. An increased protein concentration was observed in the treatments with deep plowing (25–28 cm), as well as in the combination of control + Azotofit. In addition, a positive effect on protein accumulation was recorded under shallow disking (5–8 cm) combined with the treatments control + Azotohelp and the application of Fertiactyl. In the other experimental variants, protein content remained within the background level or was lower than in the control.

The analysis of the fatty acid composition showed that an increase in oil content in maize grain was observed only under shallow disking (5–8 cm) combined with the комплекс treatment Phytonis + Azotohelp. As for starch content, its maximum values were recorded in the treatments with deep plowing at a depth of 25–28 cm, as well as with the combined schemes Fertiactyl + Azotofit and Phytonis + Azotohelp, indicating the effective influence of the interaction between agrotechnical and biological factors on the formation of grain quality parameters.

The highest level of profit (24,563.4 UAH/ha) and profitability (89.4%) in the cultivation of the maize hybrid Brusnytsia was observed when applying the Phytonis + Azotofit technology in combination with deep plowing (25–28 cm). In the cultivation of the hybrid SY Phenomene, the highest economic efficiency was achieved under chisel tillage (22–25 cm) and the experimental variant Phytonis + Azotofit, with a profit of 27,367.5 UAH/ha and profitability of 94.7%.

Keywords: maize, fertilizer, soil tillage, product quality, grain yield, economic efficiency

ЗМІСТ

Вступ 6
Розділ 1. Огляд літератури..... 7
Розділ 2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень..... 14
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ……..... 14
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень..... 16
Розділ 3. Мета, завдання і методика проведення досліджень..... 18
3.1. Мета та завдання досліджень…… 18
3.2. Схема досліду та методики досліджень…… 18
3.3. Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи та добрив … 20
Розділ 4. Результати досліджень…….. 24
4.1. Біометричні показники рослин кукурудзи…… 24
4.2. Площа листкової поверхні посівів кукурудзи……. 30
4.3. Елементи структури врожаю кукурудзи…….. 35
4.4. Маса 1000 насінин та урожайність кукурудзи……..... 39
4.5. Якість зерна кукурудзи…… 47
4.6. Економічна ефективність вирощування кукурудзи…… 53
Висновки 60
Рекомендації виробництву…… 62
Список використаних джерел..... 63

ВСТУП

Кукурудза (*Zea mays*), вирощувана на зерно, посідає провідні позиції у структурі посівних площ України та є однією з ключових експортних культур. Згідно з офіційною статистикою Міністерства аграрної політики та продовольства України, у 2024 року за кордон було поставлено близько 1 млн тон зерна кукурудзи, що перевищує показники експорту пшениці за аналогічний період. Це свідчить про стратегічне значення культури для економіки держави та її ролі у формуванні аграрного потенціалу країни. У глобальному масштабі кукурудза також належить до наймасовіших сільськогосподарських культур, що формують основу світового рослинництва.

Продукція переробки кукурудзи широко використовується у різних сферах: у харчовій промисловості (крупи, крохмаль, кукурудзяне борошно, рослинна олія), а також у промисловому виробництві (біоетанол, декстрин, спирт, біополімери). Таким чином, культура має не лише продовольче, а й значне техніко-економічне значення.

Одним із ключових чинників формування високої врожайності є система удобрення, зокрема застосування препаратів, до складу яких входять корисні мікроорганізми. Сучасні добрива можуть включати бактерії, мікроскопічні гриби, ферментні комплекси, мікро- та макроелементи, що комплексно впливають на фізіологічні процеси росту та розвитку рослин. Особливої актуальності набуває використання добрив у межах органічного землеробства, де пріоритетом є екологічна безпека, відновлення родючості ґрунтів і збереження природних агроекосистем.

Не менш важливим елементом технології вирощування кукурудзи є система обробітку ґрунту. У сучасному землеробстві дедалі активніше впроваджуються ресурсозберігаючі технології, які передбачають мінімальний механічний вплив на ґрунт або повну відмову від оранки. Такі підходи сприяють зниженню витрат пального, зменшенню ерозійних процесів, збереженню структури ґрунту та активізації ґрунтової мікробіоти. Крім того, вони позитивно впливають на водний баланс ґрунту та його біологічну активність, що є важливим фактором сталого агровиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панченко Т., Грабовський М. Агропромисловий сектор України в умовах повномасштабної війни та глобальних змін клімату. *Агробізнес Сьогодні*. 2025. №7(545). С. 20–21.

2. Вишневецька О. Сучасні тренди техніко-технологічних інновацій в сільському господарстві. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (April 22, 2022; Chicago, USA), 10-12.

3. Грабовський М.Б. Економічна і енергетична ефективність технологічних заходів при вирощуванні кукурудзи та сорго цукрового для виробництва біогазу. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, технічний та агроекологічний аспекти: [колективна монографія]. Полтава: Астрая. 2019. С. 380–385.

4. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т.О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С.27–35.

5. Басанець О. Вирощування кукурудзи: повна технологія Суперагроном. 2020Електронний ресурс. Режим доступу: http://surl.li/nfreo

6. Говенько Р. В. Дисертація на здобуття рівня доктора філософії на тему «Продуктивність кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України». 2023. Режим доступу: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_govenko.pdf

7. Moitzi G., Schueller M., Szalay T., Wagentristl H., Refenner K., Weingartmann H., Coxcerger J., Gronauer A. Energy Consumption and Energy Efficiency of Different Tillage Systems in the Semi-Arid Region of Austria. *Agriculture Engineering*. 2013. №4. p. 25-33.

8. Moraru P. I., Rusu T. No-tillage and minimum tillage systems with reduced energy consumption and soil conservation in the hilly areas of Romania. Journal of Food, *Agriculture & Environment*. 2013. №11(2). P. 1227-1231.

9. Prymak I., Fedoruk Y., Grabovskyi M., Lozinskyi M., Lozinska T., Prysiazhniuk N., Pokotylo I., Fedoruk N., Panchenko I., Panchenko T. Productivity, economic and energy efficiency of short crop rotation under different systems of basic tillage and fertilization in the right bank forest steppe of Ukraine. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2022. Vol. 22. Issue 4. 617-626.

10. Delitte M., Caulier S., Cragard C., Desoignies N. (). Plant Microbiota Beyond Farming Practices: A Review. *Frontiers in Sustainacle Food Systems*. 2021. №5. 66.

11. Momirović N., Dolijanović Ž., Oljač M. V., Videnovi Ž. Long term effects of different tillage systems influencing yield and energy efficiency in maize (*Zea mays L.*). *Poljoprivredna tehnika*. 2011. №36(1). P. 97-104.

12. Burtan L., Ţopa D., Jităreanu G., Calistru A. E., Răus L., Cara I. G., Sîrcu C., Cioroianu T. The influence of conservative tillage systems on physico-chemical properties and yield under a cambic chernozem from northeastern part of Romania. *Romanian agricultural research.* 2020. №37. P. 141-149.

13. Prymak I., Grabovskyi M., Fedoruk Y., Lozinskyi M., Panchenko T., Yezerkovska L., Panchenko A., Karaulna V., Pokotylo I., Prysiazhniuk N., Hornovska S., Shubenko L. Productivity of grain ear crops and post-harvest white mustard on green fertilizer depending on the systems of soil basic tillage in the forest steppe of Ukraine. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2023. Vol. 23. Issue 1. 669–681.

14. Єзерковський А.В., Богатир Л.В., Караульна В.М., Козак Л.А., Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Ефективність способів основного обробітку та удобрення за вирощування жита озимого для виробництва органічної продукції на торфово-глейових ґрунтах лівобережного Лісостепу. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Т. 8(2). С. 128–133.

15. Коваленко О. Вплив біодеструктора стерні екостерн на мікробіологічні показники ґрунту за різного обробку. *Grail of Science*. 2022. №20. С.72-75.

16. Масик І. М., Коплик Т. С., Рогіз О. Є., Попко В. П., Надольний Р. Г. Деякі технологічні аспекти вирощування кукурудзи на зерено в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*. 2021. №2. С. 16–18.

17. Dai Z., Hu J., Fan J., Fu W., Wang H., Hao M. No-tillage with mulching improves maize yield in dryland farming through regulating soil temperature, water and nitrate-N. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2021. №309. 107288.

18. 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. Effects of Conservation Tillage on Soil Physicochemical Properties and Crop Yield in an Arid Loess Plateau, China. *Scientific reports.* 2020. №10(1). 4716.

19. Shen Y., Zhang T., Cui J., Chen S., Han H., Ning T. Subsoiling increases aggregate-associated organic carbon, dry matter, and maize yield on the North China Plain. *PeerJ*. 2021. №9, e11099.

20. Memon S. Q., Mirjat M. S., Mughal A. Q., Amjad N. Effects of different tillage and fertilizer treatments on growth and yield components of maize. *Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci*. 2012. №28(2). P. 160-176.

21. Feng X., Hao Y., Latifmanesh H., Lal R., Cao T., Guo J., Deng A., Song Z., Zhang W. Effects of subsoiling tillage on soil properties, maize root distribution, and grain yield on mollisols of Northeastern China. *Agronomy Journal*. 2018. №110(4). P. 1607-1615.

22. Prymak I., Grabovskyi M., Fedoruk Y., Pokotylo I., Lozinskyi M., Panchenko T., Yezerkovska L., Karaulna V., Kozak L., Obrazhyi S., Prysiazhniuk N., Fedoruk N. Change of weediness in a five-field crop rotation by minimizing the main tillage of the soil and different levels of fertilizer and its impact on crop productivity. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2023. Vol. 23. Issue 4. 725–736.

23. Грабовський М. Б. Ефективність застосування мінеральних добрив у одновидових та сумісних посівах сорго цукрового та кукурудзи. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 8–9 (107). С. 21–24.

24. Спосіб вирощування кукурудзи для виробництва біогазу / М.Б. Грабовський, В.Л. Курило: пат. 124481 Україна: МПК 2018/01 A01C 21/00. № u201710813; заявл. 06.11.2017; опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7.

25. Спосіб вирощування кукурудзи і сорго цукрового в сумісних посівах для виробництва біогазу/ М.Б. Грабовський, В.Л. Курило: пат. 124480 Україна: МПК 2018/01 A01C 7/00. № u201710812; заявл. 06.11.2017 ; опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7.

26. Кучер Г. А., Кочик Г. М., Мельничук А. О., Бондар Л. А. Адаптивні системи удобрення кукурудзи на осушуваному дерново- підзолистому ґрунті в умовах зони Полісся. *The 7th International scientific and practical conference - Topical issues of modern science, society and education (January 29-31,* 2022), *Kharkiv, Ukraine,* 51.

27. Господаренко Г., Прокопчук І., Бойко В. Урожайність і якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія.* 2021. №1. С.141-145.

28. Літвінова О. А., Літвінов Д. В. 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*, С. 40-44.

29. Hryhoriv Y., Nechyporenko V., Butenko A., Lyshenko M., Kozak M., Onopriienko I., Shumkova O., Shumkova V., Kriuchko L. Economic efficiency of sweet corn growing with nutrition optimization. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science.* 2022. №33 (1). P. 81-87.

30. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Городецький О.С., Курило В.Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. *Зрошуване землеробство.* 2019. Вип. 71. С. 37–40.

31. Grabovskyi M., Kucheruk P., Pavlichenko K., Roubík H. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. 30. 70022–70038.

32. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2019. №4. С . 8-14.

33. 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

34. Tsachidou B., Scheuren M., Gennen J., Debbaut V., Toussaint B., Hissler C., George I., Delfosse P. Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Science of the total environment,*2019. 666. P.212-225.

35. Grabovskyi M. Perspective of corn and sweet sorghum growing as bioenergy crops for biogas production /The Book of Abstract is a part of Multidisciplinary Conference for Young Researchers held in Bila Tserkva on 22nd November 2019 within the framework of the project Support of young university capacity in education and research and science activities in Ukraine (2019), financed by Czech Republic Development Cooperation. URL: https://btsau.edu.ua/sites/default/files/news/pdf/anonsi/e-book_of_abstracts_multidisciplinary_conference.pdf

36. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Енергетична оцінка вирощування кукурудзи та сорго цукрового для виробництва біогазу. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення:* матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 27-28 вересня 2018 р. БНАУ, 2018. С. 18–19.

37. Grabovskyi, M., Lozinskyi, M., Grabovska, T. Roubík H. Green mass to biogas in Ukraine – bioenergy potential of corn and sweet sorghum. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2023. 13, 3309–3317.

38. Грабовський М.Б. Кукурудза для виробництва біогазу. *Агробізнес сьогодні*. 2020. №8 (423). С. 42-44.

39. Сендецький В. М. Урожайність та якісні показники зерна кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів. *Таврійський науковий вісник. Серія «Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво».* 2019. №105. С. 147-154.

40. Jjagwe J., Chelimo K., Karungi J., Komakech A. J., Lederer J. Comparative Performance of Organic Fertilizers in Maize (*Zea mays L.*) Growth, Yield, and Economic Results. *Agronomy*. 2020. №10(1). 69.

41. Kadhim S. H. Growth and development for maize (*Zea mays L.*) as influenced by kinetin and EM. *Journal of advanced agricultural technologies*. 2020. №7(2). P. 43-46.

42. Грабовський М.Б. Удобрення кукурудзи: на часі економія. *The Ukrainian Farmer*. 2015. С.56–57.

43. Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 33-42.

44. Басанець О. Вирощування кукурудзи: повна технологія Суперагроном. 2020. Електронний ресурс. Режим доступу: http://surl.li/nfreo

45. Alori E. T., Dare M. O., Babalola O. O. Microbial inoculants for soil quality and plant health. In: *Sustainable agriculture reviews*. Springer, Cham., 2017. P. 287-307.

46. Munns R., Gilliham M. Salinity tolerance of crops–what is the cost? *New phytologist*. 2015. №208(3). P. 668-673.

47. Kremer R. J. Biotechnology impacts on soil and environmental services. In: *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*. 2017. 353-375. Academic Press.

48. Otlewska A., Migliore M., Dybka-Stępień K., Manfredini A., Struszczyk-Świta K., Napoli R., Białkowska A., Canfora L., Pinzari F. When salt meddles between plant, soil, and microorganisms. *Frontiers in plant science*. 2020. 1429.

49. Ященко С.А., Грабовська Т.О., Грабовський М.Б., Слободенюк О.І. Ефективність біопрепарату Ентеронормін на ранніх етапах онтогенезу рослин пшениці озимої. *Агроекологічний журнал*. 2019. №2. С. 50–54.

50. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ященко С.А. Застосування препарату Ентеронормін у посівах кукурудзи. *АгроТерра*. 2020. № 1(8). С. 49-56.

51. 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. *Azospirillum brasilense* and Zinc Rates Effect on Fungal Root Colonization and Yield of Wheat- Maize in Tropical Savannah Conditions. *Plants.* 2022. №11(22). 3154.

52. 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. PGPR- mediated salt tolerance in maize by modulating plant physiology, antioxidant defense, compatible solutes accumulation and bio-surfactant producing genes. *Plants.* 2022. №11(3). 345.

53. Stępień-Warda A. Effect of soil cultivation system on the efficiency of the photosynthetic apparatus in maize leaves (*Zea mays L.*). *Polish Journal of Agronomy*, 2020. №43. P. 57-62.

54. Miroshnyk N., Grabovska T., Lavrov V., Shupova T., Grabovskyi M., Ternovyi Y., Roubík H., Prysiazhniuk N. Ecological structure of plant, insect and bird biodiversity and approaches to increasing the rationality of organic farming management (the case of Ukraine). *Ecological Questions*. 2025. Vol. 36. № 3. 1-25.

55. Грабовський М.Б. Гібриди кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2011. №4 (203). С. 12–20.

56. Das H. K. Azotobacters as biofertilizer. *Advances in applied microbiology*, 2019. №108. P. 1-43.

57. Efthimiadou A., Katsenios N., Chanioti S., Giannoglou M., Djordjevic N., Katsaros G. 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*. 2020. №10(1). 21060.

58. 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. 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*, 2022. №204(2). 143.

59. Kuan K. B., Othman R., Abdul Rahim K., Shamsuddin Z. H. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation to Enhance Vegetative Growth, Nitrogen Fixation and Nitrogen Remobilisation of Maize under Greenhouse Conditions. *PloS one*, 2016. №11(3). e0152478.

60. Prymak I., Grabovskyi M., Voitovyk M., Fedoruk Y., Yezerkovska L., Panchenko O., Karaulna V., Obrazhyi S. Economic and energy efficiency of primary tillage and fertilisation systems in five-field crop rotation of the rightbank foreststeppe of Ukraine. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2024. Vol. 24. Issue 3. 717–726.

61. Панченко Т., Новохацький М., Грабовський М., Козак Л., Правдива Л. Комплексна оцінка впливу основного обробітку ґрунту й удобрення на елементи структури, врожайність зерна і зеленої маси кукурудзи. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2023. Вип. 33 (47). С. 78–93.

62. Grabovskyi M., Mostipan O., Lozinskyi M., Kozak L., Fedorenko E., Ostrenko M., Gorodetskyi O., Kachan L., Kovalov D. Economic and energy efficiency of fungicides and herbicides in soybean crops. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2025. Vol. 25. Issue 1. P. 445–453.

63. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Формування біометричних показників та накопичення сирої надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. №123. С. 98-111.

64. Грабовський М. Б., Павліченко К. В., Козак Л. А., Качан Л. М. Енергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біогазу за використання макро- і мікродобрив. *Зернові культури*. 2022. №1. С. 100-107.

65. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив системи удобрення на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. №21. С. 104-109.

66. Козак Л.А., Грабовський М.Б., Качан Л.М., Павліченко К.В., Німенко С.С. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні кукурудзи на зерно за контрастних умов навколишнього середовища. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 142. Частина 1. С. 124–136.

67. Басюк П. Л., Грабовський М. Б. Вплив мікродобрив та регуляторів росту на зміну біометричних показників рослин кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2025. Вип. 78(1). С. 7–22.

68. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів. Київ, *ЗАТ «Нічлава»*, 2003, 320 с.

69. Mubeen M., Bano A., Ali B., Islam Z. U., Ahmad A., Hussain S., Fahad S., Nasim W. Effect of plant growth promoting bacteria and drought on spring maize (*Zea mays L.*). *Pak. J. Cot*. 2021. №53(2). P. 731-739.

70. Müller T. M., Martin T. N., Cunha V. D. S., Munareto J. D., Conceição G. M., Stecca J. D. L. Genetic bases of corn inoculated with Azospirillum brasilense via seed and foliar application. *Acta Scientiarum. Agronomy.* 2020. *43*.