

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПАЩАК МИРОСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.15:631.527.5:631.153

ДИСЕРТАЦІЯ

МОРФОБІОЛОГІЧНІ ТА ГОСПОДАРСЬКІ ОЗНАКИ
ПРОСТИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ І ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
ЗА РІЗНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАХІДНОМУ 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

 Мирослав ПАЩАК

Науковий керівник:



Олександра ВОЛОЩУК,
доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Оброшине – 2023

АНОТАЦІЯ

Пащак М. О. Морфобіологічні та господарські ознаки простих гібридів кукурудзи і їх вплив на продуктивність за різних елементів технології в Західному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю: 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, Оброшине, 2023.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування й нове вирішення актуального наукового завдання з оцінки й добору гібридів кукурудзи різних груп стиглості для зони Західного Лісостепу України та розробки ефективних агрозаходів їх вирощування для формування стабільно високої врожайності зерна.

Структура дисертації зумовлена логікою дослідження, поставленими завданнями і складається зі вступу, шести розділів, висновків до розділів, висновків до дисертації, рекомендацій для сільськогосподарського виробництва, списку використаних джерел і додатків.

Висвітлено актуальність теми, важливість вирощування кукурудзи в ґрунтово-кліматичних умовах зони Західного Лісостепу України. Вказано на вчених які працюють над створенням нових конкурентоспроможних гібридів кукурудзи та удосконаленням технології вирощування даної культури. Відображено зв'язок роботи з відповідними тематичними програмами, планами, завданнями Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Сформовано мету досліджень, основні завдання, методи для їх реалізації та відображено наукову новизну одержаних результатів. Визначено особистий внесок здобувача, наведено публікації та впровадження кращих варіантів у господарствах регіону за темою дисертаційної роботи.

Наведено філогенетичні, морфологічні та біологічні особливості культури. Обґрунтовано підвищення урожайності зерна даної культури залежно від застосування сортових ресурсів та елементів технології.

Проаналізовано ґрунтово-кліматичні умови Західного Лісостепу, зокрема особливості погодних умов років проведення досліджень, визначено гідротермічний коефіцієнт (ГТК), подано фізико-хімічну та агрохімічну характеристику ґрунту дослідних ділянок. Описано схему досліджень, методики та методи.

У розділ 3 «Ріст і розвиток рослин кукурудзи залежно від погодних чинників» визначено, що температура повітря періоду сівба-сходи (перша – третя декади травня) за 2019–2021 рр. переважала середньобаторічні показники на 0,2–1,2 °С, а кількість опадів – на 2,3–14,8 мм, що впливало на польову схожість насіння гібридів кукурудзи. За період вегетації рослин кукурудзи сума активних температур варіювала від 2311 °С – у 2021 р. до 2448,5 – у 2019 р. за середньобаторічної 2372,2 °С. Кількість опадів становила 414,8 мм (2020 р.) – 432,9 мм (2021 р.). Залежно від погодних умов та групи стиглості тривалість вегетаційного періоду гібридів була в межах 125–127 діб. Залежно від біологічних особливостей, гібриди забезпечували різну площу листової поверхні в фазу цвітіння – формування зерна (36,6–48,2 тис.м²/га) та чисту продуктивність фотосинтезу (10,5–14,4 г/м²) за добу. Найвищий відсоток ураження хворобами спостерігали в 2021 р. Групову стійкість до основних хвороб кукурудзи з ранньостиглих гібридів забезпечував ДН Меотида, з середньоранніх – Оржиця 237 МВ. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах, за фону мінерального живлення N₁₂₀P₉₀K₉₀ урожайність зеленої маси гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) варіювала від 57,3 до 61,1 т/га, середньоранньої (ФАО 200–299) – 60,3–64,1 т/га. Урожайність зерна була забезпечена продуктивністю гібриду ефективно використовувати наявні ґрунтово-кліматичні ресурси досліджуваної зони. У ранньостиглих гібридів даний господарсько цінний показник сформувався на рівні 7,07–7,49 т/га, в середньоранніх – 7,22–7,62 т/га. Найбільш продуктивними були гібриди: ДН

Меотида – 7,68 т/га (рс) та Оржиця 237 МВ – 7,67 т/га (ср). За роками розмах мінливості в гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) був на рівні 0,32–0,52 т/га, середньоранньої (ФАО 200–299) – 0,22–0,35 т/га.

У розділі 4 «Особливості формування продуктивності кукурудзи за застосування мікродобрів» обґрунтовано ефективність застосування мікродобрів в технології вирощування кукурудзи. Встановлено, що передпосівна обробка насіння мікродобривами: оракул насіння (1,0 л/т), валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т) та брексіл Комбі (0,5 кг/т) сприяє підвищенню польової схожості на 2,9–3,7 %, маси 1000 зерен – на 28–41 г, забезпечує достовірний приріст урожайності 0,21–0,43 т/га. За поєднання основного мінерального живлення рослин в нормі $N_{150}P_{90}K_{90}$ з поетапним внесенням азоту та додатковим позакореневим підживленням рослин мікродобривом оракул мультикомплекс в нормі 1,5 л/га в фазу ВВСН 16–18 та ВВСН 59 реалізація генетичного потенціалу середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ була найвищою – 8,63–8,72 т/га. За внесення мікродобрива в фази ВВСН 16–18 та ВВСН 59 маса 1000 зерен зростала на 55–59 г, сумарний вихід крупної і середньої фракцій зерна становив 91,5–92,1 %, дрібної зменшувався на 30,6 %.

У розділі 5 «Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення рослин» наведено експериментальні дані впливу мінеральних добрив на зміну структурних показників рослин та качана, кукурудзи, збільшення вегетаційного періоду культури. Встановлено, що за норми внесення добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ урожайність зеленої маси була в межах 49,7–53,8 т/га, за вищого азотного живлення ($N_{150}P_{90}K_{90}$) – 57,3–62,7 т/га. Порівняно з контролем (без добрив) приріст урожайності зерна складав 0,81–0,84 т/га за норми внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ і 2,19–2,20 т/га – за $N_{150}P_{90}K_{90}$. Кращий рівень мінерального живлення сприяв формуванню вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 г ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і на 11,9–12,1 г ($N_{150}P_{90}K_{90}$). На варіантах внесення мінеральних добрив вологість зерна в фазу повної стиглості переважала контроль (без добрив) на 3,0–4,4 % ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 5,1–5,2 % ($N_{150}P_{90}K_{90}$). Хімічний склад зерна залежав від групи стиглості гібриду, норм висіву насіння

та внесених мінеральних добрив. У гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас./га вміст протеїну зростає від 10,26 на контролі до 11,18 % – за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$, у середньоранніх (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га) з 10,36 до 11,45 %. За вмістом жиру (на абсолютно суху речовину), клітковини, золи, БЕР зниження складали, відповідно 0,38–0,46 %, 0,16–0,13, 0,10–0,08, 0,41–0,42 %.

У розділі 6 «Економічна оцінка агротехнологічних прийомів вирощування кукурудзи» наведено розрахунки економічної ефективності вирощування зерна кукурудзи, залежно від здатності гібриду позитивно реагувати на ґрунтово-кліматичні умови досліджуваної зони, рівень рентабельності залежно від застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння та позакореневому підживленню рослин. Зростання абсолютно чистого доходу з 1 га та зниження собівартості 1 т зерна під впливом різних норм внесення мінеральних добрив. Подано результати виробничої перевірки в сільськогосподарських підприємствах регіону.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, ФАО, норма висіву, насіння, фази розвитку, удобрення, мікродобрива, позакореневе підживлення, продуктивність, площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, зерно, урожайність, якість зерна, коефіцієнт кореляції, рентабельність, економічна ефективність.

ANNOTATION

Pashchak M. O. Morphobiological and economic characteristics of simple maize hybrids and their influence on productivity under different elements of technology in the Western Forest-Steppe of Ukraine. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty: 201 Agronomy (20 Agricultural sciences and food). – Institute of

Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences of Ukraine, Obroshyne, 2023.

The dissertation presents a theoretical justification and a new solution to the current scientific problem of evaluation and selection of maize hybrids of different ripeness groups for the Western Forest-Steppe zone of Ukraine and development of effective agricultural measures for their cultivation to form consistently high grain yields.

The structure of the dissertation is determined by the logic of the research, the tasks set and consists of an introduction, six chapters, section conclusions, dissertation conclusions, recommendations for agricultural production, a list of sources used and addendum.

The relevance of the topic is highlighted as well as the importance of growing maize in the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe zone of Ukraine. The scientists working on creation of new competitive hybrids of maize and improvement of technology of cultivation of this crop are pointed out. The connection of work with the corresponding thematic programs, plans, tasks of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS is reflected.

Research goals, main tasks, methods for their implementation are formed and the scientific novelty of the results obtained is reflected. The personal contribution of the applicant, publications and implementation of the best options in the farms of the region on the topic of the dissertation work are determined.

The phylogenetic, morphological and biological features of the culture are given. The increase in the grain yield of this crop, depending on the use of varietal resources and technology elements, is substantiated.

The soil-climatic conditions of the Western Forest-Steppe are analyzed, in particular, the features of the weather conditions of the years of research, the hydrothermal coefficient (HTC) is determined, and the physicochemical and agrochemical characteristics of the soil of the research plots are given. The scheme of studies, techniques and methods are described.

In section 3 «Growth and development of corn plants depending on weather factors» it is determined that the air temperature of the sowing-germination period (first – third decade of May) for 2019–2021 exceeded the long-term average by 0.2–1.2 °C and the amount of precipitation – by 2.3–14.8 mm, which affected the field germination of maize hybrid seeds. During the growing season of maize plants, the sum of active temperatures varied from 2311 °C in 2021 to 2448.5 °C in 2019 with a long-term average of 2372.2 °C. The amount of precipitation was 414.8 mm (2020) – 432.9 mm (2021). Depending on weather conditions and maturity group, the duration of the growing season of hybrids was in the range of 125–127 days. Depending on biological features, hybrids provided different leaf surface area in the phase of flowering – grain formation (36.6–48.2 thousand m²/ha) and net photosynthesis productivity (10.5–14.4 g/m²) per day. The highest percentage of diseases was observed in 2021. Group resistance to the main diseases of maize of early-maturing hybrids was provided by DN Meotyda, of middle-early maturing hybrids – Orzhysia 237 MV. On gray forestal surface-gleyed soils, on the background of mineral nutrition N₁₂₀P₆₀K₆₀, the yield of green mass of hybrids of early-maturing group (FAO 100–199) varied from 57.3 to 61.1 t/ha, middle-early (FAO 200–299) – 60.3–64.1 t/ha). Grain yield was ensured by the ability of the hybrid to make efficient use of the available soil and climatic resources of the study area. In early-ripening hybrids this economically valuable indicator was formed at the level of 7.07–7.49 t/ha, in medium-early ripening hybrids – 7.22–7.62 t/ha. The most productive hybrids were: DN Meotuda – 7.68 t/ha (early-ripening) and Orzhysia 237 MV – 7.67 t/ha (mid-early). In terms of years, the range of variability in hybrids of the early ripening group (FAO 100–199) was at the level of 0.32–0.52 t/ha, of the medium early (FAO 200–299) – 0.22–0.35 t/ha.

Section 4 «Features of the formation of maize productivity when using microfertilizers» substantiates the effectiveness of the use of microfertilizers in the technology of maize growing. It is established that pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers: seed oracle (1.0 l/t), valagro EDTA mix 5 (0.2 kg/t) and brexil Combi (0.5 kg/t) contributes to an increase in field germination by 2.9–3.7 %, weight

of 1000 grains – by 28–41 g, provides a significant increase in yield of 0.21–0.43 t/ha. The combination of the main mineral nutrition of plants at the rate of $N_{150}P_{90}K_{90}$ with the gradual introduction of nitrogen and additional foliar feeding of plants with microfertilizer oracle multicomplex at the rate of 1.5 l/ha in the phase of BBCH 16–18 and BBCH 59, implementation of the genetic potential of the mid-early hybrid Orzhysia 237 MV was the highest – 8.63–8.72 t/ha. When microfertilizer was introduced into phases BBCH 16–18 and BBCH 59, the mass of 1000 grains increased by 55–59 g, the total yield of coarse and medium grain fractions was 91.5–92.1 %, and the fine grain fraction decreased by 30.6 %.

Section 5 «Productivity of maize hybrids depending on the level of mineral nutrition of plants» presents experimental data on the effect of mineral fertilizers on changes in the structural parameters of plants and corn cobs, and an increase in the growing season of the crop. It was established that by the application rates of fertilizers $N_{120}P_{90}K_{90}$, the yield of green mass was in the range of 49.7–53.8 t/ha, with higher nitrogen nutrition ($N_{150}P_{90}K_{90}$) – 57.3–62.7 t/ha. Compared to the control (without fertilizers), the increase in grain yield was 0.81–0.84 t/ha at application rates of $N_{120}P_{90}K_{90}$ and 2.19–2.20 t/ha – at $N_{150}P_{90}K_{90}$. The best level of mineral nutrition contributed to the formation of the highest mass of 1000 grains at 8.8–11.5 g ($N_{120}P_{90}K_{90}$) and 11.9–12.1 g ($N_{150}P_{90}K_{90}$). In the variants of applying mineral fertilizers, the moisture content of grain in the phase of full ripeness prevailed the control (without fertilizers) by 3.0–4.4 % ($N_{120}P_{90}K_{90}$) and 5.1–5.2 % ($N_{150}P_{90}K_{90}$). The chemical composition of the grain depended on the ripeness group of the hybrid, seeding rates and applied mineral fertilizers. In hybrids of the early ripening group (FAO 100–199) with a seeding rate of 80 thousand viable seeds/ha, the protein content increased from 10.26 % in the control to 11.18 % at the norm ($N_{150}P_{90}K_{90}$), in medium-early (FAO 200–299) (seeding rate – 75 thousand viable seeds/ha) from 10.36 up to 11.45 %. According to the content of fat (per absolutely dry matter), fiber, ash, and nitrogen-free extractive substances NFES, the reduction was, respectively 0.38–0.46 %, 0.16–0.13, 0.10–0.08, 0.41–0.42 %.

Section 6 «Economic assessment of agrotechnological methods of growing maize» provides calculations of the economic efficiency of growing maize grain, depending on the ability of the hybrid to respond positively to the soil and climatic conditions of the studied area. The level of profitability depending on the use of micronutrient fertilizers in pre-sowing seed treatment and foliar application of plants is also shown. The growth of absolutely net income per 1 ha and the reduction in the cost of 1 ton of grain under the influence of different rates of application of mineral fertilizers. The results of the production check in the agricultural enterprises of the region are presented.

Keywords: corn, hybrid, FAO, sowing rate, seeds, development phases, fertilizer, microfertilizers, foliar feeding, productivity, leaf surface area, net photosynthetic productivity, grain, productivity, grain quality, correlation coefficient, profitability, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3) (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

2. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (І). С. 51–65. DOI: [10.32636/01308521.2020-\(68\)-1-4](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-4) (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

3. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (І). С. 44–61. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-3 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

4. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив / В. В. Глива, А. Я. Гадзало, Г. С. Герешко, О. М. Случак, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 66–79. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-4 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

5. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи за різних агротехнічних заходів вирощування / І. С. Волощук, О. П. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 148–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0218> (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

Стаття в зарубіжному фаховому виданні:

6. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

Стаття включена до наукових періодичних виданнях, які індексуються в наукометричних базах Scopus та/або Web of Science:

7. Efficiency of Microfertilizer Oracle Multicomplex in Corn Cultivation Technology / **M. Pashchak**, O. Voloshchuk, I. Voloshchuk, V. Hlyva. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, no. 12. P. 25–31. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.25-31

(планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 90 %).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Глива В. В., **Пащак М. О.** Висота рослин кукурудзи залежно від рівня живлення рослин та норм висіву насіння. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 14 листоп. 2019 р.). Львів-Оброшине, 2019. С. 19–20 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 80 %).

9. **Пащак М. О.** Польова схожість насіння кукурудзи під впливом застосування мікродобрих. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 12 листоп. 2020 р.). Львів-Оброшине, 2020. С. 53–54.

10. Глива В. В., Волощук М. Ю., **Пащак М. О.** Якість зерна кукурудзи залежно від рівня живлення рослин в умовах Передкарпаття. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети* : наукова конференція (м. Одеса, 5 травня 2021 р.). Одеса, 2021. С. 83–84 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 90 %).

11. **Пащак М. О.,** Волощук О. П. Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України: Сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату* : матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 11 листоп. 2021 р.). Львів-Оброшине, 2021. С. 52–54 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 90 %).

12. Виробництво кукурудзи на зерно в Україні та Львівській області / Ю. В. Воробйова, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак.** *Наукові читання до 85-річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур* :

наукова інтернет-конференція (сmt. Чабани, 5 жовтня 2021 р.). Чабани, 2021. С. 187–190 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 90 %).

13. **Пашак М. А.**, Волощук А. П., Глива В. В. Реакция гибридов кукурузы на условия выращивания в Западной Лесостепи Украины. *Topical issues of modern science, society and education : proceedings of IV International Scientific and Practical Conference. SPC “Sci-conf.com.ua” (1–3 November 2021). Kharkov, Ukraine. 2021. Рр. 70-72* (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 85 %).

Рекомендації:

14. Технологія вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу (методичні рекомендації) / Волощук І. С., Волощук О. П., Глива В. В., Воробйова Ю. В., Случак О. М., Герешко Г. С., **Пашак М. О.** Оброшине : [Б. в.], 2022. 28 с. (узагальнення результатів, написання рекомендацій, частка участі – 70 %).

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА КУЛЬТУРИ КУКУРУДЗИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (огляд наукової літератури)	23
1.1 Динаміка світового виробництва кукурудзи та її народногосподарське значення	23
1.2 Завдання та досягнення сучасної селекції кукурудзи	31
1.3 Роль макро- і мікродобрив у фізіологічних процесах росту й розвитку рослин кукурудзи.....	35
1.4 Вплив морфорегуляторів на формування елементів продуктивності рослин	44
Висновки до розділу 1	47
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	49
2.1 Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу.....	49
2.2 Особливості погодних умов у роки проведення досліджень та агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок.....	53
2.3 Схеми дослідів та методика проведення досліджень	57
2.4 Характеристика гібридів кукурудзи та досліджуваних препаратів	59
Висновки до розділу 2	62
РОЗДІЛ 3 РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ	64

3.1 Польова схожість насіння кукурудзи.....	66
3.2 Тривалість фаз розвитку гібридів	68
3.3 Площа листової поверхні рослин та чиста продуктивність фотосинтезу гібридів	69
3.4 Стійкість гібридів кукурудзи до хвороб	71
3.5 Кормова і зернова продуктивність гібридів	74
Висновки до розділу 3	77
РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРИВ	80
4.1 Сила росту та польова схожість насіння	82
4.2 Морфологічні показники рослин	85
4.3 Урожайність зерна.....	88
4.4 Маса 1000 зерен.....	90
4.5 Урожайність зерна та його фракційний склад залежно від застосування оракул мультикомплекс по листках.....	91
Висновки до розділу 4	97
РОЗДІЛ 5 ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН	99
5.1 Польова схожість насіння	99
5.2 Висота рослин	101
5.3 Фенологічні фази розвитку	103
5.4 Висота кріплення нижнього качана	105
5.5 Структурні показники качана	107
5.6 Урожайність зеленої маси і зерна гібридів	108
5.7 Маса 1000 зерен та втрата води	111
5.8 Хімічний склад зерна	114
Висновки до розділу 5.....	121
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	124

6.1 Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості	124
6.2 Ефективність мікродобрих в технології вирощування гібридів кукурудзи	125
6.3 Рівень рентабельності виробництва зерна кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив	127
6.4 Результати виробничої перевірки досліджуваних агрозаходів ..	130
Висновки до розділу 6	131
ВИСНОВКИ	133
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	136
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	137
ДОДАТКИ	168

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

га	—	гектар
ГТК	—	гідротермічний коефіцієнт
ДСТУ	—	державний стандарт України на продукцію чи методи визначення якості
ЄС	—	Європейський союз
м	—	метр
МСГ США	—	Міністерство сільського господарства Сполучених Штатів Америки
НІР _{0,05}	—	найменша істотна різниця
ПГК	—	простий гібрид кукурудзи
рс	—	ранньостиглий
ср	—	середньоранній
т/га	—	тонн з гектара
ФП	—	фотосинтетичний потенціал
ЧПФ	—	чиста продуктивність фотосинтезу
К	—	калій
N	—	азот
P	—	фосфор
pH	—	кислотність ґрунту

ВСТУП

Розвиток зернового сектору в аграрному виробництві за останні роки вказує на те, що кукурудза стає стратегічно важливою культурою для формування зернового балансу країни та її експортного потенціалу.

За поширеністю, універсальністю використання й енергетичною поживністю вона забезпечує підвищення ефективності зернового господарства, зростання продуктивності тваринництва та економічного стану цих галузей. У виробництві кукурудзи зацікавлені галузі харчової, переробної, медичної, мікробіологічної, пивоварної та інших видів промисловості. Важливе значення кукурудзи, як високоенергетичної сировини, в паливно-енергетичному секторі держави для промислового виробництва біоетанолу та інших матеріалів.

Актуальність теми. Збільшення площ посіву кукурудзи співпадає зі світовими тенденціями розвитку аграрного ринку і національної стратегії України, як аграрної держави – стати одним із лідерів з виробництва зерна у світі. Одними із факторів зростання валових зборів даної культури є вдалий вибір гібриду, частка впливу якого може становити 50 %, ефективні агрозаходи вирощування – 30 % і оптимальні погодні умови – 20 %.

Сортові ресурси даної культури збагачені вагомим науковим доробком вітчизняних вчених: Дзюбецького Б. В., Заїки С. П., Борецького В. С., Зозуля О. Л., Козубенко Л. В., Лавриненко Ю. О., Моргуна В. В., Жемойди В. Л., Мусійко О. С., Парія Ф. М., Чучмія І. П. та інших.

Клімат Західного Лісостепу, який змінився в сторону підвищення активних температур і зменшення кількості опадів в літньо-осінній період є сприятливим для одержання високої врожайності зерна та зеленої маси кукурудзи. Однак залежно від біологічних особливостей реакція гібриду на одні і ті ж фактори є різною, що вимагає виділення з поміж них найбільш продуктивних. Такий добір базується на принципах адаптивності й екологічної пластичності гібриду позитивно реагувати на погодні фактори та запропоновані елементи технології

виросування. Актуальним для досліджуваної зони є розширення сортименту ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199) та середньоранніх (ФАО 200–299), що дозволяє господарствам одержувати необхідну кількість як зернової, так і кормової продукції, дотримуватись більш ранніх строків сівби та збирання, збільшувати густоту рослин на одиниці площі, однак призводить до більш повільного накопичення сухої речовини, і як наслідок до прискореної вологовіддачі на завершальних етапах дозрівання зерна. Тому, встановлення мінливості морфо-біологічних ознак під впливом погодних факторів, груп стиглості, вегетаційного періоду, віддачею вологи зерном та стійкістю до основних хвороб, є актуальним питанням наукових досліджень для практичних рекомендацій сільськогосподарському виробництву.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дослідження виконано відповідно до тематичних програм, планів, завдань Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2019–2021 рр., зокрема: ПНД «Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго» (2019–2020 рр.), завдання «Формування продуктивності нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу Західного» (номер державної реєстрації 0119U100279); ПНД «Агробіологічні системи виробництва зерна в Україні. Селекція та насінництво кукурудзи і сорго («Система виробництва зерна») (2021–2023 рр.), завдання «Реалізація генетичного потенціалу гібридів кукурудзи у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України» (№ держреєстрації 0120U105642).

Мета і завдання досліджень. Мета дисертаційної роботи полягала в теоретичному обґрунтуванні, розробці, удосконаленні підходів щодо оцінювання й добору гібридів кукурудзи різних груп стиглості, норм внесення мінеральних добрив, застосуванні мікродобрив у різні фази розвитку рослин для формування високої врожайності зерна та науково-обґрунтованих рекомендацій їх впровадження у сільськогосподарське виробництво зони Західного Лісостепу України.

Для досягнення мети вирішували наступні завдання:

- встановити вплив погодних факторів на реалізацію генетичного потенціалу гібридів кукурудзи різних груп стиглості;
- обґрунтувати ефективність застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння та внесенні по листках;
- визначити рівень формування зернової і кормової продуктивності гібридів під впливом системи живлення рослин;
- виявити кореляційні зв'язки між елементами структури рослин та врожайністю;
- дати економічну оцінку вирощування зерна гібридів кукурудзи за різних елементів технології.

Об'єкт дослідження. Процеси росту й розвитку, формування урожаю зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології вирощування, зв'язки між абіотичними чинниками та фенотиповою продуктивністю рослин в умовах Західного Лісостепу.

Предмет дослідження. Гібриди кукурудзи, група стиглості, передпосівна обробка, позакореневе підживлення, мікродобрива, мінеральні добрива, гідротермічні умови, врожайність зеленої маси, зерна.

Методи дослідження: загальнонаукові: робоча гіпотеза – для вибору напрямів наукових досліджень, спостереження, аналіз; гібридизація з наступним індивідуальним та масовим доббором; математико-статистичні – кореляційний, варіаційний, дисперсійний, які здійснювали за використанням комп'ютерних програм «Microsoft Office Excel» та «Statistica 6.0».

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше для умов Західного Лісостепу України науково обґрунтовано біологічний потенціал високопродуктивних гібридів кукурудзи з урахуванням груп стиглості та удосконалено елементи технології їх вирощування:

- встановлено вплив погодних факторів на польову схожість насіння, тривалість фаз вегетації, площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу, стійкість до хвороб та кормову й зернову продуктивність гібридів:

Почаївський 190 МВ, ДН Меотида (ФАО 100–199) та ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299);

- визначено ефективність застосування мікродобрив (Оракул насіння, Брексіл Комбі, Валагро ЄДТА мікс 5) у передпосівній обробці та Оракул мультикомплекс в позакореновому підживленні рослин на фоні мінерального живлення;

- обґрунтовано рівень прояву елементів продуктивності, цінні господарські ознаки та виділено стабільні гібриди за урожайністю зерна залежно від норм внесення мінеральних добрив;

- виявлено кореляційні зв'язки між урожайністю зерна кукурудзи і сумою ефективних температур, показниками структури качана та зеленою масою;

- дано економічну оцінку вирощування зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом досліджуваних агрозаходів.

Удосконалено підходи щодо: оцінювання гібридів за стабільністю й адаптивністю кількісних ознак та добір за цінними господарськими властивостями.

Набули подальшого розвитку: питання поновлення схеми добору гібридів кукурудзи для Західного Лісостепу України.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що господарствам різних організаційно-правових форм Західного Лісостепу України до впровадження в сільськогосподарське виробництво рекомендовано високопродуктивні гібриди кукурудзи різних груп стиглості: ДН Меотида (ФАО 100–199), Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299) за ефективних агрозаходів: норм внесення мінеральних добрив, мікродобрив у передпосівній обробці насіння та позакореновому підживленні рослин, які сприяють отриманню стабільно високої урожайності зерна.

Для господарств регіону запропоновано рекомендації з вирощування високих врожаїв кукурудзи «Технологія вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу», 2022 р.

Впровадження розроблених елементів технології вирощування гібридів кукурудзи проведено в приватному агропромисловому підприємстві «Агроінвест», смт. Козова, Тернопільського р-ну, Тернопільської обл., Україна, 47600 на площі 50 га, економічний ефект становив – 6,8 тис. грн/га та приватному підприємстві «Приватна Агрофірма Вороняцькі Лани», с. Вороняки Золочівського р-ну Львівської обл., Україна, 80751, площа – 50 га; 11,4 тис. грн/га.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні аналітичного огляду, розробці робочої гіпотези, плануванні та проведенні польових і лабораторних досліджень, аналізі експериментальних даних, формулюванні основних положень, висновків і пропозицій виробництву. Частка особистої участі здобувача в публікаціях із співавторами становить 85–90 %.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи заслухано та обговорено на засіданнях методичних комісій і вчених рад Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине, 2019–2022 рр.); оприлюднені та апробовані на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених: Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України (с. Оброшине, 14 листопада 2019 р.; 12 листопада 2020 р.; 11 листопада 2021 р.); науковій конференції: Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети (м. Одеса, 5 травня 2021 р.); науковій інтернет-конференції: Наукові читання до 85-річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур (сmt. Чабани, 5 жовтня 2021 р.); Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference. SPC “Sci-conf.com.ua”: Topical issues of modern science, society and education (Kharkov, Ukraine, November 1–3, 2021).

Публікації. Основні результати досліджень за матеріалами дисертації опубліковано в 14 наукових працях, зокрема: в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України – 5, в зарубіжному фаховому виданні – 1, стаття включена до наукових періодичних виданнях, які індексуються в

наукометричних базах Scopus та/або Web of Science – 1, наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 6, рекомендації виробництву – 1.

Структура та обсяг дисертації. Матеріали дисертації викладено на 184 сторінках комп'ютерного набору, з них основного тексту – 136 сторінки. Дисертація містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел нараховує 278 посилань, з них 40 – латиницею та 13 додатків. Матеріал подано в 44 таблицях та ілюстровано 15 рисунками.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА КУЛЬТУРИ КУКУРУДЗИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (огляд наукової літератури)

Зернова галузь визначає обсяги, пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення країни, формує істотну частку валютних доходів держави [1, 2].

Збільшення валових зборів зернових зумовлено зростанням урожайності та зміною структури посівів конкурентоспроможних культур, які користуються стабільним попитом на зовнішньому ринку. Лідером за темпами збільшення обсягів виробництва залишається кукурудза [3, 4].

1.1 Динаміка світового виробництва кукурудзи та її народногосподарське значення

За даними Міністерства сільського господарства Сполучених Штатів Америки (МСГ США) у маркетингових роках 2019/2020 (МР) виробництво зерна кукурудзи в світі досягнуло рівня 1,113 млрд тонн, за попиту на це зерно – 1,124 млрд тонн, що на 1,75 %, або майже на 20,03 млн тонн, менше за попередній показник (рис. 1.1) [5–7].

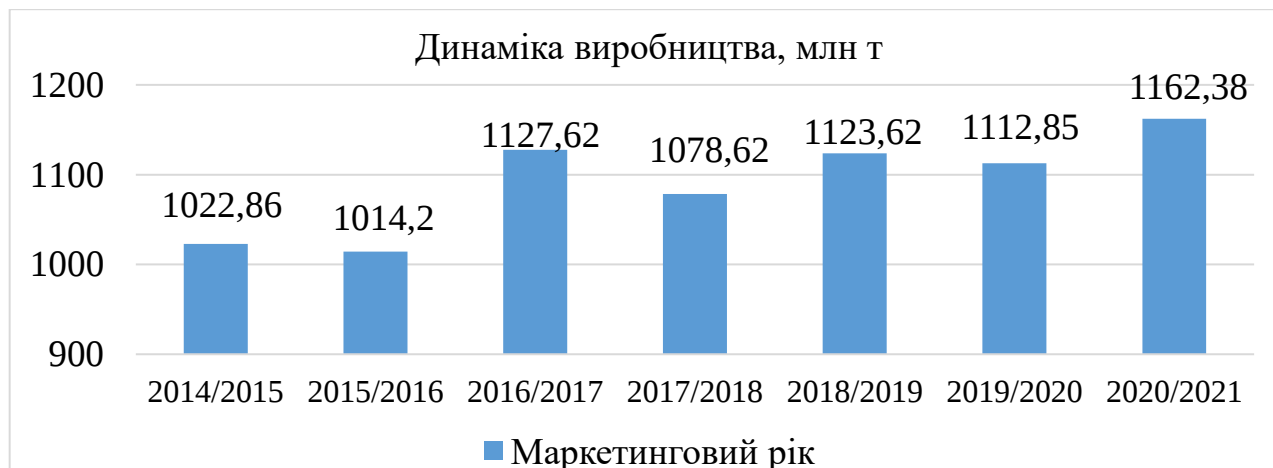


Рис. 1.1 Динаміка світового виробництва кукурудзи, млн т

Серед провідних виробників кукурудзи в світі Україна займає достойне місце з результатом 3,22 %, або 35,89 млн тонн, однак найбільшими виробниками є США (31,08 %), Китай (23,43 %) та Бразилія (9,17 %) (рис. 1.2).

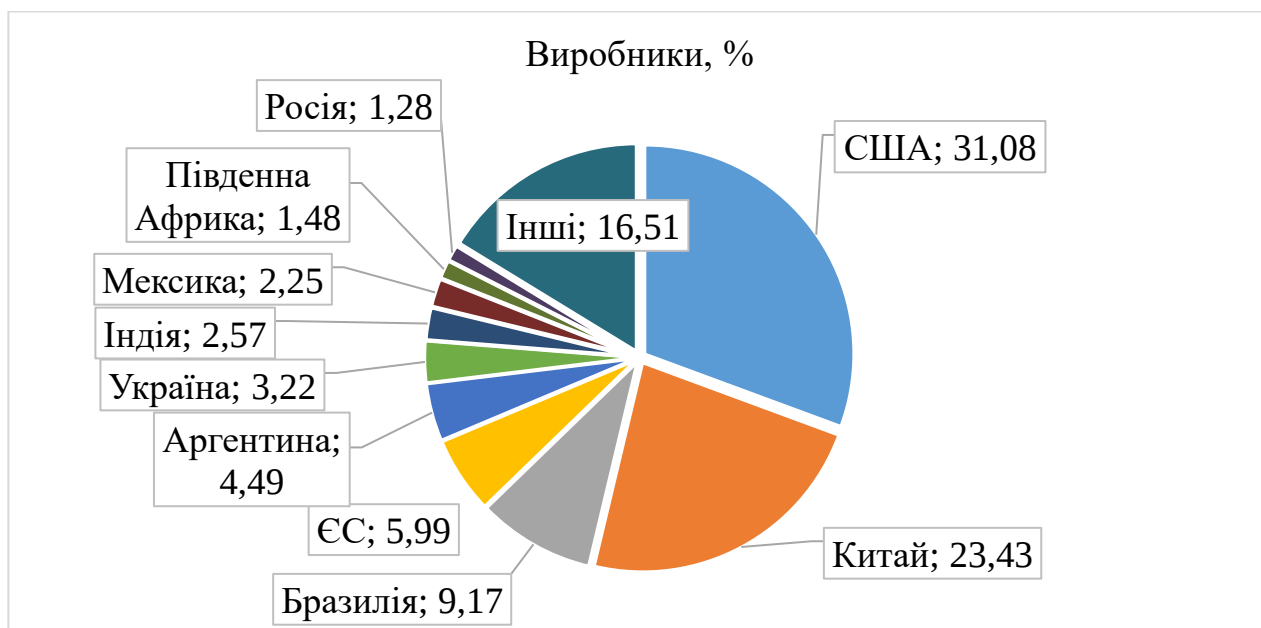


Рис. 1.2 Провідні виробники кукурудзи у світі у 2019/2020 МР

Джерело: дані МСГ США.

Щорічно зростаючі потреби на продукти споживання кукурудзи вплинули на активність світової торгівлі, обсяг експортно-імпортних операцій якої у 2020–2021 рр. становив – 175,22 млн т, в тому числі з України – 32,5 млн т (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Динаміка світового експорту кукурудзи у 2016/2021 МР, млн тонн

№ п/п	Країна	2020/2021*	2019/2020	2018/2019	2017/2018	2016/2017
1	2	3	4	5	6	7
1	США	58	47	49,21	63,67	55,62
2	Бразилія	39	35	38,77	25,12	19,79
3	Аргентина	34	38,5	32,88	24,2	22,95
4	Україна	32,5	30,5	30,32	18,04	21,33
5	Росія	3,9	4,2	2,77	5,53	5,59

Продовж. табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7
6	Сербія	2,92	2,8	2,84	0,82	2,41
7	ЄС	2,7	4,8	3,63	1,75	2,19
8	Парагвай	2,5	2,3	2,56	1,48	1,76
9	Південна Африка	5,3	2,5	1,18	2,36	1,82
10	Бірма	1,8	2,15	1,5	1,4	1,5

Джерело: дані МСГ США

У маркетинговому 2019/2020 рр. перше місце серед світових займали США (25,82 %), друге – Бразилія (21,87), третє – Аргентина (18,98), четверте – Україна (17,41 %), на країни ЄС припадає 11,43 % (рис. 1.3). Прогнозований валовий збір у 2020–2021 рр. становитиме понад 1,162 млрд тонн, а експорт – 184,97 млн тонн.

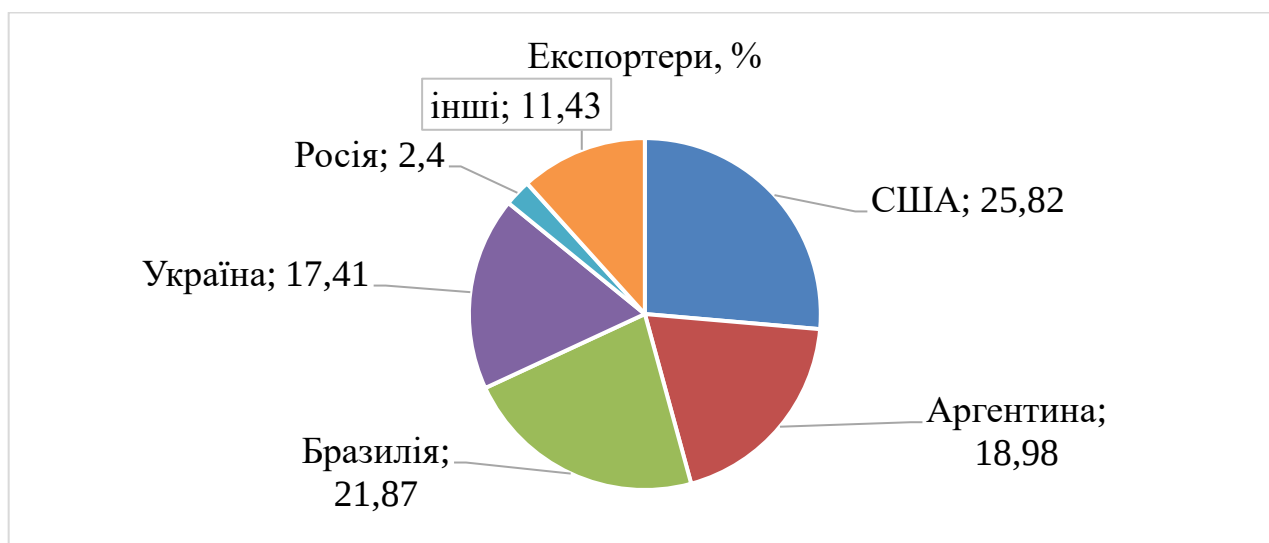


Рис.1.3 Провідні світові експортери кукурудзи у 2019/2020 МР

Джерело: дані МСГ США.

За останнє десятиріччя спостерігається значне розширення ареалу вирощування кукурудзи в Україні [8–10]. Статистичні дані наведені в табл. 1.2 підтверджують, що порівняно з 2010 р. (2642 тис. га) у 2019 р. площа посіву кукурудзи на зерно в Україні становила – 4948 тис. га, або зросла у 1,87 рази.

Таблиця 1.2

Площі посіву кукурудзи на зерно по областях України (2010, 2019 рр.), тис. га

Область	Рік	
	2010	2019
Автономна Республіка Крим	5	-
Вінницька	194	419
Волинська	11	31
Дніпропетровська	229	314
Донецька	-	60
Житомирська	82	220
Закарпатська	-	51
Запорізька	39	33
Івано-Франківська	33	46
Київська	187	333
Кіровоградська	191	384
Луганська	56	61
Львівська	29	55
Миколаївська	59	115
Одеська	100	147
Полтавська	384	660
Рівненська	17	86
Сумська	147	409
Тернопільська	78	100
Харківська	182	274
Херсонська	23	44
Хмельницька	113	196
Черкаська	205	403
Чернівецька	63	57
Чернігівська	215	449
По Україні	2642	4948

У областях західного регіону площа посіву збільшилася в 2 рази з 281 тис. га (2010 р.) до 565 тис. га (2019 р.), зокрема: Волинська 11,0 тис. га (2010 р.) $\geq$ 31,0 тис. га (2019 р.); Закарпатська – 0 $\geq$ 51; Івано-Франківська – 33 $\geq$ 46; Львівська – 29 $\geq$ 55; Рівненська – 17 $\geq$ 86; Тернопільська – 78 $\geq$ 100; Хмельницька – 113 $\geq$ 196 тис. га (рис. 1.4).

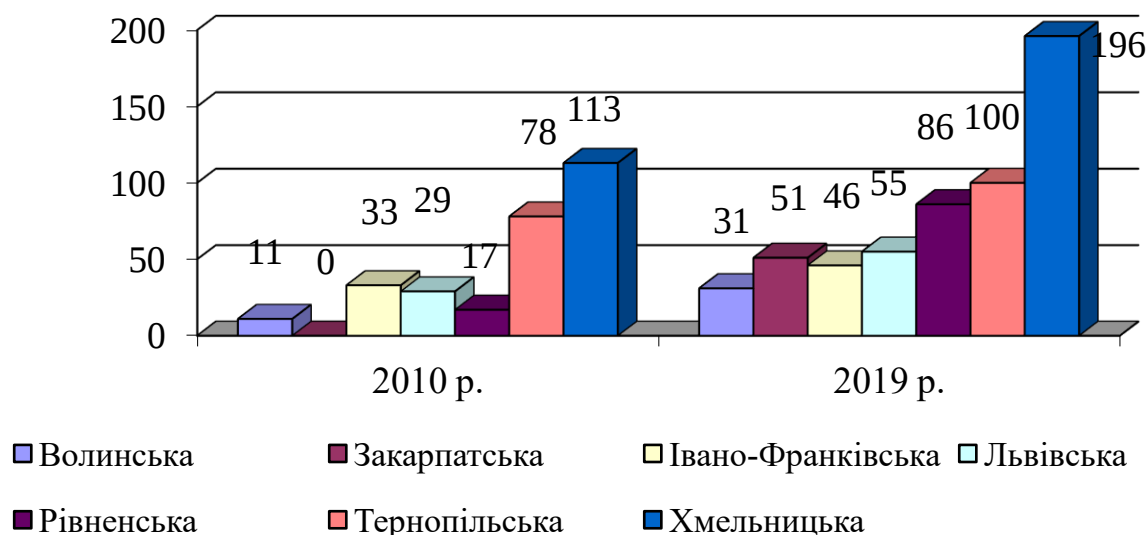


Рис. 1.4 Площі посіву кукурудзи на зерно по областях західного регіону (2010/2019 рр.), тис. га

Аналізуючи отриману врожайність кукурудзи на зерно по областях України за 2010–2018 рр. ми бачимо, що даний показник був нестабільним і варіював як за роками так і областями (табл. 1.3). У 2010 р. найнижчий показник 1,74 т/га зафіксований в Луганській області, а найвищий – 8,04 т/га в автономній республіці Крим. Середня урожайність зерна кукурудзи по Україні становила 4,51 т/га.

Таблиця 1.3

Урожайність кукурудзи на зерно по областях України (2010–2018 рр.), т/га

Область	Рік				
	2010	2013	2015	2017	2018
1	2	3	4	5	6
Автономна Республіка Крим	8,04	8,92	-	-	-
Вінницька	6,50	8,07	4,93	7,18	9,90

Продовж. табл. 1.3

1	2	3	4	5	6
Волинська	6,08	7,11	6,28	7,83	10,43
Дніпропетровська	3,04	4,08	3,76	3,21	4,30
Донецька	2,14	3,76	3,13	2,86	2,94
Житомирська	6,23	7,85	4,86	7,28	9,10
Закарпатська	4,53	4,49	4,24	5,42	5,31
Запорізька	3,11	3,28	3,45	3,19	3,46
Івано-Франківська	4,77	6,64	5,73	6,56	7,56
Київська	5,41	7,45	6,19	6,02	9,72
Кіровоградська	4,75	5,53	5,25	3,97	6,08
Луганська	1,74	3,29	2,65	2,22	3,46
Львівська	5,21	6,42	6,15	6,77	8,92
Миколаївська	4,32	5,17	3,20	3,08	5,04
Одеська	4,10	4,75	2,83	3,33	4,97
Полтавська	4,38	6,89	7,30	5,04	8,22
Рівненська	4,88	8,15	7,48	6,76	8,49
Сумська	3,49	7,59	7,66	7,47	8,90
Тернопільська	5,27	7,55	6,35	7,90	9,35
Харківська	2,60	5,03	5,41	3,45	5,63
Херсонська	5,29	6,31	5,70	6,62	7,10
Хмельницька	5,95	7,26	6,02	7,99	10,1
Черкаська	5,72	7,84	7,11	5,49	9,24
Чернівецька	5,23	6,08	4,77	5,19	6,10
Чернігівська	3,97	6,38	6,90	7,53	9,40
По Україні	4,51	6,41	5,71	5,51	7,84

У зв'язку з впровадженням у виробництво більш продуктивних гібридів, зміною погодних умов, обумовлених підвищенням температурного режиму та переходом на більш інтенсивні технології вирощування зернова продуктивність

кукурудзи зроста. У 2018 р. урожайність варіювала від 2,94 т/га в Донецькій області до 10,43 т/га – в Волинській. Високою врожайністю кукурудзи характеризували області західного регіону, зокрема: Закарпатська – 5,31 т/га; Івано-Франківська – 7,56; Рівненська – 8,49; Львівська – 8,92; Житомирська – 9,10; Тернопільська – 9,35; Хмельницька – 10,1 т/га, за середнього показника – 7,84 т/га (рис. 1.5).

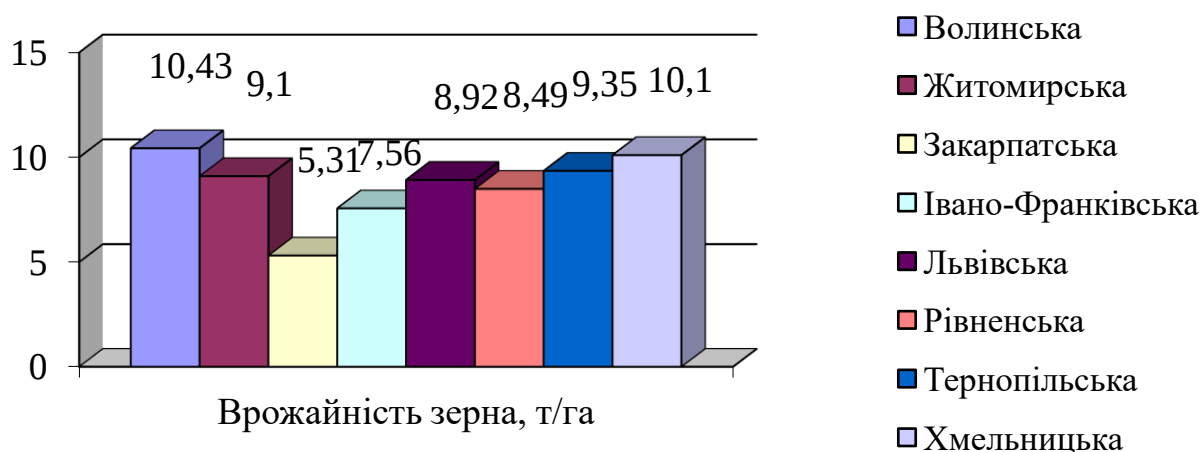


Рис. 1.5 Урожайність кукурудзи на зерно по областях західного регіону (2010–2018 рр.), т/га

Збільшилось і виробництво зерна кукурудзи в Україні з 11953,0 тис. т – у 2010 р. до 35801,1 тис. т – у 2018 р. У областях західного регіону валові збори становили: Хмельницька – 2101,6 тис. т; Житомирська – 1504,7; Тернопільська – 1005,5; Рівненська – 475,9; Львівська – 358,2; Івано-Франківська – 327,3; Волинська – 288,5; Закарпатська – 272,1 тис. т (табл. 1.4).

У складі зернового клину України в 2018 р. кукурудза займала 16,5 %, в малому Поліссі її частка становила 8–10 %, Лісостепу – 12–15 %, Передкарпатті – 5–12 %, Закарпатті – 5–48 % [11–14].

Хімічний склад сухого зерна кукурудзи становить: білка – 9–12 %, жиру – 4–6 %, безазотистих екстрактивних речовин 65–70 %. Як цінний концентрований корм для всіх сільськогосподарських тварин і птиці один кілограм відповідає 1,34 кормових одиниць і містить 70 г перетравного протеїну. Зібрана 100 кг в фазу молочно-воскової стиглості зелена маса

відповідає 32 кормовим одиницям, а 100 кг сухих стебел – 37 кормових одиниць у яких міститься 1,5 кг перетравного протеїну [15–17].

Таблиця 1.4

Виробництво кукурудзи на зерно по Україні (2010–2018 рр.), тис. т

Область	Рік				
	2010	2013	2015	2017	2018
Автономна Республіка Крим	40,4	87,6	-	-	-
Вінницька	1231,1	2785,7	1476,9	2554,5	3751,4
Волинська	62,0	174,8	119,8	161,1	288,5
Дніпропетровська	667,1	1315,5	1115,8	1029,5	1329,7
Донецька	163,4	358,3	203,6	210,3	178,5
Житомирська	499,1	1567,1	701,1	1088,1	1504,7
Закарпатська	175,1	187,8	193,9	274,3	272,1
Запорізька	112,3	174,2	137,8	136,5	127,7
Івано-Франківська	143,3	348,6	221,3	291,9	327,3
Київська	993,1	2172,4	1466,8	1597,1	2828,9
Кіровоградська	863,2	2153,3	1702,8	1568,3	2268,7
Луганська	73,3	345,5	206,4	181,4	226,5
Львівська	139,1	393,1	244,1	271,0	358,2
Миколаївська	226,6	733,5	428,4	378,8	571,4
Одеська	410,4	806,3	457,0	512,5	717,7
Полтавська	1654,2	4081,3	3636,1	2897,7	4927,6
Рівненська	76,5	514,7	365,9	410,1	475,9
Сумська	476,6	2412,4	2336,7	2387,9	3273,4
Тернопільська	392,7	1206,4	752,9	861,1	1005,5
Харківська	406,2	1604,8	1427,9	950,9	1432,5
Херсонська	115,4	375,8	200,2	298,1	293,0
Хмельницька	660,4	1825,2	1120,6	1516,1	2101,6
Черкаська	1234,7	2662,7	2106,2	1916,1	3363,2
Чернівецька	329,0	407,1	244,4	312,4	330,5
Чернігівська	807,8	2255,5	2461,0	2863,1	3846,6
По Україні	11953,0	30949,6	23327,6	24668,8	35801,1

1.2 Завдання та досягнення сучасної селекції кукурудзи

Збільшення валових зборів кукурудзи можливе за рахунок більш ефективного використання генетичних можливостей нових гібридів, тому правильний їх добір, для відповідних ґрунтово-кліматичних умов є важливим чинником в отриманні високих і стабільних урожаїв. Лише за комплексного підходу, починаючи від забезпечення якісним високопродуктивним матеріалом до раціонального розміщення кукурудзи у сівозмінах, застосуванні інтенсивних екологічно безпечних технологій, які базуються на оптимізації умов живлення можна досягнути бажаного результату [18–20].

Сьогодні в світовому землеробстві й в Україні переважають посіви гібридів кукурудзи, які за врожайністю зерна й зеленої маси значно перевищують сорти, що пов'язане з явищем гетерозису який проявляється у високій життєздатності гібридних рослин першого покоління [21–23].

В умовах змінних метеорологічних чинників, на бідних за поживним складом ґрунтах господарствам рекомендовано вирощувати спектр гібридів з різним типом реакції, в тому числі інтенсивного типу – для отримання максимальних урожаїв на високому агрофоні; середньо пластичних, з широким адаптивним потенціалом – для отримання відносно стабільних урожаїв на полях з нестабільним агрофоном і пластичних – для гарантованого врожаю [24–26].

Властивість високоадаптивних генотипів полягає в здатності до економного та ефективного використання чинників середовища. Оскільки в умовах одного господарства поля відрізняються за родючістю ґрунтів, попередниками, вологозабезпеченістю, тому вирощувані гібриди повинні відрізнятися за скоростиглістю, типом зерна, густотою стояння, чутливістю до добрив, стійкістю до ураження збудниками хвороб тощо [27–30].

Навіть у зонах, де можна вирощувати генотипи з високим ФАО, рекомендується обирати для сіви гібриди з різними строками дозрівання, що зменшує ризики недобору валового врожаю, спричиненого дією несприятливих

погодних чинників, дає можливість оптимізувати строки сівби та збирання культури. Для зони Степу пріоритетними є групи стиглості: ранньостигла, середньорання і середньостигла, для Лісостепу – ранньостигла і середньорання, для Полісся – ранньостигла [31–35].

Добір гібридів кукурудзи обумовлений сумою біологічно активних температур потрібних для забезпечення дозрівання насіння. Відповідно до класифікації організації з питань продовольства та сільського господарства при ООН (*Food and Agricultural Organization*), або скорочено ФАО (ФАО) всі гібриди кукурудзи були поділені на дев'ять основних груп, а за основу систематики були взяті цифри від 100 до 999. За показниками ФАО розрізняю 6 груп стиглості: 100–149 – дуже ранньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2100 °С, сума ефективних температур 850–900 °С, 12–14 листків, вегетаційний період – 80–90 діб); 150–199 – ранньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2200 °С, сума ефективних температур 900–1000 °С, у культури 12–14 листків, вегетаційний період – 90–100 діб); 200–299 – середньоранні гібриди (необхідна сума активних температур – 2400 °С, сума ефективних температур 1100 °С, у культури 14–16 листків, вегетаційний період – 100–115 діб); 300–399 – середньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2600 °С, сума ефективних температур 1150 °С, у культури 17–18 листків, вегетаційний період – 115–120 діб); 400–499 – середньопізні гібриди (необхідна сума активних температур – 2800 °С, сума ефективних температур 1200 °С, у культури 19–20 листків, вегетаційний період – 120–130 діб); 500–599 – пізньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2900–3000 °С, сума ефективних температур 1250–1300 °С, у культури 21–23 листка, вегетаційний період – 135–140 діб); понад 600 – дуже пізньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – від 3000 °С, сума ефективних температур більше 1350 °С, у культури більше ніж 23 листка) [36–38].

Для України, співвідношення відносної зрілості до числа ФАО буде виглядати приблизно так: ФАО 100 – 70 діб; ФАО 150 – 75; ФАО 200 – 80; ФАО 250 – 85; ФАО 300 – 90; ФАО 350 – 95; ФАО 400 – 100; ФАО 450 – 105;

ФАО 500 – 110; ФАО 550 – 115 діб. Чим нижче число ФАО, тим ранньостиглий гібрид і тим швидше він віддає вологу, що особливо важливо при вирощуванні на зерно. З іншого боку, генетично закладений потенціал продуктивності у більш пізніх гібридів завжди вищий, ніж у ранньостиглих, а тому гібриди з високим показником ФАО більше урожайні. Рекомендовані співвідношення гібридів кукурудзи різних груп стиглості (ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні) для зон вирощування: Північний Степ – 25 : 30 : 30 : 15; Південний Степ – 30 : 25 : 25 : 20; Лісостеп – 35 : 55 : 10; Полісся – 70 : 30 [39, 40].

Вимоги виробництва до гібридів кукурудзи визначаються ґрунтово-кліматичними, й агротехнічними умовами вирощування, напрямом використання і зводяться до основних груп: стійкість до несприятливих умов середовища; висока і стабільна врожайність за роками; висока екологічна пластичність; тривала і комплексна стійкість до хвороб і шкідників; придатність до інтенсивної технології; висока якість продукції [41–47].

Сьогодні селекційні дослідження спрямовані на ідентифікацію найбільш перспективних гетерозисних моделей гібридів кукурудзи, отриманих за участі ліній різних генетичних плазм, які б характеризувалися високою врожайністю та низькою збиральною вологістю зерна порівняно з гібридами-стандартами, адаптованими до умов вирощування [48–52].

Сучасні сортові ресурси та високоякісний насіннєвий матеріал є одними з факторів підвищення врожайності кукурудзи. За умов ринкової економіки, коли висока вартість енергоресурсів впливає на кінцевий результат господарювання їх не можна замінити іншими, оскільки вплив на відтворення процесу зерновиробництва вагомий. Лише збереження їх сортових якостей і врожайних властивостей в процесі подальшого розмноження дає можливість наростити достатні обсяги виробництва насіння для внутрішніх потреб та зовнішнього ринку [53–60].

За дослідженнями проведеними (2018–2020 рр.) в умовах південно-західної частини Лісостепу України (Буковинська державна

сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) з 54 гібридами кукурудзи вітчизняної селекції (FAO 199–399), різних науково-дослідних установ України було визначено, що найбільш урожайними в умовах Буковини були гібриди середньоранньої групи (9,06 т/га), найменш пристосованими до цих умов – гібриди середньостиглої групи (8,62 т/га). Серед гібридів ранньостиглої групи максимальною урожайністю зерна в середньому за три роки вирізнялись ДБ Лада (9,64 т/га), ДН Синевир, (9,43 т/га), середньоранньої – ДБ Варта (10,81 т/га), ДБ Хотин (9,96 т/га) Кіцманський 215 СВ (9,61 т/га). З'ясовано, що ранньостиглі гібриди ДН Синевир і ДБ Лада та середньоранні – Кіцманський 215 СВ, ДБ Хотин, ДБ Варта кожного року істотно перевищували стандарти, зважаючи на це, в умовах південно-західної частини Лісостепу України на увагу заслуговують гібриди саме цих групи стиглості. Важливою ознакою над якою працюють селекціонери є стійкість рослин кукурудзи до вилягання, що особливо є цінним для впровадження гібридів у зоні надмірного зволоження. Заплітний Я. Д., Микуляк І. С., Лінська М. І., Карп Т. Я., Козак Г. В. виділили робочу колекцію із 20 самозапилених ліній з високою міцністю кореневої системи, які можна використовувати для синтезу нових гібридів з високою стійкістю до прикореневого вилягання. У цих комбінацій експериментальних гібридів лінії характеризувалися істотно вищими значеннями сили опору кореневої системи вертикальному вириванню, істотне перевищення досліджуваної ознаки, порівняно із стандартами яких становило від 35,6 % до 277,0 %, а у виділених кращих гібридів – від 7,3 % до 33,3 %. Значення сили опору кореневої системи вертикальному вириванню у виділених експериментальних гібридах коливалися від 372,0 до 462,0 кг, а у самозапилених ліній, які є у формулах цих гібридів, – від 249,7 до 316,7 кг. Створені на цій основі гібриди будуть характеризуватися підвищеною стійкістю до дуже поширеного на Буковині карантинного шкідника – західного кукурудзяного кореневого жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) [61].

Отже, селекційні дослідження вчених спрямовані на покращення морфологічних ознак і підвищення господарських і якісних показників кукурудзи з метою створення високоврожайних та адаптивних комерційних гібридів, які сьогодні потребує виробництво.

1.3 Роль макро- і мікродобрив у фізіологічних процесах росту й розвитку рослин кукурудзи

Один із найважливіших факторів, що впливає на ріст і розвиток рослин кукурудзи – мінеральне живлення рослин. Разом із фотосинтезом воно становить єдиний процес обміну речовин між рослиною і середовищем. Враховуючи складність цього процесу і часті випадки одержання надто низького врожаю, його сутність зводиться до своєчасного й правильного забезпечення рослин необхідними елементами [62–66].

Кукурудза – дуже вимоглива до родючості ґрунтів культура. Оптимальна реакція ґрунтового розчину для неї є в межах рН 6–7, погано росте на кислих ґрунтах. На формування 1 т зерна з відповідною кількістю листостеблової маси різні за скоростиглістю гібриди кукурудзи споживають із ґрунту та добрив у середньому 20–25 кг азоту, 10–14 – фосфору, 25–35 – калію, 6–10 – магнію і кальцію, 3–4 кг – сірки; 11 г – бору, 14 – міді, 110 – марганцю, 0,9 – молібдену, 85 – цинку та 200 г – заліза [67–72].

Залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування кукурудзи та типу ґрунту рекомендовані норми внесення мінеральних добрив змінюються: у Степу на звичайних та південних чорноземах – $N_{60-90}P_{60}K_{30-45}$; Лісостепу на потужних і опідзолених чорноземах – $N_{60-90}P_{60-90}K_{60}$, сірих та темно-сірих лісових ґрунтах – $N_{80-120}P_{60-90}K_{60-90}$; у Поліссі на дерново-підзолистих та сірих лісових – $N_{60-150}P_{60-90}K_{60-90}$ [73–76].

Під оранку вносять до 80 % фосфору та калію і не більше ніж 20 % азотних добрив, решту – навесні в передпосівну культивуацію, використовуючи в однакових кількостях аміачну селітру і карбамід [77–79].

Із збільшенням зернової продуктивності кукурудзи співвідношення N : P : K зростає. Якщо за врожайності 5,0 т/га воно становить 1,0 : 0,4 : 0,7, то за 8,0 т/га збільшується до 1,0 : 0,34 : 1,2 [80].

До фази 8 листків (ВВСН 18) рослини кукурудзи поглинають незначну частину потрібних елементів живлення: 2 % – азоту, 1 – фосфору та 4 % – калію. Максимальна кількість поживних речовин буде засвоєна у період від викидання волоті (ВВСН 51) до трьох-чотирьох тижнів після цвітіння (ВВСН 70–71). Азотні добрива містять різні форми азоту: нітратна, амонійна та амідна. Коренева система рослин здатна поглинати лише нітратну та амонійну форми. Проте амонійна форма азоту краще поглинається рослинами на лужних ґрунтах, тоді як нітратна форма ліпше засвоюється на кислих ґрунтах, що слід врахувати при виборі добрив. Амідна форма взагалі не поглинається кореневою системою і потребує перетворення в ґрунті (нітрифікації) до нітратної форми, аби стати доступною для рослин, що дає певний запас часу – відтермінування використання. Тому, використання нітратної, або амонійної форми азотних добрив на початкових етапах розвитку кукурудзи є недоцільним. Ефективніше поєднання нітратного, або амонійного азоту 15–20 % з амідним азотом 80–85 % від загальної потреби [81].

Дослідження вчених вказують, що в поживному балансі кукурудзи за нестачі одного з елементів уповільнюються темпи росту й розвитку рослин, формування листків, цвітіння волоті, запилення та знижується генеративна здатність. Азот і калій рослини споживають переважно до фази викидання волоті, а фосфор активніше засвоюється під час проростання насіння, в період початкового розвитку та під час наливання і дозрівання зерна [82–84].

Провідна роль у життєвому циклі кукурудзи належить азоту, який входить до складу білків, хлорофілу, вітамінів і інших важливих органічних речовин. На високому азотному рівні живлення кукурудза краще проявляє свої потенційні можливості, а за недостатнього – сповільнюється ріст рослин, утворення хлорофілу, знижується інтенсивність фотосинтезу і білкового обміну [85–88].

Під впливом тривалого внесення азотних добрив проходить їх вплив на кислотність ґрунту та мікробіологічні процеси, що сприяє забезпеченню ґрунту рухомими формами амонійного азоту та фосфору й калію на що вказують дослідження вчених Броннікової Л. [89] та Логінової І. [90, 91].

Для отримання врожайності зерна кукурудзи 5,20–5,35 т/га в умовах Степу України Маткевич В. Т., Коровіна М. О., Коломієць Л. В. та ін. рекомендують норму $N_{60} - N_{120}$ [92].

В умовах півдня України, за даними Котельникова Д., достовірному підвищенню врожайності на 19,5 % сприяло збільшення дози азотних добрив від N_{120} до N_{180} [93].

Ряд авторів переконують про ефективність дворазового прикореневого підживлення азотом в нормі по N_{45} за якого залежно від гібриду урожайність зерна зростала на 34,0–35,3 % [94–96].

Калій впливає на обмін речовин і рух вуглеводів, бере участь в білковому обміні та підвищує стійкість рослин до грибкових захворювань. Його споживання рослинами закінчується в фазу молочної стиглості зерна. За його нестачі сповільнюється розвиток кореневої системи, що знижує стійкість до вилягання рослин. Стебло вкорочується, листки стають жовто-зеленими по краях, потім жовтіють повністю, їх верхівки і краї засихають, як від опіку. Рослини утворюють дрібні качани з неповністю виповненим зерном [97–99].

Калій регулює водний режим, підвищує посухостійкість та стійкість до хвороб і шкідників [100]. За нестачі даного елемента в ґрунті знижується засвоюваність азоту, та мікроелементів: Cu, Mn, Zn [101]. Недостатній вміст калію менше впливає на зниження врожайності ніж дефіцит азоту [102].

Фосфор необхідний кукурудзі протягом всього періоду вегетації і надходження його в рослини не припиняється до повної стиглості зерна. Особливо гостра потреба в ньому відчувається з перших етапів росту і розвитку рослин. Під його впливом скорочується період появи листків, прискорюється проникнення коренів в нижні шари ґрунту, що має важливе значення при вирощуванні кукурудзи в районах недостатнього зволоження. Не менш

важливим періодом коли рослина потребує фосфору є утворення генеративних органів. За нестачі фосфору ріст рослин помітно затримується, листки набувають фіолетово-пурпурного забарвлення, затримуються фази цвітіння і дозрівання, утворені качани неправильної форми з викривленими рядами зерен. Потрібно враховувати, що нестачу фосфору на початку вегетації не можна компенсувати внесенням його в більш пізній період. Надмірне фосфорне живлення затримує ростові процеси, але прискорює розвиток рослин, знижуючи врожай зеленої маси і зерна. У початковий період росту і розвитку кукурудза потребує достатньої забезпеченості засвоюваними речовинами, тому що проростки мають слабку кореневу систему, тому від поглинання фосфору залежить ріст коренів [103–108].

Потреба в елементах мінерального живлення кукурудзи залежить від тривалості вегетаційного періоду та фази росту й розвитку рослин. Найбільшою вона є в період інтенсивного росту культури – від викидання волотей до початку цвітіння. У цей період рослини кукурудзи споживають близько половини поживних елементів, а до фази молочної стиглості зерна – до 90 % від загального виносу [109].

Оптимальна забезпеченість кукурудзи у критичні фази поживними речовинами є надійним джерелом стійкості рослин до хвороб та несприятливих факторів зовнішнього середовища. Слід враховувати, що в фазу 3–5 листків формуються генеративні органи – кількість качанів на рослині та кількість рядів зерен. В цей період кукурудза росте дуже повільно, а її коренева система слаборозвинена, тому для оптимального росту необхідне забезпечення такими елементами як фосфор, цинк, бор та манган в достатній кількості. Період 7-8 листків кукурудзи характеризується інтенсивним ростом, тому підживлення в цей період збільшує озерненість качанів і підвищує якість зерна. Також зростає потреба в мікроелементах, таких як цинк, марганець, бор, мідь [110].

При вирощуванні високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур поряд з макроелементами (N, P, K, S, Mg, Ca) важливе значення в живленні рослин встановлене ще для чотирнадцяти, найбільше значення мають

шість елементів – Mo, B, Cu, Mn, Co, Zn B (їх вміст у рослинах і ґрунтах досить малий – 0,01–0,001 % на суху речовину) [111–115].

У 80-х роках минулого сторіччя основним джерелом відновлення мікроелементів були органічні добрива, внесення яких на даний час дуже скоротилось через занепад тваринницької галузі. Тому на сьогоднішній день гостро стоїть проблема дефіциту мікроелементів у ґрунті і її вирішення полягає в застосуванні мікродобрив [116, 117].

Зараз ринок мікродобрив стрімко розвивається й за даними міжнародних експертів зростання становитиме 5,5 % щорічно. Завдяки численним вегетаційним і польовим дослідженням вдалося довести важливість усіх можливих елементів живлення і зараз використання мікродобрив входить в основну систему удобрення культур [118, 119].

Ґрунт є основним джерелом мікроелементів, а їх доступність для рослини визначається наявністю рухомих форм. Для молібдену, міді, кобальту і цинку валовий вміст становить –10–15 %, для бору – 2–4 %. У ґрунтах України середній вміст рухомого бору коливається в межах 0,1–2,0 мг/кг, молібдену – 0,03–0,60, цинку – 0,2–2,0, марганцю – 25–190 мг/кг ґрунту [120–122].

Встановлено, що рослини засвоюють з ґрунту лише незначну частину мікроелементів, які знаходяться в рухомій легкодоступній формі, а нерухомі валові запаси мікроелементів можуть бути доступні для рослин після проходження складних мікробіологічних процесів в ґрунті з участю гумінових кислот та корневих виділень. Тому валовий вміст мікроелементів не відображає реальної картини забезпечення рослин мікроелементами [123].

При співвідношенні потреб мікроелементів рослинами з їх кількістю в ґрунті, доведено, що з них рослини використовують менше 1 %, слід також враховувати, що внесення мікроелементів у ґрунт у вигляді їх солей мало ефективно і веде тільки до забруднення та зменшення доступності інших елементів живлення [124, 125].

Дослідники вказують на багатогранну роль мікроелементів в активізації діяльності багатьох ферментів, підвищенні енергії схожості насіння, зменшенні

захворюваності рослин бактеріальними та грибовими хворобами, у підвищенні стійкості рослин до нестачі вологи та низьких температур. Вони впливають на склад хлорофілу в листках, покращують проходження процесу фотосинтезу, збільшують асиміляційну поверхню рослини [126–130].

Залежно від забезпеченості кукурудзи макро- та мікроелементами в розвитку рослин визначають два важливі етапи (критичні фази) – трьох-п'яти та семи-восьми листків. Саме за них в рослин формуються генеративні органи які впливають на формування врожайності, зокрема фосфор має безпосередній вплив на утворення кількості качанів та зерен на рослині. У цей період кукурудза росте слабо, її коренева система слаборозвинута й не може поглинати поживні речовини з важкодоступних сполук, тому для стимулювання росту коренів важливо забезпечити рослини кукурудзи, окрім сполук фосфору, ще й марганцем (Mn), цинком (Zn) та бором (B) [131–133].

Вченими доведено, що зернова кукурудза чутлива до мікроелементів. Їх застосування в передпосівній обробці насіння та позакореновому внесенні є ефективним агрозаходом поповнення біологічних потреб культури. Мікроелементи забезпечують поживу і захист сходів до і після їх появи від несприятливих погодних чинників, активізують і підтримують фотосинтез і азотфіксацію, підвищують ефективність макродобрих, створюють антистресовий ефект від застосування пестицидів, збільшують кількість і якість урожаю. Оптимальне живлення підвищує врожайність на 15–20 % [134, 135]. Серед зернових культур, кукурудза має найвищий винос та коефіцієнт засвоєння мікроелементів із ґрунту. Традиційно цю культуру вважають «індикатором» вмісту мікроелементів в ґрунті. Кукурудза чутлива до їх застосування, особливо цинку (Zn), марганцю (Mn), міді (Cu) та бору (B). За нестачі яких гальмується ріст та розвиток рослин, знижується продуктивність культури. Цинк (Zn) приймає участь у азотному обміні, сприяє синтезу амінокислоти триптофану, яка виступає регулятором росту рослин. Цинк також входить до ферментних систем, які регулюють вуглеводний, жировий, фосфорний обміни та біосинтез вітамінів. Застосування високих доз фосфорних

та калійних, вапнякових добрив, низька температура ґрунту, ущільнення його, низький вміст органічної речовини, високий вміст фосфору (P), кальцію (Ca), магнію (Mg) або міді (Cu) в ньому знижує доступність цинку для рослин [136–138].

Про збільшення площі листкової поверхні та висоти рослин кукурудзи під впливом застосування Моноцинку та мікродобрив Нутривант Плюс, що забезпечувало підвищення врожайності на 0,73–0,97 т/га вказують дослідженнями Захарченко Е. А. [139].

Марганець (Mn) поліпшує засвоєння сполук мінерального азоту, активізує процеси дихання, фотосинтез та ріст кореневої системи. Піщані ґрунти (легкого гранулометричного складу), високий вміст органічної речовини, високий вміст заліза (Fe), міді (Cu) і цинку (Zn) у ґрунті знижують доступність марганцю для рослин. Мідь (Cu) підвищує стійкість рослин до низьких температур повітря, особливо на ранніх фазах, а також посухостійкість та жаростійкість рослин. Мідь також регулює вуглеводний та білковий обміни. Застосування високих доз азотних, вапнякових добрив та високий вміст азоту (N), фосфору (P) та цинку (Zn) в ґрунті знижує доступність міді для рослин [140].

Бор (B) сприяє росту меристемних тканин вегетативних органів та кореневої системи рослин, проростанню пилку в пилкових трубках, підвищує його фертильність, що поліпшує процеси плодоношення та збільшує врожайність кукурудзи. Посушливі умови, високий вміст азоту (N), сполук кальцію (Ca) і калію (K) в ґрунті знижують доступність бору для рослин [141, 142].

Найбільш економічними, серед способів застосування мікродобрив є передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення вегетуючих рослин. Внесені у передпосівній обробці насіння мікродобрива впливають на формування добре розвиненої кореневої системи здатної споживати елементи живлення та стимулювати ріст. Тому у цей період важливо забезпечити рослини кукурудзи окрім сполук фосфору, ще й марганцем (Mn), цинком (Zn) та бором (B). За формування листкового апарату теж необхідне оптимальне

забезпечення цими мікроелементами. У фазах 6–8 листків проходить інтенсивний розвиток вторинної кореневої системи рослин, починають формуватися елементи генеративних органів (качани) та спостерігається інтенсивний ріст листової поверхні, тому зростає потреба в міді (Cu), марганці (Mn), борі (B) та цинку (Zn). За весь період вегетації рослини поглинають до 800 г/га марганцю, 350 – цинку, 70 – бору, 50–60 г/га – міді [143].

Як показали дослідження, найбільше увагу практиків привертають мікродобрива на основі синтетичних та природних органічних кислот. Отримують їх шляхом сполучення катіонів металів (мікроелементів) з молекулами органічних кислот (хелантів) з утворенням стійких сполук - хелатів (з грец. «*chele*» - клішня). Ці високоміцні комплексні сполуки розчинні у воді, повністю засвоюються рослинами, нетоксичні [144–147].

Ступінь (відсоток) і швидкість засвоєння елементів живлення з добрив через листя є значно вищими порівняно із їхнім засвоєнням з мікродобрив, що внесені в ґрунт [148, 149].

Досліди вчених Інституту сільського господарства степової зони НААН проведені в умовах північної підзони Степу України на чорноземі звичайному малогумусному середньосуглинковому на лесі показали, що застосування мікродобрива «Реаком» у передпосівній обробці сприяло зменшенню ураженості насіння та паростків кукурудзи на 56–71 %, збільшило його проростання з 93 до 97 %. Обробка рослин кукурудзи в фазу 3–4 листків і в фазу викидання волоті збільшила збір врожаю на 0,8–1,0 т/га [150].

На чорноземі типовому потужному середньогумусному ґрунті в незрошуваних умовах Північного Степу України Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН високу ефективність (5,8 т/га) було отримано від застосування мікродобрива Наномікс-кукурудза за двократного позакореневого підживлення (2 + 2 л/га) у фазі сходів та 6–8 листків на фоні мінерального азотного живлення карбамідом у дозі 10 кг/га [151, 152].

Дослідження Вінницької державної дослідної сільськогосподарської станції свідчать про приріст урожайності (1,1–2,0 т/га) за листового підживлення добривом Басфоліар 6–12–6 та Солубор ДФ в нормах: перше – 3–5 л/га в фазі трьох-п'яти листків, коли утворюються перші вузлові корені, які є основою кореневої системи; друге – в фазі шести–восьми листків (3–5 л/га), при відмиранні первинної кореневої системи та переході на живлення елементів вторинною кореневою системою. У цій фазі активно наростає листова поверхня рослин кукурудзи, формуються генеративні органи, що спричинює інтенсивне споживання азоту (N), фосфору (P), калію (K), магнію (Mg) та цинку (Zn) [153].

Про підвищення на 0,95–1,05 т/га урожайності зерна кукурудзи в зоні Лісостепу під впливом позакореневого застосування мікродобрива ТМ «Актив-Харвест» вказують дослідження Сухомуд Г. М., Адаменко Д. М., Кравець І. С. та Суханова С. В. [154].

Приріст урожайності 0,41 т/га зерна кукурудзи отримали дослідники Ласло О. О., Дяденко С. С. від позакореневого підживлення препаратом Мікро-Мінераліс у фазу 3–5 листків [155].

Ефективним у гібриду ранньостиглої групи кукурудзи було дворазове комплексне застосування мікродобрив: Моноцинк + Біомаг + Вимпел в фазу 5–7 та 10–12 листків за якого приріст урожайності становив 0,72–1,50 т/га у дослідженнях Поліщука М. І. та Паламарчук О. Д. [156].

Лавриненко Ю. О., Гож О. А., Марченко Т. Ю. та інші дослідники стверджують про результативність застосування у передпосівній обробці насіння кукурудзи мікродобрива «Сизам-Нано» та підживлення рослин у фазу 7 листків «Грейнактив С» за якого урожайність залежно від гібриду до контролю була вищою на 0,94–1,24 т/га [157].

Дослідженнями Худякова О. І. встановлено вплив рідкого комплексного добрива «Оазис» (50 л/га) на збільшенню вмісту білка в зерні кукурудзи та приросту урожайності 1,66–2,97 т/га [158].

Отже, щорічне збільшення асортименту мікродобрив на ринку вимагає наукового пояснення виробникам зернової продукції в доцільності застосування того чи іншого препарату, їх внесення у різні фази розвитку кукурудзи та переваг за економічною ефективністю.

1.4 Вплив морфорегуляторів на формування елементів продуктивності рослин

Високоєфективними й найменш витратними розробками вітчизняної аграрної науки за останні роки є регулятори росту рослин, придбання яких окупаються приростами урожаїв у сотні разів. Їх застосовують як у передпосівній обробці насіння, так і позакореновому внесенні. У світі вивчено дію понад 4,5 тисяч природних і синтетичних регуляторів росту, але вони не замінюють дію мінеральних добрив [159–164]. Тому пошук і добір високоєфективних і конкурентоспроможних стимулюючих препаратів у різних ґрунтово-кліматичних зонах залишається актуальним питанням.

Для підсилення резистентності кукурудзи до абіотичних стресів в умовах засолення, рекомендують використовувати дешеві нетоксичні регулятори росту Метіур (10'3М та 10'4М) які збільшували масу 1000 насінин, при цьому зростала індивідуальна зернова продуктивність рослин кукурудзи на 26 % та натура зерна [165, 166].

Регулятори росту являють собою збалансований комплекс біологічно активних речовин, які активізують в рослинах основні життєві процеси. Під їх дією прискорюється наростання зеленої маси і кореневої системи, а тому активніше використовуються живильні речовини ґрунту і добрив, зростають захисні властивості рослин (стійкість до захворювань, високих і низьких температур, засухи). В результаті, за незначних витратах без зміни технологічних процесів регулятори росту підвищують урожайність сільськогосподарських культур та поліпшують якість вирощеної продукції [167, 168].

Збалансованим комплексом біологічно активних речовин, які активізують в рослинах основні життєві процеси є регулятори росту. Які активніше використовуються поживні речовини з ґрунту і добрив під дією яких прискорюється наростання зеленої маси і кореневої системи та захисні властивості рослин (стійкість до захворювань, високих і низьких температур, засухи) [169].

Їх вплив проявляється на процеси життєдіяльності шляхом збалансованості гормонального статусу організму. На фізіологічному рівні рослин вони сприяють кращому живленню, підвищують фотосинтез, дають можливість рослині максимально використати свій потенціал, що забезпечує підвищення врожайності [170–173].

Вплив регуляторів росту на зростання продуктивності посівів пов'язаний з тим, що вони сприяють передачі генетичної інформації, прискорюють поділ клітин, збільшують життєдіяльність клітин рослинних організмів, підвищують проникність міжклітинних мембран та прискорюють в них біохімічні процеси. Під їх впливом проходить посилення процесів живлення, дихання й фотосинтезу, що підвищує використання добрив на 20–30 %. Завдяки цим препаратам підвищується стійкість посівів до несприятливих погодних умов і до ураження їх шкідниками й хворобами. Для зняття стресових ефектів пестицидів, регулятори росту рослин набувають великого значення в сучасних технологіях No-Till та Mini-Till [174–183].

Багатченко В. В. [184] в умовах Правобережного Лісостепу рекомендує застосовувати на кукурудзі препарати біологічного походження – Мікробіофіт та Вермибіогумат шляхом обробки насіння (1,0 л/т) та обприскування рослин в фазу 7–8 листків (1,5 л/га) які допомагають рослинам повністю реалізувати свій генетичний потенціал за сприятливих умов зони вирощування і сформувати максимальну врожайність насіння кукурудзи. Вони впливають на підвищення енергії проростання та схожості насіння гібридів: Ріст СВ (96,0, 98,0 %), Рушник СВ (92,0, 96,0 %), Річка С (96,0, 98,0 %), ліній УР 9 ЗС (92,0, 96,0 %),

що обумовлювало більш дружні (на 1–2 доби раніше) сходи, швидке наростання біомаси та більшу конкурентоспроможність рослин [185].

Для стимуляції росту й розвитку 20 видів культур: зернових, зернобобових, технічних, кормових, овочевих, ягідних, квітів, С. П. Пономаренко рекомендує регулятор росту Емістим С, що виробляється шляхом культивування мікоризних грибів із кореневої системи цілющих рослин, який містить збалансований комплекс природних ростових речовин – фітогормонів, ауксинової, цитокінінової та гіберелінової природи, вуглеводи, амінокислоти, насичені та ненасичені жирні кислоти, мікроелементи [186].

Дорошенко О. Л. стверджує, що вітчизняні біостимулятори росту рослин: емістим С, альфа, гарг, агростимулін, протон, триман, віталін за своїми техніко-екологічними показниками перевищують світові аналоги та ефективно збільшують енергію проростання насіння гречки і підвищують польову схожість на 11,5–12,5 % [187].

Високу ефективність біостимуляторів росту (агростимуліну, трептолему) на продуктивність соняшнику дослідив А. В. Дудник [188].

Анішин Л. О. стверджує, що під впливом застосування регуляторів росту рослин підвищується біологічна й господарська ефективність рослинництва, знижується вміст важких металів і радіонуклідів у кінцевій продукції, інтенсифікується розвиток азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих бактерій [189, 190].

Регулятори росту рослин вирізняються значною антистресовою дією, що доведено численними дослідженнями вітчизняних і світових науковців [191–197].

За даними М. М. Макрушина, регулятори росту вкрай необхідні для розвитку кореневої системи рослин [198, 199].

Філоненко С. В., рекомендує бурякосіючим господарствам зони нестійкого зволоження застосовувати регулятор росту «Марс-1» двічі: перший раз – у фазі чотирьох пар справжніх листків, другий – перед змиканням листя у міжряддях (норма для кожного внесення – 0,8 л/га), що сприяє зростанню продуктивності

культури, покращенню технологічних якостей коренеплодів і збільшенню виходу цукру [200].

Висновки до розділу 1

Підвищення врожайності кукурудзи повинне відбуватися не шляхом розширення посівних площ, а за рахунок впровадження більш продуктивних гібридів різних груп стиглості вітчизняної селекції й наукового обґрунтування процесів формування урожайності під впливом погодних факторів й удосконалених агротехнологій їх вирощування, які включають невід’ємні елементи: передпосівну обробку насіння, норми висіву насіння та рівень мінерального живлення.

Удосконалення ефективних елементів технології живлення рослин, які включають основне застосування макро добрив та додаткове – мікродобрив. В умовах Карпатського регіону на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах потрібно надавати перевагу новим гібридам універсального призначення: як на зерно, так і на зелену масу, які мають достатню екологічну пластичність, швидкі темпи початкового росту рослин, формують потужну кореневу систему, міцне стебло й характеризуються стійкістю до вилягання та доброю віддачею вологи під час дозрівання зерна з потенційною врожайністю зерна від 9 до 12 т/га, зеленої маси – 46–50 т/га, вмістом сухих речовин – 32–34 %, білка – 9,8–10,2 %, крохмалю – 72–74,6 %, забезпечують високу рентабельність виробництва. Враховуючи біогеохімічну нестачу поживних мікроелементів у ґрунтах Західного Лісостепу, в технології вирощування кукурудзи потрібно застосовувати їх хелатні форми як для передпосівного оброблення насіння, так і позакореневого внесення.

Збільшення валових зборів кукурудзи залежить від підвищення продуктивності гібридів в інтенсивних технологіях вирощування, за рахунок збалансованої системи живлення рослин яка включає внесення мінеральних добрив і мікродобрив у різні фази розвитку культури. Досліджень з цього

напрямку в різних ґрунтово-кліматичних зонах проведено достатньо, однак вони потребують уточнень в зв'язку з впровадженням у сільськогосподарське виробництва нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості та наявності на ринку форм мінеральних добрив і мікродобрив, регуляторів росту, що вимагає наукових обґрунтувань.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу

Зона Західного Лісостепу України характеризується помірно-теплим кліматом з достатньою кількістю опадів на заході, а малою – на півдні. У середньому за січень мінусові температури у межах 7–8 °С спостерігаються в південній частині, а в напрямку до заходу поступово підвищується й становить – 4–6 °С. У липні середня температура повітря становить 18–19 °С, у східній його частині – 19–20 °С. Безморозний період на більшій частині території зони в середньому становить 160–170 діб. Останні морози на весні закінчуються в першій декаді квітня. Територія ґрунтово-кліматичної зони відноситься до надмірного зволоження. За рік випадає біля 670–880 мм опадів, з яких 72 % припадає на літній період [201, 202].

Загальною особливістю досліджуваної зони є різноманітність. Прохолодне літо і тепліша порівняно з іншими зонами зима. Поступовим і тривалим є перехід від однієї пори року до іншої. Вологість повітря майже ніколи не знижується до критичної. У ґрунті частіше спостерігається надлишок вологи, аніж її нестача. Відновлення вегетаційного періоду припадає на середину березня – початок квітня, а на початку листопада – закінчується. У середньому тривалість вегетаційного періоду становить 210 діб. Рівномірним є перехід середньодобової температури повітря через 10 °С весною, за середньобагаторічними даними це третя декада квітня, а восени зниження припадає на першу декаду жовтня. Даний період з вищою середньодобовою температури за 10 °С триває біля [203].

Територія зони Західного Лісостепу належить до помірно теплої, достатньо зволоженої кліматичної зони, оскільки суми температур повітря понад $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ тут сягають $2300\text{--}2600\text{ }^{\circ}\text{C}$, а ГТК за той самий період дорівнює $1,5\text{--}1,8$. Перехід від одного сезону року до іншого відбувається досить повільно. Для характеристики початку та кінця сезонів року умовно прийнято дати переходу середніх добових температур повітря через певні межі та дати утворення і руйнування сталого снігового покриву.

Початок весни пов'язується з переходом середньої добової температури повітря через 0° , що буває переважно в першій декаді березня. Тривалість весняного періоду $2,0\text{--}2,5$ місяця. Він характеризується зменшення хмарності та інтенсивним зростанням температури. Найбільше потепління спостерігається протягом квітня і травня. Під впливом переміщення теплих мас повітря із заходу починається інтенсивне руйнування сталого снігового покриву і остаточне його танення. Після звільнення території від снігового покриву відмічається загальне підвищення температури. Так, середня температура повітря о 13⁰⁰ год. в квітні становить $10\text{--}11\text{ }^{\circ}\text{C}$, у травні близько $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальна досягає $27\text{--}31\text{ }^{\circ}\text{C}$. В окремі роки, навіть наприкінці травня і на початку червня, спостерігаються нічні приморозки в повітрі. У весняний період збільшується кількість опадів, які наприкінці весни набувають зливового характеру [204].

Настання літа відбувається з переходом середньої добової температури повітря через 15°C , що настає в третій декаді травня. Кінець літа настає з переходом середньої добової температури повітря через $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до нижчих температур. Середня добова температура повітря о 13⁰⁰ год у червні – серпні дорівнює $20\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальна, що припадає на липень, сягає $35\text{--}36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Літо тепле, переважно дощове, триває в середньому $3,0\text{--}3,5$ місяці. Найбільше опадів припадає на червень-липень. Дощі випадають переважно зливові, тому розподіл їх по території нерівномірний. Затяжні дощі влітку бувають рідко, число днів з опадами в червні – 16, у липні і серпні – 15. У літній період температура зростає повільніше, ніж весною [205].

У перших числах жовтня починається спад середньої добової температури через 10 °С, що характеризує початок осені з нічними приморозками, поступовим зниженням температури. Між кінцем літа і початком осені спостерігається теплий передосінній період, що триває 20–25 днів з середньою добовою температурою повітря понад 10 °С, але нижчою за 15 °С. Кінець осені відзначається збільшенням хмарності, частими туманами й збільшенням опадів, які набувають затяжного характеру. Восени днів з дощами більше, ніж влітку. Наприкінці жовтня і на початку листопада відбувається зворотній перехід середньої добової температури через 5 °С та закінчується вегетаційний період. На фоні загального зниження температури часто бувають тимчасові потепління, які зумовлені переміщенням теплих мас повітря з південно-східних районів [206].

Кінець осені і початок зими характеризуються переходом середньої добової температури через 0 °С, що буває наприкінці листопада. У цей час спостерігається передзимовий період з несталим температурним режимом, частими змінами погоди, що триває близько місяця. З переходом середньої добової температури повітря через –5 °С і утворенням снігового покриву встановлюється зимовий режим погоди. Кінець зими настає після руйнування сталого снігового покриву. Тривалість зими близько 3,0–3,5 місяця. Для зимового періоду характерні часті відлиги, можливі підвищення температури до 10–15 °С тепла. В окремі роки бувають і холодні зими, коли абсолютні мінімуми температури повітря можуть сягати –35 °С. Середня температура повітря найхолоднішого місяця січня – 4, –5 °С. У зимовий період переважає хмарна погода з частими, але невеликими опадами. Найменша кількість опадів буває взимку, місячна сума їх не перевищує 20–40 мм [207].

У зоні Лісостепу Західного найбільш поширеними ґрунтами є темно сірі та сірі опідзолені – 1359,5 тис. га, дерново-підзолисті – 1209,0 тис. га, лучні і лучно-болотні – 199,0 тис. га, бурі лісові – 199,4 тис. га, чорноземи – 82,2 тис. га [208, 209].

У структурі ґрунтового покриву даної ґрунтово-кліматичної зони, сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти займають понад 50 %, основна ґрунтоутворююча їх порода це лесовидні суглинки. Світло-сірі, сірі опідзолені ґрунти і їх змиті та глееві різновидності охоплюють площу 108,0 тис. га орних земель. Ці ґрунти характеризуються не глибоким гумусовим горизонтом (20–30 см), легкосуглинисті, зрідка супіщані, за механічним складом безструктурні, розпилені, слабогумусні (до 2 %), кислі. Ступінь кислотності у них різний, в більших випадків слабокислі ($\text{pH} < 5$), гідролітична кислотність 5–6 мг-екв/100 г ґрунту, недостатньо забезпечені рухомими поживними речовинами, особливо азотом [210].

За якістю гумусу ясно-сірі лісові ґрунти наближуються до дерново-підзолистих ґрунтів, але вміст гумусу в їхньому складі залежить від окультуреності, агротехніки, системи удобрення, сівозмін, тривалості обробітку. Забезпеченість лужногідролізованим азотом низька, інколи середня, фосфором – середня і вище середня, калієм – середня. Ці ґрунти слабо кислі в низинних районах і кислі у передгірських і гірських. Дуже бідні на гумус (в орному шарі його лише 0,8–1,0 %, а з глибиною зменшується до 0,25 %), сильно-кислі ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ становить 4,1–4,2, гідролітична кислотність – 3,2–4,1 мг-екв/100 г ґрунту), сума увібраних основ – 11,7–22,8 мг-екв/100 г ґрунту, насиченість основами – 75–88 %. За даними аналізів в орному шарі світло-сірих і сірих ґрунтів вміст азоту складає 0,05–0,10 %, загальна кількість фосфору – 0,07–0,12 %. У зв'язку з безструктурністю ці ґрунти мають несприятливі водно-фізичні і агротехнічні властивості. Дуже бідні на валові форми азоту, фосфору й одночасно калієм добре забезпечені [211].

За природною родючістю ясно-сірі лісові ґрунти поділяються на три групи. До першої групи відноситься слабогумусоаккумулятивний підтип поверхнево оглеєного виду, який має 28–38 балів природної родючості. Другу групу представляє помірно слабогумусоаккумулятивний підтип з 40–65 балами. Третя група ясно-сірих ґрунтів характеризується природною родючістю в межах 70–80 балів [212, 213].

2.2 Особливості погодних умов у роки проведення досліджень та агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок

Невід’ємний компонент будь-якої екосистеми, в тому числі й агрофітоценозу (АФЦ) представляють абіотичні фактори. Їх особливість полягає в тому, що вони і нині залишаються некерованими з боку людини, сягаючи інколи рівня, котрий викликає стрес у культурних рослин. Запобігти розвитку патологічних станів, які супроводжуються зменшенням врожайності можна за допомогою відповідно добраних агротехнічних засобів, але для цього необхідно знати, які саме зміни відбуваються у фізіологічному стані рослин за тих чи інших кліматичних умов. Найважливішими із них для росту і розвитку рослин є температура повітря і вологість (кількість опадів).

Погодні умови в роки досліджень мали свої особливості. Вегетаційний період 2019 р. був не типовим і відрізнявся від середньобагаторічних показників (рис. 2.1, дод. А.1–А.3).

Перехід температури повітря через 5 °С відбувся у першій декаді березня, а через 10 °С – у другій квітня.

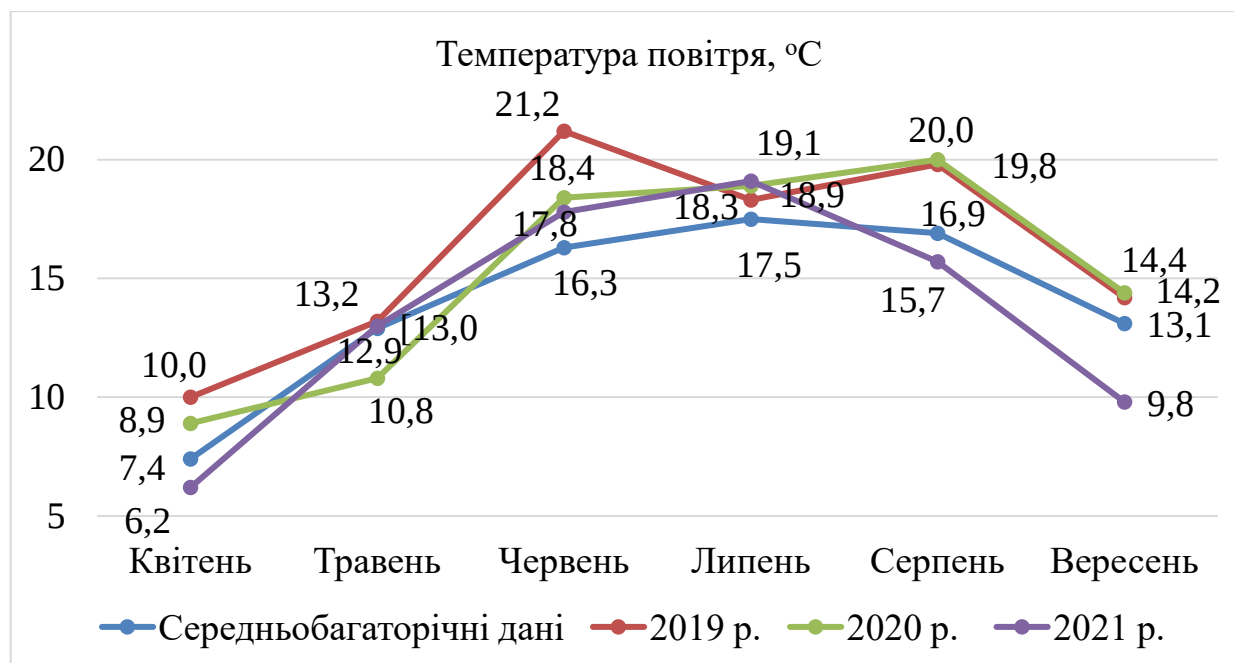


Рис. 2.1 Середньомісячна температура повітря за період вегетації кукурудзи (2019–2021 рр.), °С

Строки сівби кукурудзи було зміщено на першу декаду травня. Велика кількість зливових опадів, яка випала в цей період становила 79,1 мм за середньобагаторічного показника 30 мм, що становило 264 %. В цілому в травні температурний режим був в межах норми 13,2 °C (12,9 °C), сума опадів становила 149,6 мм (85 мм), або 176 %, що вплинуло на ущільнення ґрунту. Повну появу сходів гібридів кукурудзи відмітили на 18 добу після сівби.

Весна була ранньою, перехід через 5 °C відбувся в першій декаді березня, а через 10 °C – у третій квітня. Температура травня I декади була нижчою на 2,1 °C з вищою кількістю опадів на 53 %. Друга та третя декади травня – вища температура (14,3 та 15,9 °C) та надмірне зволоження, відповідно на 164 та 74 % більше випало в порівнянні з середньобагаторічними даними. Вищі температурні режими на 4,9 і 0,8 °C, спостерігали в червні і липні за меншої кількості опадів, відповідно 57 і 80 % до середньобагаторічних показників, у серпні – з дещо більшою кількістю опадів (на 11,4 мм). У вересні температура повітря була вищою на 1,1 °C, а кількість опадів становила 87 %.

Наростання температурного режиму через 10 °C та достатня вологозабезпеченість ґрунту в 2020 р. обумовили проведення сівби гібридів кукурудзи в першій декаді травня (рис. 2.2, див. дод. А.1–А.3).

У другій і третій декадах температура повітря була нижчою на 2,6 °C, а кількість опадів становила 125 і 178 % до середньобагаторічних показників. Вологість ґрунту в шарі 0–20 см була достатньою 37,7–40,3 мм, однак перепад низьких денних (до 5 °C) і нічних температур повітря обумовили появу сходів через 20–22 діб після сівби.

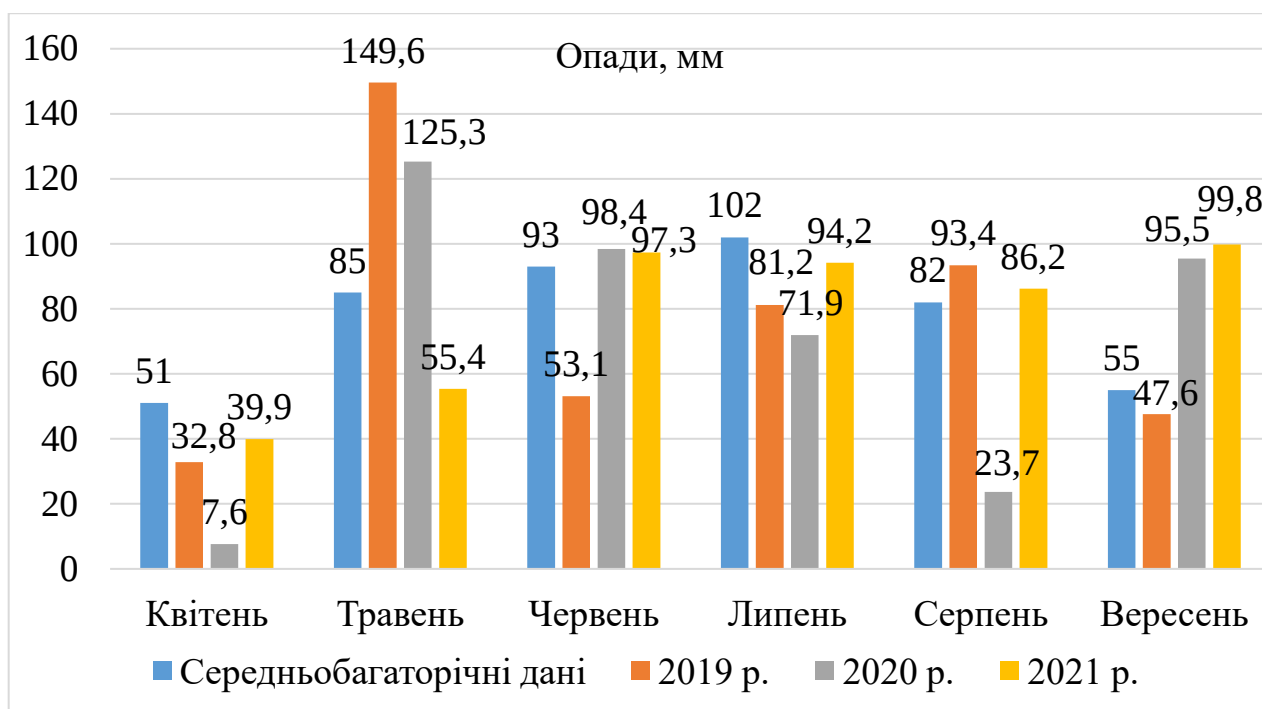


Рис. 2.2 Кількість опадів за період вегетації кукурудзи (2019–2021 рр.), мм

Погодні умови I декади червня були в межах норми, а в II і III спостерігали вищу температуру повітря на 3,4 і 2,8 °C за оптимальної кількості опадів. У перший період кукурудза росте повільно, тому фази розвитку затягнулися: 3–5 листків відмічена 1–2, а 6–8 листків – 22 червня. Середньомісячна температура повітря за липень становила 19,1 °C (за норми 17,5 °C), кількість опадів була меншою 71,9 мм (середньобагаторічна – 102 мм), тобто до появи волоті підвищення температури вище 25 °C не спостерігали. Продуктивна вологість ґрунту в орному шарі 0–20 см становила – 37,8–41,3 мм, а в 20–40 см – 36,2–38,4 мм.

У період між цвітінням і появою ниточок качана температура повітря була на рівні 30 °C, а вологість повітря недостатньою, що збільшило часовий проміжок між цвітінням волотей і качанів до 7 діб, це ймовірно спричиняло зневоднення й втрати життєздатності пилку, всихання ниток качанів, а внаслідок обумовило незначну череззерницю.

Від викидання волоті до молочної стиглості зерна (критичний період коли проходило інтенсивне накопичення сухих речовин) вміст продуктивної вологи

в орному шарі ґрунту знаходився в межах 19,8–27,2 мм залежно від його типу, механічного складу, рівня окультуреності, застосовуваної системи удобрення.

З 20 до 26 серпня продовжувала утримуватися погода без істотних опадів і з підвищеним температурним режимом. Середньодобові температури повітря знаходилися в межах 19,3–21,5 °С й перевищували норму (16,8 °С – у II та 15,8 °С у III декадах серпня) на 2,6–5,7 °С. Максимальну й мінімальну температури повітря відзначено в одну і ту саму добу (22.08), і вони відповідно дорівнювали 28,8 та 13,0 °С.

Опади випали в кількості 3,0 мм, їх дефіцит спостерігали з II декади липня – 80 % від норми, III декада – 7; I декада серпня – 16, II декада серпня – 18 %, лише 31 серпня випало 26 мм, що на рівні середньобагаторічного показника 24 мм. На 01.09 кукурудза знаходилася в 79 фазі (ВВСН). Запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту були на рівні 167–179 мм, що є задовільним для формування зерна. На рослинах відмічено незначне ураження гельмінтоспоріозом листя.

Квітень 2021 р. був холодний з нижчою на 1,2 °С температурою повітря та кількістю опадів яка становила 78 % до середньобагаторічних показників (дод. А.3). У першій декаді травня спостерігали незначне зростання температурного режиму (на 1,5 °С), а в другій і третій на рівні середньобагаторічних, кількість опадів по декадах була меншою, відповідно: 68 %, 64 і 64 %. За таких умов продуктивна вологість ґрунту в посівному шарі – 10 см становила 34,2 мм. Метеорологічні показники червня і липня характеризували вищою на 1,5 °С і 1,6 °С температурою і кількістю опадів в межах середньобагаторічних показників. У серпні температурний режим був вищим на 1,2 °С, а кількість опадів становила 10,5%. Холодним і вологим був вересень.

За роки досліджень ГТК варіював від 1,62 до 1,71, що є в межах норми (1,1–1,6) прийнятої для Західного Лісостепу (рис. 2.3).

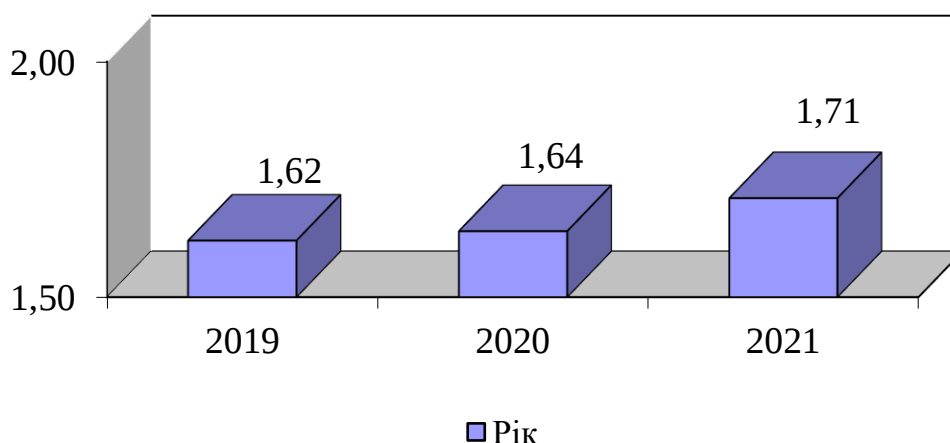


Рис. 2.3 Рівень зволоження (2019–2021 рр.)

Примітка. ГТК – рівень зволоження: 0,5–0,7 – слабке; 0,8–1,0 – середнє недостатнє; 1,1–1,5 – оптимальнє; > 1,6 – надлишкове.

Досліди було закладено на сірому лісовому, поверхнево-оглеєному, легкосуглинковому ґрунті з невисоким (за Тюріним) вмістом гумусу в орному шарі (0–20 см) – 1,7–1,8 %. Вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) був низьким – 89,6 мг/кг ґрунту. Забезпечення рухомим фосфором і обмінним калієм (за Кірсановим) – середнє, відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. Сума увібраних основ становила – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, а реакція ґрунтового розчину була слабокислою (рНсол. – 5,4).

За вмістом мікроелементів сірі лісові поверхнево оглеєні ґрунти характеризували середнім забезпеченням В (0,67 мг/кг ґрунту), низьким – Mg (21,99), Со (0,56), Си (1,68) і високим – Zn (0,59 мг/кг ґрунту).

2.3 Схеми дослідів та методика проведення досліджень

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2019–2022 рр. на полях сівозміни відділу насінництва та насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України.

Загальна площа посівної ділянки 60 м², облікова 50 м². Повторність – триразова, розміщення варіантів – систематичне.

Агротехніка вирощування кукурудзи за виключенням факторів, які поставлені на вивчення – загальноприйнята для культури в даній зоні. Попередник, ріпак озимий. Строк сівби – оптимальний (II декада травня). Норма висіву насіння гібридів – 80 тис. схож. нас./га. (ранньостиглі) і 75 тис. схож. нас./га (середньоранні). Фунгіцидний протруйник – авіценна (0,5 л/т, д.р. – тебуконазол, 50 г/л + прохлораз, 250 г/л + крезоксим-метил, 50 г/л). Гербіцид – аденго (0,5 л/га, д.р. - ізоксафлютол, 225 г/л + тієнкарбазон-метил, 90 г/л + ципросульфамід 150 г/л). Інсектицид: залп (1,2 л/га, д.р. – хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л).

У досліді 1 вивчали ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи: Почаївський 190 МВ, ДН Меотида, ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ (оригінація – Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро) залежно від погодних чинників. Технологія вирощування – базова. Фон мінерального живлення $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Вплив мікродобрив за передпосівної обробки насіння: 1 – без обробки насіння (контроль); 2 – оракул насіння, 1,0 л/т; 3 – брексіл Комбі, 0,5 кг/т; 4 – валагро ЄДТА мікс 5, 0,2 кг/т (фактор А) на продуктивність гібридів кукурудзи: Почаївський 190 МВ, ДН Меотида, ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ (фактор В) та ефективність листового застосування мікродобрива оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у різні фази розвитку культури: ВВСН 13–15 (3–5 листків), ВВСН 16–18 (6–8 листків), ВВСН 59 (повна поява волоті) на фоні мінерального живлення $N_{120}P_{90}K_{90}$, вивчали в досліді 2.

У досліді 3 обґрунтовували реакцію гібридів кукурудзи різних груп стиглості (фактор А) за норм висіву насіння: 80 і 75 тис. схож. нас./га (фактор В) на удобрення: 1 – без добрив (контроль), 2 – $N_{120}P_{90}K_{90}$, 3 – $N_{150}P_{90}K_{90}$ (фактор С).

Дослідження проводили за методиками: польова схожість насіння, збереження рослин до збирання, фенологічні спостереження за рослинами – Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою : методичні рекомендації [214]. Фітопатологічна оцінка

рослин – Облік хвороб і шкідників сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан та ін. [215]. Визначення площі листової поверхні рослин та чисту продуктивність фотосинтезу кукурудзи – Петерсон Н. В., Черномирдіна Т. О., Куриляк Є. К. Практикум з фізіології рослин : навчальний посібник [216]. Визначення морфо-біологічних показників – Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергеев В. В. Рослинництво : лабораторно-практичні заняття. Ч. І. *Зернові культури* : навчальний посібник [217]. Урожайність зерна кукурудзи визначали за методикою проведення експертизи сортів на придатність до поширення в Україні, 2016 [218]. Посівні якості насіння гібридів кукурудзи – згідно ДСТУ 2240-93; ДСТУ 4138-2002; ДСТУ 4525:2006 [219–221]. Економічну оцінку – Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рибка В. С. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) [222]. Загальну статистичну обробку даних досліджень проводили згідно методики Л. О. Атраментової [223].

Параметри варіювання, коефіцієнти кореляції, регресії, достовірність розрахованих показників визначали за методикою Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П., 2009 [224].

Систематизацію, формування бази даних, математичне обрахування, набір таблиць і рисунків, написання тексту роботи здійснювали на сучасному персональному комп'ютері за допомогою спеціальних прикладних програм: Microsoft Word 2010 та Microsoft Excel 2010.

2.4 Характеристика гібридів кукурудзи та досліджуваних препаратів

Почайівський 190 МВ – простий гібрид ранньостиглої групи (ФАО 190) інституту – Державна установа Інститут сільського господарства степової зони НААН (м. Дніпропетровськ), зернового напрямку використання. У Реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2009 р. Рекомендований для зон вирощування Лісостепу, Степу. Рослини характеризуються висотою 190–200 см, не кущаться. У них качан довжиною 18–20 см циліндричної форми.

Кількість рядів зерен становить 16–18 шт., а зерен в ряду 36–38 шт. Червоного кольору стрижень. Вихід зерна складає в середньому 80–85 %. Висота кріплення качанів – 60–70 см. Зернівка жовта, зубовидна. Маса 1000 зерен – 270–280 г. Передзбиральна густота рослин для зони Лісостепу 75–80 тис. шт/га. Стійкість до вилягання 7 балів, холодостійкість – 7, посухи – 7, ураження основними хворобами – 7, пошкодження шкідниками – 7 %. Забезпечує потенційну врожайність зерна 11,0–12,5 т/га. Добре реагує на покращання умов вирощування. Характеризується інтенсивною вологовіддачею та низькою передзбиральною вологістю зерна.

Універсальний, холодостійкий гібрид *ДН Меотида*. є трьохлінійним, ранньостиглим з ФАО 190. Занесений до Державного реєстру сортів з 2018 р. Оригінатор – Інститут зернових культур НААН.

ДН Меотида зернового і силосного напрямку використання. Рослина висотою 240–250 см, не кущиться. Качани кріпляться на висоті 90–100 см. Качан конусно-циліндричної форми довжиною 22–24 см. Число рядів зерен на качані 14–16, стрижень червоний. Вихід зерна 78–80 %. Зерно жовте, кременисто-зубоподібне округло-продовгуватої форми. Маса 1000 зерен 280–290 г. Характеризується інтенсивною вологовіддачею зерном і добре реагує на покращання умов вирощування, витримує тривалий перестій рослин після дозрівання, стійкий до вегетативного вилягання і враження головними хворобами та шкідниками. Відрізняється високою витривалістю до ранньовесняного похолодання, стійкий до посухи та жару. Добре зарекомендував себе в екологічному випробуванні як в південних, так і в північних регіонах країни. За роки випробування в степовій зоні врожайність зерна була на рівні 6,5–7,0 т/га, а в лісостеповій та в Поліссі 10,0–12,7 т/га, при збиральній вологості зерна 15,5–15,7 %. Зона вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся.

ДН Хортиця – простий модифікований середньоранній гібрид (ФАО 240). Оригінатор Державна установа Інститут сільського господарства степової зони. У Державному реєстрі з 2016 р. Зернового напрямку використання. Зона вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся. Високорослий (230–240 см), не

кущистий з кріпленням нижнього качана на рівні 100–110 см. Форма качана циліндрична з червоним стрижнем. Його параметри становлять: довжина – 21–23 см, кількість рядів – 14–16 шт. Зерно світложовто–помаранчеве, зубоподібне масою 1000 зерен 260–270 г та виходом зерна 83–84 %. Гібрид характеризується високою стійкістю до вилягання і враження головними хворобами та шкідниками, однак витривалість до перестою «на корені» – низька, тому для зимового збирання не придатний. Гібрид дуже інтенсивної вологовіддачі зерном і добре реагує на покращання умов вирощування. Холодостійкий, посухостійкість та жаростійкість середня. На завершальних етапах вегетації високі температури повітря є небезпечними. Густота стояння рослин в зоні Степу 55–60 тис. шт./га, Лісостепу – 80, Полісся – 90–100 тис. шт./га. Потенційна врожайність зерна 13,0–13,5 т/га.

Оржиця 237 МВ – простий модифікований середньоранній гібрид (ФАО 230). Занесений до Державного реєстру сортів рослин в Україні з 2010 р. Гібрид характеризується поєднанням високої урожайності та швидкої втрати вологи за збирання зерна. Рослина високоросла – 250–260 см, не кущиться, стійка до ламкості стебла. Качан довжиною – 20–21 см, число рядів зерен на качані – 16–18, зерен в ряду – 34–36, стрижень червоний. Густота стояння рослин в Лісостепу – 75–80, Полісся – 80–85 тис. шт./га. Потенційна врожайність зерна – 11,0–12,0 т/га.

Оракул насіння (виробник НВО «Долина») – унікальне рідке мікродобриво для обробки насіння, яке містить фосфор, що знаходиться у складі органічної молекули, яка виступає в ролі хелатоутворювача та легко і швидко проникає в тканини. Калій у складі добрива стимулює схожість насіння і поділ клітин.

До складу мікродобрива входять калій, сірка, мідь, марганець та молібден завдяки яким рослини добре засвоюють підвищені дози добрив, мають кращий розвиток кореневої системи, зимостійкість, та стійкість до вилягання.

Брексіл Комбі – інноваційна розробка компанії Walagro (Італія), яка представляє комплекс мікроелементів хелатизованих новим видом сполуки LPCA- лігнінполікарбоксіловою кислотою. Це універсальне мікродобриво для

кукурудзи, який включає сім важливих елементів: MgO (6,0 %), B (1,2), Cu (0,8), Fe (0,6), Mo (1,0), Mn (0,7), Zn (5,0 %).

Валагро ЄДТА мікс 5 - комплексне швидкорозчинне добриво, в кожній мікрогранулі якого містяться всі необхідні рослинам мікроелементи семи незамінних для фізіології рослин, збалансованих у пропорціях, подібних до природного співвідношення у тканинах: MgO (9,0 %), Fe (4,0), Mn (4,0), B (0,5), Mo (0,1), Zn (1,5 %). Склад мікродобрива ідеальний для передпосівної обробки насіння всіх культур і добре поєднується з протруйниками.

Оракул мультикомплекс – комплексне універсальне мікродобриво, виробник міжнародне об'єднання підприємств «Долина».

Норма застосування на кукурудзі 1–2 л/га у фазу 3–5 і 7–8 листків. У склад добрива входять як основні елементи живлення (NPK) так і мікроелементи у хелатній формі: Mn, Co, Cu, Fe, Zn. Етідренова кислота, як хелатуючий агент утворює високостійкі хелати з металами. Розкладаючись вона утворює легкозасвоювані з рослинами з'єднання. Іони кальцію які підтримує добриво в розчиненому стані зменшують утворення в клітинах рослин нерозчинних сполук кальцію з оксалатами і сприяє більш тривалому його використанню та частково усувають його недолік при активації ферментів. Останні в свою чергу регулюють в клітинах потік руху води.

Висновки до розділу 2

Аналіз ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу підтверджує про підвищення температурного режиму та достатню кількість опадів за останні роки, що відповідає вимогам культури кукурудзи і дозволяє провести об'єктивну, комплексну оцінку за морфолого-біологічними ознаками та господарсько – цінними показниками гібридів.

Низька природня родючість ґрунтів досліджуваної зони є одним із факторів отримання низьких врожаїв кукурудзи. Підвищення продуктивності культури можна досягнути за збалансованої системи живлення рослин

(мінеральними добривами, мікродобривами) з врахуванням реакції гібриду на запропоновані норми і їх корегування до різних фаз розвитку культури.

При плануванні дисертаційної роботи використані сучасні методи наукової роботи. Дослідний матеріал включає вітчизняні гібриди, нові форми мінеральних добрив, мікродобрив та морфорегуляторів, що відповідає сучасним світовим тенденціям.

РОЗДІЛ 3

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ

Без досліджень закономірностей росту й розвитку рослин кукурудзи в окремі міжфазні періоди вегетації за різних умов вирощування, вивчення впливу природних та агротехнічних чинників на формування господарської цінної частини врожаю практично неможливо досягнути високого рівня врожайності цієї культури. Слід підкреслити, що кожен етап в онтогенетичному розвитку характеризується визначеними вимогами вирощування, які треба враховувати при плануванні технологічного процесу та його практичної реалізації з коригуванням на поточні погодні та господарсько-економічні умови. Для отримання максимальних урожаїв на високому агрофоні; середньо пластичних, з широким адаптивним потенціалом – для відносно стабільних урожаїв на полях з нестабільним агрофоном і високостабільних – для гарантованого врожаю в умовах змінних метеорологічних чинників на бідних за поживним складом ґрунтах обумовлює вирощувати в кожному господарстві спектр гібридів з різним типом реакції на мінливість умов середовища. У вирощуванні кукурудзи потрібно чітко визначитися з потенційними можливостями зони вирощування та конкретного поля для зниження впливу стресових факторів. Невдалий вибір гібридів та неправильне використання є однією з причин низьких урожаїв, що обумовлює пошук шляхів оптимізації умов вирощування рослин різних біотипів, а також дослідження адаптивних функцій і агроценотичної стійкості новостворених гібридів [225–227].

Саме за ознаками адаптованості до умов конкретної ґрунтово-кліматичної зони, високої й стабільної врожайності та низької передзбиральної вологості зерна потрібно проводити добір гібридів. З метою підвищення економічної ефективності вирощування зерна та зниження впливу негативних чинників,

доцільно дотримуватись орієнтовного співвідношення, зокрема: для зони Лісостепу – 35 % ранньостиглої групи, 50–55 % – середньоранньої, 10 – 15 % середньопізньої; для зони Полісся – 100 % ранньостиглої групи [228–230].

Кліматичні умови зон вирощування в Україні відзначаються надзвичайною різноманітністю, кожна з яких має свої ґрунтові особливості, умови зволоження та температурний режим [231] (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Кліматичні умови зон вирощування кукурудзи
(середньобагаторічні дані за 1989–2008 рр.)**

Ґрунтово-кліматична зона	З температурою вище 10 °С				Річна сума опадів, мм
	тривалість періоду, діб	сума ФАР, МДж/м ²	сума температур, °С	ГТК	
Лісостеп	161	1491	2660	1,2–1,6	547–632
Полісся	157	1432	2595	1,4–1,9	609–738

Температурний фактор вносить істотні обмеження в ріст і розвиток рослин кукурудзи, оскільки за вирощування на зерно потреба в теплових ресурсах обмежується датою стійкого переходу середньодобових температур повітря через 10 °С. За температури нижче 6,6 °С у рослин припиняється формування нового листя, а за різких коливань денних і нічних температур гальмуються ростові процеси і подовжується вегетаційний період. Весняні приморозки до мінус 2–3 °С можуть повністю пошкодити сходи. Протягом вегетації, до часу появи генеративних органів, підвищення показників до позначки 25 °С не шкодить росту і розвитку рослин, однак після цвітіння і при появі на качанах стовпчиків приймочок її вплив є – негативний.

Сума біологічно активних температур, необхідних для забезпечення дозрівання насіння скоростиглих біотипів становить 2100–2200 °С, середньостиглих і пізньостиглих – 2400–2700 °С (табл. 3.2).

Середньостиглі й пізньостиглі гібриди кукурудзи відрізняються між собою сумою температур, необхідних для настання фази викидання волоті, але потребують практично однакової для проходження наступних фаз до настання біологічної стиглості зерна.

Таблиця 3.2

Тепловий режим гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Група стиглості	ФАО	Сума температури вище 10 °С	Вегетаційний період, діб		Потреба в сумі температур вище 10 °С за вегетацію
			Лісостеп	Полісся	
Ранньостиглі	100–199	900–1000	97–102	101–106	2100
Середньоранні	200–299	1100	107–116	109–119	2200
Середньостиглі	300–399	1150	120–125	123–126	2400
Середньопізні	400–499	1200	120–125	123–126	2500
Пізньостиглі	500–600	1250–1300	120–125	123–126	2700

3.1 Польова схожість насіння кукурудзи

Дані наведені табл. 3.3 підтверджують про наростання температурного режиму в першій декаді травня в досліджувані роки, що обумовило зміщення строків сівби з другої на першу.

У 2021 р. сума опадів в період сівби була меншою на 29,6 мм, а в 2019 і 2020 рр. – більшою 64,6 і 40,3 мм за середньобаторічного показника 85,0 мм.

Оптимальний температурний режим з достатнім волого забезпеченням ґрунту сприяли продуктивній вологості посівного шару (0–20 см), яка варіювала від 30,6 мм (2021 р.) до 42,3 мм (2019 р.), що забезпечило польову схожість насіння гібридів на рівні 94,9–98,1 %.

Таблиця 3.3

Середній показник польової схожості насіння гібридів залежно від запасів продуктивної вологи ґрунту в період сівба- сходи кукурудзи (2019–2021 рр.)

Рік	Середньо-декадна температура повітря, °С			Сума опадів, мм			Запаси продуктивної вологи ґрунту (0–10 см)	Польова схожість насіння, %
	декади травня							
	I	II	III	I	II	III		
2019	9,4	14,3	15,9	36,7	79,1	33,8	42,3	98,1
2020	10,6	10,8	11,1	32,5	37,6	55,2	39,6	97,4
2021	10,8	13,4	13,7	16,3	19,2	19,9	30,6	94,9
Середнє	11,5	13,4	13,7	24,0	30,0	31,0	37,5	96,8
Відхилення	0,6	0,2	1,2	0,6	11,9	2,3		

За роки наших досліджень сума активних температур від сівби до збирання гібридів кукурудзи варіювала від 2311,1 °C (2021 р.) до 2448,5 °C (2019 р.), що переважало біологічні вимоги ранньостиглих гібридів (2100 °C) і середньоранніх (2200 °C) – на 211,1–348,5 °C та 111,1–248,5 °C (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Сума активних температур (°C) та кількість опадів (мм) за період вегетації гібридів (2019–2021 рр.)

Рік	Сума активних температур, °C	Біологічні вимоги гібридів, °C		Кількість опадів, мм	
		ФАО 100–199	ФАО 200–299	фактична	± до вимог гібриду за характеристикою (450 мм)
2019	2448,5	2100	2200	424,9	-25,1
2020	2357,1			414,8	-35,2
2021	2311,1			432,9	-17,1

Кількість опадів становила 414,8 мм (2020 р.) – 432,9 мм (2021 р.), що було нижче від біологічних вимог – 450 мм.

3.2 Тривалість фаз розвитку гібридів

У 2020 р. перепад високих денних і низьких нічних температур обумовили збільшення тривалості даного періоду до 18 діб. Мала кількість опадів у 2021 р. (68 %) забезпечила сходи через 13 діб.

У середньому за три роки досліджень період сівба-сходи тривав 15 діб (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Тривалість фаз розвитку рослин та дозрівання зерна гібридів кукурудзи (2019–2021 рр.), діб

Гібрид	ФАО	Розвиток рослин					Формування та дозрівання зерна			Тривалість вегетаційного періоду, діб
		ВВСН 00–09 (проростання насіння)	ВВСН 10–19 (формування листяного апарату)	ВВСН 30–39 (вихід в трубку)	ВВСН 51–59 (поява суцвіть)	ВВСН 61–69 (цвітіння)	ВВСН 71–79 (молочна)	ВВСН 83–85 (воскова)	ВВСН 87–89 (повна)	
Почаївський 190 МВ (контроль)	100–199	15	44	13	5	7	17	13	11	125
ДН Меотида	100–199	15	45	13	5	7	17	13	11	125
ДН Хортиця	200–299	15	46	14	6	6	16	12	12	127
Оржиця 237 МВ	200–299	15	47	14	6	6	16	12	12	127
Відхилення		0	2	1	1	1	1	1	2	4

За тривалістю фази ВВСН 10–19 (формування листкового апарату) різниця між групами стиглості ранньостиглою і середньоранньою становила 1–2 доби.

У фазах: ВВСН 30–39 (вихід в трубку), ВВСН 51–59 (поява суцвіть) та ВВСН 61–69 (цвітіння) різниця була незначною (1 доба). Тривалість молочної стиглості в гібридів варіювала в межах 16–17 діб, воскової – 12–13, повної – 11–12 доби.

Загальна кількість діб від сходів до цвітіння – 77–82, формування та дозрівання зерна – 41 (рс) і 40 (ср), період вегетації ранньостиглих гібридів становив 125 діб, середньостиглих – 127 діб.

3.3 Площа листкової поверхні рослин та чиста продуктивність фотосинтезу гібридів

Добре розвинений фотосинтетичний апарат рослин кукурудзи, оптимальний за об'ємом і динамікою функціонування, який тривалий час (максимально) знаходиться в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду є одним із чинників одержання високих і сталих урожаїв кукурудзи [235, 236].

Площа листкової поверхні рослин у фазу цвітіння кукурудзи (ВВСН 65) формувалася в тісній взаємодії біологічних особливостей гібриду, його групи стиглості та погодних умов, що склалися в роки досліджень

На фоні мінерального живлення $N_{120}P_{90}K_{90}$ середній показник площі листкової поверхні кукурудзи варіював від 34,1 до 40,1 тис. м²/га (табл. 3.6).

Максимальний розвиток листкової поверхні в період цвітіння зафіксовано в 2019 р. за суми активних температур вищої за середньобогаторічні показники на 304 °С та опадів 9,7 мм – 34,6–41,6 тис. м²/га.

Таблиця 3.6

Площа листкової поверхні кукурудзи залежно від групи стиглості гібриду в фазу ВВСН 65 (повне цвітіння) (2019–2021 рр.), тис. м²/га

Гібрид	ФАО	Рік			Середнє	± до контролю
		2019	2020	2021		
Почайівський 190 МВ (контроль)	100–199	34,6	33,7	34,0	34,1	-
ДН Меотида	100–199	35,8	34,0	34,9	34,9	0,8
$\bar{x}$		35,2	33,9	34,5		
ДН Хортиця	200–299	40,8	38,8	39,6	39,7	5,6
Оржиця 237 МВ	200–299	41,6	40,9	41,5	41,3	7,2
$\bar{x}$		41,2	40,2	40,6		
min		34,6	33,7	34,0		
max		41,6	40,9	41,5		
R		7,0	7,2	7,5		

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	92	1,42
В (група стиглості)	4	1,42
Взаємодія АВ	0	2,48
Інші	4	

Примітка. Фон мінерального живлення – N₁₂₀P₉₀K₉₀.

У 2020 р., порівняно з попереднім роком, ці метеорологічні показники склали: 178 °С і 45,6 мм. За таких погодних умов площа листкової поверхні варіювала від 33,7 до 40,9 тис. м²/га, а в 2021 р. – від 34,0 до 41,5 тис. м²/га. Достовірну різницю за даним показником зафіксовано між групами стиглості гібридів.

У гібридів середньоранньої групи порівняно з ранньостиглою даний показник був більшим на 5,6–7,2 тис. м²/га. Розмах мінливості за роками був в межах помилки 7,0–7,5 тис. м²/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу гібридів кукурудзи, яка відображає приріст загальної біомаси рослин за певний проміжок часу відносно показника середньої площі листків за цей самий період, була в межах: 10,5–12,6 г/м² за добу – в 2019 р., 9,8–11,6 – у 2020 р. і 9,9–12,1 г/м² за добу – в 2021 р. (табл. 3.7). Розмах мінливості за цим показником варіював від 1,8 в 2020 р. до 2,2 г/м² за добу – в 2021 р.

Таблиця 3.7

Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи залежно від групи стиглості гібриду (2019–2021 рр.), г/м² за добу

Гібрид	ФАО	Рік			Середнє	± до контролю
		2019	2020	2021		
Почаївський 190 МВ (контроль)	100–199	10,5	9,8	9,9	10,1	-
ДН Меотида	100–199	10,9	9,8	10,2	10,3	0,2
$\bar{x}$		10,7	9,8	10,1		
ДН Хортиця	200–299	12,4	11,1	11,5	11,7	1,6
Оржиця 237 МВ	200–299	12,6	11,6	12,1	12,1	2,0
$\bar{x}$		12,5	11,3	11,8		
min		10,5	9,8	9,9		
max		12,6	11,6	12,1		
R		2,1	1,8	2,2		
Коефіцієнт інтенсивності		0,298	0,302	0,300		

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	77	2,16
В (група стиглості)	3	2,16
Взаємодія АВ	0	4,48
Інші	20	

Примітка. Фон мінерального живлення – N₁₂₀P₉₀K₉₀.

3.4 Стійкість гібридів кукурудзи до хвороб

Кукурудза впродовж вегетаційного періоду (від проростання насіння до повної стиглості зерна) знаходиться під впливом фітопатогенної мікрофлори –

грибків, бактерій, вірусів, мікоплазм, які є частиною агрофітоценозу. Одні з цих збудників хвороб уражають тільки кукурудзу, інші мають широке коло рослин-господарів і паразитують на колосових, зернобобових та соняшнику, накопичуючись на полях навіть за дотримання сівозмін. Рівень поширеності і шкідливості хвороб визначають багато чинників, серед яких найважливішими є погодні умови які можуть сприяти, або перешкоджати поширенню інфекції.

Небезпеку для насіння, яке проростає і сходів кукурудзи становлять цвілеві гриби: (*Penicillium* Link., *Aspergillus* Mich., *Botrytis* Mich., *Mucor* Mich., *Alternaria* Ness., *Cladosporium* Link., *Trichothecium* Link.) і фузарії (*Fusarium* Link.), вони дуже поширені в природі і здатні колонізувати органи багатьох культурних рослин. Дуже шкідливі для кукурудзи сажкові хвороби – летюча (*Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) G.P. Clinton) і пухирчаста (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger). Широкий спектр фітопатогенів може уражувати качани від молочної до повної стиглості зерна, зокрема: фузаріоз качанів (*F. Moniliforme* J. Sheld.) як вторинна інфекція внаслідок пошкодження качанів стебловим кукурудзяним метеликом, нігроспороз (*Nigrospora orizae* (Berk. & Broome) Petch) і сіра гниль (*Rhizopus maydis* Brud. & Sacc.). Щороку хвороби кукурудзи спричиняють зниженню врожайності зерна на 25–30 % погіршуючи його якість [237, 238].

На поширення хвороб впливала висока температура (20–25°C) та вологість повітря в період цвітіння, що сприяло ураженню генеративних органів (качана, волоті). Оцінювали рослини за 9-ти бальною шкалою, де ураженість рослин 0–10 % відповідає 9 балам стійкості, від 10,1–15,0 % – стійкі (7 балів), 15,1–25,0 % – середньостійкі (5 балів), 25,1–50,0 % – сприйнятливі (3 бали), ураження понад 50 % (1 бал) і відноситься до високосприйнятливих.

За даним визначенням ми встановили, що досліджувані гібриди кукурудзи були стійкі до летючої сажки (рис. 3.1, дод. Б.1). Відсоток ураження рослин ранньостиглого гібриду Почаївський 190 МВ, який взято за контроль становив 12,1 %, що відповідає балу стійкості 7. Нижчий розвиток хвороби на 1,5 % спостерігали в гібриду ДН Меотида.

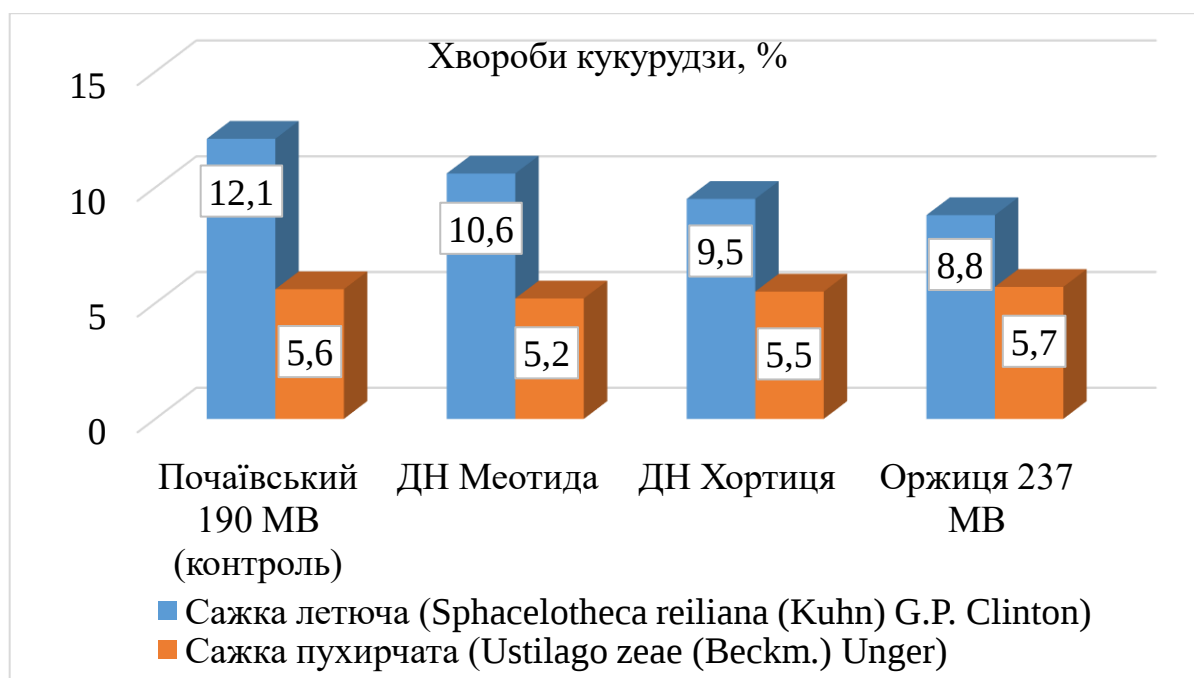
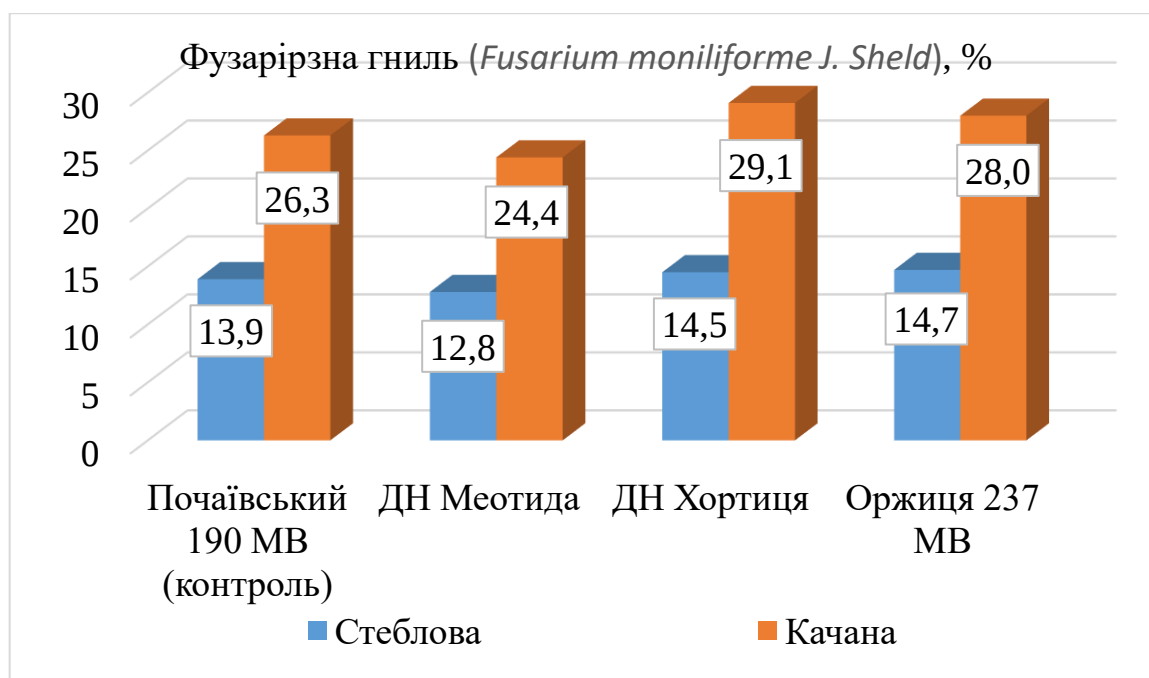


Рис. 3.1 Розвиток сажки на рослинах кукурудзи залежно від біологічних особливостей гібриду в фазу ВВСН 89 (2019–2021 рр.), %

Оскільки кукурудзу висівали в сівозміні з дотриманою ротацією чергування культур, а висіяне насіння характеризували як біологічно здорове, то розвиток пухирчастої сажки, у фазі повної стиглості, був незначним 5,2–5,7 %, тобто усі гібриди віднесено до групи стійких (7 балів). Достовірної різниці між групами стиглості не зафіксовано, різниця була в межах помилки.

Серед різних типів стеблових гнилей найбільш небезпечною є фузаріозна, яка уражує корені та нижні міжвузля і впливає на вилягання рослин, особливо за достатнього вологозабезпечення ґрунтів досліджуваної ґрунтово-кліматичної зони. Визначаючи розвиток хвороби вимірювали довжину і широту зрізів кожного міжвузля та утвореної плями, відмічали тип поширення – циліндричний чи веретеноподібний з перерахунком за формулою об'єму циліндра, або фігури та інтенсивності розвитку хвороби [239, 240]. Середній відсоток інтенсивності хвороби в наших дослідках варіював від 13,9 % в ранньостиглого гібриду Почаївський 190 МВ (контроль) до 14,7 % в середньораннього Оржиця 237 МВ (рис. 3.2, дод. Б.2). За ступенем ураження площі качана гібриди відносилися до середньостійких – 24,4–29,1 %.



Примітка. Ступінь ураження – слабкий (до 25 %), середній – 26–50 %, сильний – вище 50 %.

Рис. 3.2 Розвиток фузаріозної гнилі (*Fusarium moniliforme* J. Sheld) на рослинах кукурудзи залежно від біологічних особливостей гібриду в фазу ВВСН 89 (2019–2021 рр.), %

Групову стійкість до основних хвороб кукурудзи з ранньостиглих гібридів забезпечував – ДН Меотида (ФАО 100–199), з середньоранніх – Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299).

3.5 Кормова і зернова продуктивність гібридів

Одним із факторів, що впливає на врожайність кукурудзи є гібрид. У цьому напрямку вітчизняними селекціонерами досягнуто значних успіхів, однак поліпшення їх господарсько-цінних ознак ще не повністю вирішено. Насамперед це стосується адаптивного потенціалу культури. Гібриди нового покоління повинні бути високопродуктивними, менш чутливими до прийомів агротехніки, формувати високу якість продукції за різних гідротермічних умов.

У наших досліджах, залежно від групи стиглості, гібриди проявляли неоднакову реакцію на гідротермічні умови, що впливало на максимальне

використання потенційної продуктивності в умовах досліджуваної ґрунтово-кліматичної зони (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Урожайність зеленої маси кукурудзи залежно від групи стиглості гібриду та погодних умов року (2019–2021 рр.), т/га

Рік	ФАО					
	100–199			200–299		
	Почаївський 190 МВ (контроль)	ДН Меотида	середнє	ДН Хортиця	Оржиця 237 МВ	середнє
2019	60,8	61,4	61,1	63,0	65,2	64,1
2020	55,9	58,7	57,3	62,0	63,4	62,7
2021	58,2	61,2	59,7	59,3	61,3	60,3
Середнє	58,5	60,3	59,4	61,1	63,7	62,4
<i>min</i>	55,9	58,7	57,3	59,3	61,3	60,3
<i>max</i>	60,8	61,4	61,1	63,0	65,2	64,1
R	4,9	2,7	3,8	3,7	3,9	3,8

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	41	11,08
В (роки досліджень)	19	11,08
Взаємодія АВ	14	22,32
Інші	26	

Примітка. Фон мінерального живлення – N₁₂₀P₉₀K₉₀.

На період молочної стиглості в усі роки температурні режими були вищими. У 2019 р., гібриди ранньостиглої групи сформували врожайність зеленої маси 61,1 т/га, середньоранньої відповідно – 64,1 т/га.

За меншої тривалості вегетаційного періоду кукурудзи (121 діб) у 2020 р. та нижчої суми активних температур (2357,1 °С) і кількості опадів (414,8 мм) кормова продуктивність становила – 57,3 т/га і 62,7 т/га.

Розмах мінливості за роками становив 3,8 т/га. Найвищу середню врожайність зеленої маси з ранньостиглої групи забезпечив гібрид ДН Меотида – 60,3 т/га, з середньоранніх – Оржиця 237 МВ – 63,7 т/га.

Погодні умови мали безпосередній вплив на формування зернової продуктивності гібридів (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Зернова продуктивність кукурудзи залежно від групи стиглості гібриду та погодних умов року (2019–2021 рр.), т/га

Рік	ФАО					
	100–199			200–299		
	Почаївський 190 МВ (контроль)	ДН Меотида	середнє	ДН Хортиця	Оржиця 237 МВ	середнє
2019	7,11	7,87	7,49	7,46	7,78	7,62
2020	6,59	7,55	7,07	6,88	7,56	7,22
2021	6,87	7,63	7,25	7,11	7,67	7,39
Середнє	6,86	7,68	7,27	7,15	7,67	7,41
<i>min</i>	6,59	7,55	7,07	7,11	7,56	7,22
<i>max</i>	7,11	7,87	7,49	7,46	7,78	7,62
R	0,52	0,32	0,42	0,35	0,22	0,40

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	69	1,16
В (роки досліджень)	16	1,16
Взаємодія АВ	2	2,52
Інші	13	

Примітка. Фон мінерального живлення – N₁₂₀P₉₀K₉₀.

Найвищу врожайність зерна отримано в 2019 р. – 7,49 т/га гібриди ранньостиглої групи і 7,62 т/га – середньоранньої, а найнижчу в 2020 р., відповідно 7,07 і 7,22 т/га.

За середньою врожайністю, більш продуктивними були гібриди: з ранньостиглої групи – ДН Меотида (7,68 т/га), з середньоранньої – Оржиця 237 МВ (7,67 т/га).

Розмах мінливості урожайності зерна за роками в гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) був на рівні 0,32–0,52 т/га, середньоранньої (ФАО 200–299) – 0,22–0,35 т/га.

За математичною обробкою даних вплив гібриду становив 69 %, погодних умов років досліджень – 16 %, їх взаємодія – 2 %, інших факторів – 13 %.

Кореляція між сумою активних температур та урожайністю зерна в усі роки була пряма сильна (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Кореляція між сумою активних температур (°C) та урожайністю зерна (т/га) гібридів кукурудзи (2019–2021 рр.)

Рік	Сума активних температур, °C	Урожайність зерна гібриду, т/га							
		ФАО (100–199)				ФАО (200–299)			
		Почайівський 190 МВ (контроль)	г	ДН Меотида	г	ДН Хортиця	г	Оржиця 237 МВ	г
2019	2448,5	7,11	0,904	7,87	0,945	7,46	0,714	7,78	0,867
2020	2357,1	6,59	0,738	7,55	0,897	6,88	0,996	7,56	0,866
2021	2311,1	6,87	0,655	7,63	0,987	7,11	0,793	7,67	0,945

Примітка. Від 0 до 0,33 – слабка, 0,33 до 0,66 – середня, 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої (+), так і зворотної (-) кореляції (г).

Висновки до розділу 3

1. Велика кількість фермерських господарств та малих сільськогосподарських підприємств зони Західного Лісостепу за різних причин не зможуть забезпечувати високу культуру землеробства, зокрема оптимальну систему удобрення та своєчасне проведення заходів із захисту рослин.

Вітчизняною селекцією створено низку нових гібридів кукурудзи, які запропоновано виробникам, однак вони мають різні морфо-біологічні ознаки і характеристики, реакцію на дію сприятливих (удобрення, захист рослин, обробіток ґрунту тощо) та негативних (високі температури і низька вологість повітря, відсутність опадів, шкідники, збудники хвороб, бур'яни та інших чинників, що вимагає диференційовано їх добору для досягнення приросту врожайності та якості зерна.

2. За роки наших досліджень температура повітря періоду сівба–сходи (перша - третя декади травня) за 2019–2021 рр. переважала середньобогаторічні показники на 0,2–1,2 °С, а кількість опадів на 2,3–14,8 мм, що впливало на польову схожість насіння гібридів кукурудзи.

3. За період вегетації рослин кукурудзи сума активних температур варіювала від 2311 °С у 2021 р. до 2448,5 °С у 2019 р. за середньобогаторічної 2372,2 °С. Кількість опадів становила 414,8 мм (2020 р.) – 432,9 мм (2021 р.).

4. Тривалість періоду вегетації залежала від погодних умов та групи стиглості гібриду і становила 125–127 діб.

5. Залежно від біологічних особливостей у фазу цвітіння площа листкової поверхні варіювала від 34,1 до 41,3 тис.м²/га, чиста продуктивність фотосинтезу –10,1–12,1 г/м² за добу.

6. Найвищий відсоток ураження хворобами спостерігали в 2021 р. за великої кількості опадів впродовж червня–вересня. Групову стійкість до основних хвороб кукурудзи з ранньостиглих гібридів забезпечував – ДН Меотида (ФАО 190), з середньоранніх – Оржиця 237 МВ (ФАО 230).

7. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах, за фону мінерального живлення N₁₂₀P₉₀K₉₀ урожайність зеленої маси гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) варіювала від 57,3 до 61,1 т/га, середньоранньої (ФАО 200–299) – 60,3–64,1 т/га;

8. У ранньостиглих гібридів кукурудзи врожайність сформувалася на рівні 7,07–7,49 т/га, в середньоранніх – 7,22–7,62 т/га. Найбільш продуктивними були гібриди: ДН Меотида – 7,68 т/га (рс) та Оржиця 237 МВ – 7,67 т/га (ср).

За роками розмах мінливості в гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) був на рівні 0,32–0,52 т/га, середньоранньої (ФАО 200–299) – 0,22–0,35 т/га.

За отриманими в розділі 3 даними опубліковані праці:

1. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Передгірня та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36 [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).

2. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7.

3. Пащак М. О., Волощук О. П. Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України: Сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату* : матеріали Х всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с.Оброшине, 11 листоп. 2021 р.). Львів-Оброшине, 2021. С. 52–54.

4. Виробництво кукурудзи на зерно в Україні та Львівській області / Ю. В. Воробйова, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур* : наукова інтернет-конференція (сmt. Чабани, 5 жовтня 2021 р.). Чабани, 2021. С. 187–190.

5. Пащак М. А., Волощук А. П., Глива В. В. Реакция гибридов кукурузы на условия выращивания в Западной Лесостепи Украины. *Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference. SPC “Sci-conf.com.ua”* (1–3 November 2021). Kharkov, Ukraine. 2021. Pp. 70–72.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ

Сучасна стратегія розвитку агропромислового комплексу України характеризується високою наукоємністю у якій стабілізація виробництва зерна, за вдосконалення агротехнологічного процесу вирощування, займає важливе значення [241].

Інтенсивні технології вирощування базуються на широкому застосуванні мінеральних добрив та пестицидів, неконтрольоване використання яких є економічно невиправданим й екологічно небезпечним. Тому пошук альтернативних засобів впливу на формування врожайності й якості продукції в останні роки набуває все більшої уваги. Перспективним у цьому напрямку може стати впровадження в виробництво мікродобрив, які в низьких дозах здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин у межах норми реакції генотипу, посилювати їх адаптаційну здатність до стресових чинників навколишнього середовища [242, 243].

У зв'язку із динамічними змінами екологічних і технологічних ситуацій та з метою зменшення тиску стресових факторів середовища на агроценози рослин, а також із великими можливостями використання досягнень вітчизняної селекції, постійно зростає потреба в систематичній зміні вирощуваних гібридів у напрямку їх більшого пристосування до місцевих умов, забезпечення вищого рівня врожайності (10–15 т/га) й стабільності за роками, збереження матеріальних ресурсів, зменшення використання засобів захисту рослин та їхнього впливу на навколишнє середовище і підвищення частки використання природних джерел, зокрема погодних факторів та поживних речовин ґрунту [244, 245].

Погодні умови зони Західного Лісостепу за останні роки змінилися в сторону потепління. Вища сума ефективних температур та достатнє вологозабезпечення сприяють вирощуванню гібридів кукурудзи ранньостиглої (ФАО 100–199) і середньоранньої (ФАО 200–299) груп стиглості, однак низька природна родючість ґрунту не завжди дозволяє отримати запрограмований врожай. Важливим є дотримання ефективних агрозаходів в технології вирощування з яких на систему живлення рослин припадає до 50 % [246–248].

Основу таких технологій складає оптимізація рівня азотного живлення за рахунок диференційного внесення по етапах органогенезу на фоні достатнього забезпечення фосфором і калієм у поєднанні з мікродобривами, стимуляторами росту. Особливого значення набуває застосування мікродобрив у тих випадках, коли технологія вирощування не відповідає генетичним можливостям гібриду щодо забезпечення достатнього ступеня надійності та захищеності генотипу від несприятливого впливу біотичних та абіотичних чинників середовища, що не дозволяє повністю реалізувати потенційні можливості рослин. Роль мікродобрив полягає в активізації фізіологічних процесів у рослині, яка позитивно проявляється на забезпечення максимуму біологічного урожаю [249].

Вміст мікроелементів у рослинах, їх вплив на ріст, розвиток, кількісну й якісну продуктивність культур, визначається наявністю в ґрунтах, що в свою чергу обумовлено факторами ґрунтоутворення і визначають процеси розчинності й осадження речовин, міграції, акумуляції й перерозподілу в ґрунтовому профілі. Найбільше значення мають шість – В, Мп, Сu, Zn, Со, Мо, які становлять 0,01–0,001% на суху речовину. Однак із ґрунту рослини засвоюють незначну їх кількість і лише ту яка знаходиться в рухомій легкодоступній формі, а недоступні валові запаси можуть бути доступними лише після проходження складних мікробіологічних процесів з участю гумінових кислот та корневих виділень. Тому валовий вміст мікроелементів ґрунту не відображає реальної картини забезпеченості рослин, а в формі неорганічних солей вони доступні в дуже малих кількостях і переважно на кислих ґрунтах, лише

молібден, засвоюється рослинами на слабо лужних ґрунтах. Аналіз основних досліджень з ефективності застосування мікродобрив і публікацій у яких започатковано розв'язання даної проблеми підтверджують про додаткове отримання близько 20–30 % продукції землеробства [250–252].

Сьогодні виробництву пропонується низка мікродобрив, які стимулюють проростання насіння, регулюють ростові процеси, підвищують стійкість до хвороб, знижують втрати врожаю, однак ефективність їх дії є різною і це вимагає наукового обґрунтування та практичних рекомендацій [253].

Природна родючість ґрунтів Західного Лісостепу оцінена 38 балами за середнього по Україні – 55, тобто низька, яка забезпечує 1,5–1,8 т/га зернової продукції. Тому оптимізація елементів живлення рослин кукурудзи за рахунок основного і додаткового живлення є надзвичайно актуальним питанням яке потребує відповідного обґрунтування до умов регіону.

4.1 Сила росту та польова схожість насіння

До важливих показників якості насіння що свідчить про спроможність утворювати нормальні проростки, здатні давати повноцінні сходи і розвинуті рослини належить сила росту. Даний показник визначається двома показниками – кількістю та масою пагінців, що з'являються за певний період пророщування (для кукурудзи через 10 діб). Вага пагінців і корінців перераховується на біологічну одиницю (100 штук), останні добре корелюють з урожайними властивостями насіння, завдяки чому можливо спрогнозувати його потенційну продуктивність. Сила росту має високий рівень кореляції з польовою схожістю і врожайністю насіння, що дає можливість встановлювати його посівну придатність ще до початку сівби. Деякими авторами сила росту розуміється як термін «інтенсивність початкового росту» [254, 255].

Показники посівних якостей насіння кукурудзи які відповідають стандарту, не завжди можуть забезпечувати високу польову схожість, оскільки попадаючи в ґрунт підпадають впливу негативних факторів. Безпосередній

вплив на процес проростання насіння мають: продуктивна вологість ґрунту й температура повітря [256].

Важливим аргументом підвищення даного показника є використання мікродобрив й стимуляторів росту, під впливом яких проходить інтенсивне поглинання води та активація ферментів в обробленому насінні, що сприяє збільшенню проростання корінців, довжини паростків, підвищує масу рослини, а в кінцевому результаті забезпечує високий відсоток енергії проростання та польової схожості. Досягнуті успіхи в методах передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур різними стимуляторами росту, мікроелементами ще не отримали достатнього практичного застосування та широкого поширення при вирощуванні кукурудзи, тому наші дослідження були спрямовані на ці проблемні питання.

Дані табл. 4.1 підтверджують, що передпосівна обробка насіння гібридів кукурудзи мікродобривами супроводжувалася збільшенням сили росту (на третю добу) зародкового корінця. Якщо на контролі середня довжина корінця у гібридів становила 5,65 мм, то на варіантах з внесенням мікроелементів зростала на 1,50–2,60 мм. Таку ж закономірність спостерігали й за висотою зародкової бруньки. Найбільший ефект обробки насіння було зафіксовано від застосування мікродобрива Брексіл Комбі (0,5 кг/т).

Таблиця 4.1

Сила росту зародкового корінця та бруньки гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2019–2021 рр.), мм

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Гібрид				Середнє	
	Почаївський 190 МВ	ДН Меотид	ДН Хортиця	Оржича 237 МВ	мм	± до контролю
1	2	3	4	5	6	7
Без обробки насіння (контроль)	5,8/4,4	5,5/4,1	5,7/4,6	5,6/4,5	5,65/4,4	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	6,9/5,5	7,1/5,9	7,5/6,3	7,3/6,0	7,20/5,9	1,55/1,50

Продовж. табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	7,6/6,5	8,0/7,0	8,2/7,3	8,1/7,3	7,98/7,0	2,33/2,60
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	7,0/6,1	7,4/6,3	7,7/6,4	7,9/6,8	7,50/6,4	1,85/2,0

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (мікродобриво)	89	2,46	90	2,11
В (гібрид)	4	2,46	5	2,11
Взаємодія АВ	3	4,12	2	4,28
Інші	4		3	

Примітка: в чисельнику – довжина корінця, в знаменнику – бруньки на 3–добу.

У результаті вищої сили росту під впливом досліджуваних препаратів спостерігали зростання показника польової схожості насіння гібридів кукурудзи. Так, за високої посівної якості висіяного насіння гібридів, у складних погодних умовах досліджуваних періодів сівба-сходи середній показник польової схожості на контролі (без обробки насіння) становив – 92,9 % (табл. 4.2, дод. В).

Таблиця 4.2

Польова схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2019–2021 рр.), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Гібрид				Середнє	
	Почаївський 190 МВ	ДН Меотид	ДН Хортиця	Оржиця 237 МВ	%	± до конт-ролю
Без обробки насіння (контроль)	92,3	93,0	92,7	93,4	92,9	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	95,1	96,2	95,6	96,7	95,9	3,0
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	95,6	96,8	96,5	97,3	96,6	3,7
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	94,8	95,9	96,0	96,5	95,8	2,9

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (мікродобриво)	66	0,57
В (гібрид)	11	0,57
Взаємодія АВ	1	1,14
Інші	22	

На варіантах застосування мікродобрив вода швидше надходила через оболонку насіння збільшуючи його набухання. Одночасно мікроелементи локалізувалися в зародку і первинних корінцях чим стимулювали процес проростання, що підвищувало польову схожість насіння.

За $HP_{0,05}$ (0,57) ефективність застосування мікродобрив була підтверджена зростанням даного показника до контролю на 2,9–3,7 %. Між варіантами Оракул насіння (1,0 л/т) і Брексіл Комбі (0,5 кг/т) достовірної різниці не спостерігали, вона була в межах помилки 0,3 % і достовірною 0,8 % між Брексіл Комбі (0,5 кг/т) і Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т).

За математичною обробкою даних сила впливу мікродобрив (фактор А) становила 66 %, посівних якостей висіяного насіння гібриду (фактор В) – 11, їх взаємодія – 1, інших факторів – 22 %.

Дещо нижча ефективність мікродобрива Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т) була обумовлена його хімічним складом. Прирости до контролю складали в середньому – 2,1–2,9 см, що підтверджує про кращий рівень живлення рослин. Між варіантами передпосівної обробки насіння за $HP_{0,05} = 0,57$ були достовірні відмінності.

4.2 Морфологічні показники рослин

Висота рослин є однією з головних морфологічних ознак, що несе відомості про темпи росту й розвитку рослин кукурудзи в онтогенезі і впливає на процес формування високої продуктивності культури. За нею можна характеризувати реакцію рослин на зміни умов вирощування. Стебло кукурудзи характеризується сильним ростом і високою щільністю. Разом із цим кожен з показників знаходиться під сильним впливом умов зовнішнього середовища.

Дослідження проведені в польових умовах підтвердили, що лінійний ріст рослин кукурудзи в період вегетації залежав від зовнішніх умов середовища, зокрема температурного режиму ґрунту, умов живлення, водно-фізичних властивостей, біологічних особливостей гібриду та досліджуваних агрозаходів.

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на висоту рослин прослідковували починаючи з початкових фаз розвитку. У фазу повної стиглості висота рослин кукурудзи зростала порівняно з контролем (без обробки насіння мікродобривами) за усіма досліджуваними варіантами (табл. 4.3, дод. Д).

Таблиця 4.3

Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2019–2021 рр.), см

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Гібрид								Середнє	± до контролю
	Почаївський 190 МВ		ДН Меотида		ДН Хортиця		Оржиця 237 МВ			
	см	± до конт- ролю	см	± до конт- ролю	см	± до конт- ролю	см	± до конт- ролю		
Без обробки насіння (контроль)	241,8	-	243,6	-	242,6	-	243,0		242,8	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	243,6	1,8	245,5	1,9	243,9	1,3	245,1	2,1	244,5	1,7
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	244,5	2,7	246,4	3,1	244,8	2,2	245,9	2,9	245,4	2,6
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	244,0	2,2	246,0	2,4	244,0	1,4	245,6	2,6	244,9	2,1

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (мікродобриво)	38	0,36
В (гібрид)	32	0,36
Взаємодія факторів АВ	19	0,53
Інші	11	

Залежно від біологічних особливостей гібриду прирости до контролю були різними і складали в середньому – 1,7–2,6 см, однак загальна закономірність залишалася незмінною – ефективність мікродобрив була достовірно різною (НІР_{0,05} = 0,36).

За математичною обробкою даних вплив мікродобрив на висоту рослин становив 38 %, біологічних особливостей гібриду – 32, їх взаємодії – 19, інших факторів – 11 %.

Залежно від погодних умов вегетаційних періодів і варіантів застосування мікродобрив показники продуктивності качана були різними (табл. 4.4).

Середня довжина качана варіювала від 17,4 см на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) до 21,5 см за внесення Брексіл Комбі (0,5 кг/т). За цього ж варіанту кількість рядків у качані була на 1,6 більшою, а кількість зерен у рядку на 104 шт. За сприятливих погодних умов цвітіння-формування насіння 2019 рр. кількість зерен в одному качані була більшою на 21–27 %, порівняно з 2020 р.

Таблиця 4.4

Середні показники структури рослин гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2019–2021 рр.)

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Параметри качана					
	довжина		кількість рядів		кількість зерен	
	см	± до конт-ролю	шт	± до конт-ролю	шт	± до конт-ролю
Без обробки насіння (контроль)	17,4	-	18,3	-	577	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	20,6	3,2	19,1	0,8	649	72
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	21,5	4,1	19,9	1,6	681	104
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	20,9	3,3	19,2	0,9	655	78

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}	Сила впливу, %	НІР _{0,05}	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (мікродобриво)	96,9	0,14	81,3	2,09	80,3	10,67
В (гібрид)	1,6	0,14	8,3	2,09	7,5	10,67
Взаємодія факторів АВ	0,1	0,31	0,5	3,19	1,3	21,61
Інші	1,4		9,8		10,9	

Між довжиною качана та кількістю рядів у ньому кореляція була прямою середньою 0,423 – без обробки насіння (контроль) та сильною – 0,715–0,866 за застосування мікродобрив (табл. 4.5). Такою була залежність і за кількістю зерен у качані, відповідно 0,583 і 0,808–0,995.

Таблиця 4.5

**Кореляція між довжиною качана та кількістю рядів і зерен в ньому
залежно від застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння
(2019–2021 рр.)**

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Довжина качана, см	Кількість у качані			
		рядів		зерен	
		шт	г	шт	г
Без обробки насіння (контроль)	17,4	18,3	0,423	577	0,583
Оракул насіння (1,0 л/т)	20,6	19,1	0,553	649	0,808
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	21,5	19,9	0,866	681	0,995
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	20,9	19,2	0,715	655	0,961

Примітка. Від 0 до 0,33 – слабка, 0,33 до 0,66 – середня, 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої (+), так і зворотної (-) кореляції (r).

4.3 Урожайність зерна

Кількісну дію факторів впливу підтверджує отриманий показник урожайності зерна кукурудзи. Внесення в передпосівній обробці насіння мікродобрив сприяло достовірному приросту врожайності (табл. 4.6, дод. Ж).

На контролі (без застосування мікродобрив) середня урожайність зерна гібридів становила 7,98 т/га. Мікродобрива сприяли достовірному зростанню продуктивності гібридів на 0,21–0,43 т/га ($HP_{0,05} = 0,08$). Найбільш ефективним було застосування брексіл Комбі в нормі 0,5 кг/т за якого середня урожайність

зерна гібридів становила 8,41 т/га, однак за $НІР_{0,05} = 0,11$ т/га суттєвої різниці з мікродобривом оракул насіння в нормі 1,0 л/т не спостерігали і суттєвою на 0,22 т/га була різниця з валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т).

Таблиця 4.6

**Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від передпосівної
обробки насіння мікродобривами (2019–2021 рр.), т/га**

Передпосівна обробка насіння мікро- добривами	Гібрид								Середнє	± до конт- ролю
	ФАО 100–199				ФАО 200–299					
	Почаївський		ДН		ДН		Оржиця			
	190 МВ		Меотида		Хортиця		237 МВ			
	т/га	± до конт- ролю	т/га	± до конт- ролю	т/га	± до конт- ролю	т/га	± до конт- ролю		
Без обробки насіння (контроль)	7,62	-	7,81	-	8,15	-	8,35	-	7,98	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	7,88	0,26	7,91	0,10	8,64	0,49	8,80	0,45	8,30	0,32
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	7,98	0,36	8,02	0,21	8,74	0,59	8,93	0,58	8,41	0,43
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	7,75	0,13	7,84	0,03	8,49	0,34	8,67	0,32	8,19	0,21

Фактор:	Сила впливу, %	$НІР_{0,05}$
А (мікродобриво)	47	0,08
В (гібрид)	35	0,08
Взаємодія АВ	8	0,11
Інші	10	

Примітка. Фон мінерального живлення – $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Вплив мікродобрив на урожайність зерна кукурудзи становив 47 %, біологічних особливостей гібриду – 35, їх взаємодія – 8, інших факторів – 10 % (рис. 4.1).

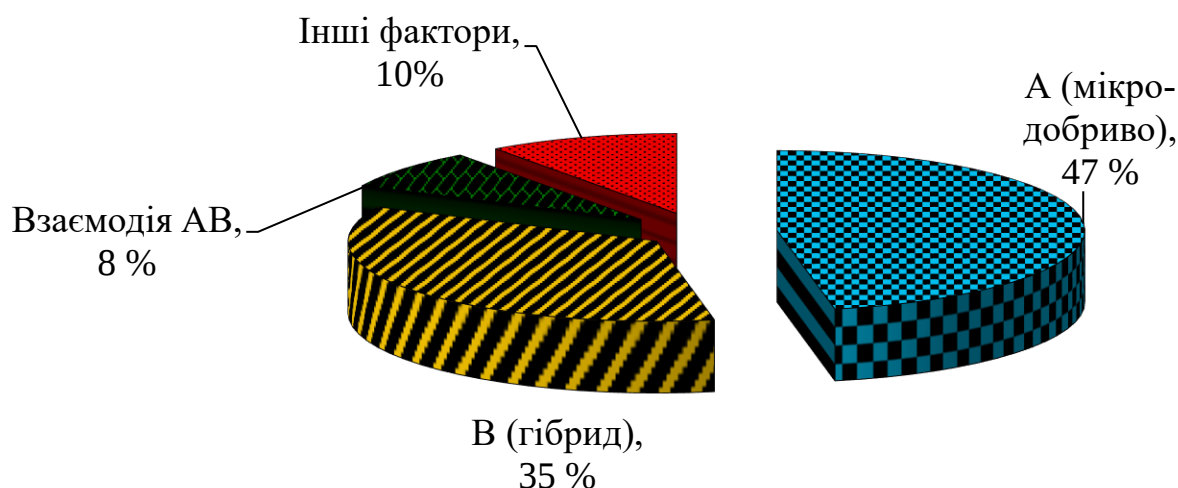


Рис 4.1 Частка впливу факторів на урожайність зерна гібридів кукурудзи (2019–2021 рр.), %

4.4 Маса 1000 зерен

Добра забезпеченість рослин кукурудзи елементами живлення під впливом застосування оптимального рівня макро- і мікродобрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ і мікродобрив, починаючи з перших етапів органогенезу, забезпечували фізіологічну потребу рослин в елементах живлення.

Різниця в урожайності гібридів кукурудзи, між досліджуваними варіантами, була обумовлена сформованою різною масою 1000 зерен (табл. 4.7, дод. 3).

На контролі маса 1000 насінин була найнижчою – 261 г, за передпосівної обробки насіння мікродобривом оракул насіння в нормі 1,0 л/т зростала до 289 г. Порівняно з контролем (без обробки насіння), за $HP_{0,05} = 3,81$, приріст даного показника був достовірним 34 г за використання валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т) і 41 г – брексіл Комбі (0,5 кг/т).

На показник маси 1000 зерен сила впливу мікродобрив становила – 64 %, гібриду – 28, взаємодія цих факторів – 1, інших факторів – 7 %.

Таблиця 4.7

**Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки
насіння мікродобривами (2019–2021 рр.)**

Передпосівна обробка насіння мікро- добривами	Гібрид								Середнє	± до конт- ролю
	Почаївський 190 МВ		ДН Меотида		ДН Хортиця		Оржиця 237 МВ			
	г	± до конт- ролю	г	± до конт- ролю	г	± до конт- ролю	г	± до конт- ролю		
Без обробки насіння (контроль)	234	-	242	-	249	-	253	-	261	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	281	47	287	43	293	44	298	45	289	28
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	292	58	298	56	302	53	312	59	302	41
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	287	53	290	48	299	50	304	51	295	34

Сила впливу, % НІР_{0,05}

Фактор: А (мікродобриво)

64 3,81

В (гібрид)

28 3,81

Взаємодія АВ

1 7,62

Інші

7

Примітка. Фон мінерального живлення – N₁₅₀P₉₀K₉₀.

4.5 Урожайність зерна та його фракційний склад залежно від застосування оракул мультикомплекс по листках

Досліджуючи рівень спрямованого регулювання фізіологічних процесів в рослинному організмі під впливом запропонованої системи живлення, яка включала мікродобриво оракул мультикомплекс в нормі 1,5 л/га та рівень мінерального живлення N₁₂₀P₉₀K₉₀ з поетапним внесенням азоту в фази ВВСН 13–15; ВВСН 16–18; ВВСН 59 ми встановили достовірні прирости врожайності зерна гібриду Оржиця 237 МВ (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

**Урожайність зерна гібриду кукурудзи Оржиця 237 МВ залежно від фази
позакореневого застосування мікродобрива оракул мультикомплекс
(2019-2021 рр.), т/га**

Фази внесення мікродобрива	Рік						Середнє	
	2019		2020		2021			
	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю
Без мікродобрива (контроль)	7,66	-	7,24	-	7,41	-	7,44	-
ВВСН 13–15 (3–5 листків)	8,49	0,83	7,99	0,75	8,30	0,89	8,26	0,82
ВВСН 16–18 (6–8 листків)	9,02	1,36	8,23	0,99	8,63	1,22	8,63	1,19
ВВСН 59 (повна поява волоті)	9,06	1,40	8,43	1,19	8,66	1,25	8,72	1,28

	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
Фактор: А (фаза внесення мікродобрива)	76,9	0,35
В (погодні умови року)	17,2	0,35
Взаємодія АВ	1,2	0,41
Інші	4,7	

Примітка. Фон мінерального живлення – N₁₅₀P₉₀K₉₀.

Встановлено, що рівень врожайності зерна гібриду Оржиця 237 МВ значно варіював за роками досліджень. Найвищу врожайність зерна отримали в сприятливому за погодними умовами 2019 р., на контролі (без мікродобрива) даний показник становив 7,66 і зростав до 9,06 т/га за фази внесення ВВСН 59 (повна поява волоті). Найнижча врожайність була зафіксована в 2020 р. – 7,24–8,43 т/га. Середній показник урожайності на контролі (без мікродобрив) складав 7,44 т/га, за внесення в фазу ВВСН 13–15 (3–5 листки) достовірно зростав на 0,82 т/га (НІР_{0,05} = 0,35). Саме в цій фазі завершувалось формування вегетативних частин стебла, на верхівці пагона закладалися осі волоті, а в

пазухах листків утворювались бічні апікальні меристеми (майбутні качани). Мікродобриво забезпечуючи потребу цього періоду в доступних формах фосфору, азоту, цинку позитивно впливало на продуктивність рослин.

Більші прирости до контролю отримано за позакореневого застосування оракул мультикомплекс у фазу BBCH 16–18 (6–8 листків) – 1,19 т/га. Ця фаза співпадає з диференціацією квіток волоті, формуванням пилкових зерен в тичинках, качанів та зерен в ряду, тому забезпечення оптимальним рівнем мінерального живлення та мікроелементами: S, Ca, Mg, Mn, Zn було надзвичайно ефективним.

На більш пізніше позакореневе внесення мікродобрива в фазу BBCH 59 (повна поява волоті), коли проходив ріст тичинкових ниток у волоті, стовпчиків зав'язей качана, формування зародкових мішків, великий вплив мали погодні фактори та внесені мікроелементи, які впливали на фотосинтетичну продуктивність (Mg, Mn), водоспоживання (Zn), фертильність (B). Під їх впливом проходило ефективно цвітіння та запилення кукурудзи, тому приріст урожайності зерна становив – 1,27 т/га. Недостовірною (0,09 т/га) була різниця за урожайністю зерна гібриду кукурудзи між фазами BBCH 16–18 і BBCH 59.

На рис. 4.2 подано частку впливу факторів на урожайність зерна кукурудзи гібриду Оржиця 237 МВ.

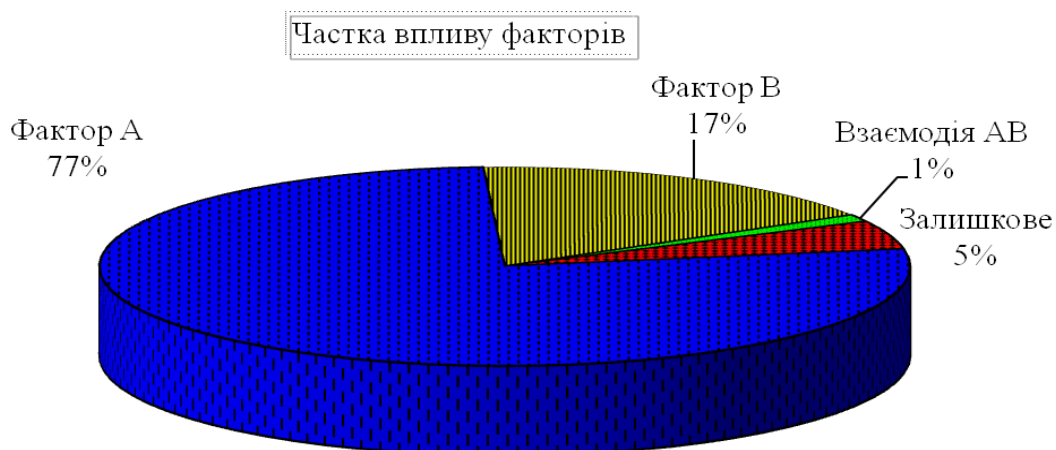


Рис 4.2 Частка впливу факторів на урожайність зерна кукурудзи гібриду Оржиця 237 МВ залежно від застосування мікродобрива оракул мультикомплекс (2019–2021 рр.), %

За статистичною обробкою даних вплив внесеного мікродобрива у всі фази розвитку рослин становив 77 % (фактор А), погодних умов років досліджень (фактор В) – 17, їх взаємодія (АВ) – 1, інших факторів – 5 %.

Дані рис. 4.3 підтверджують, що від отриманої загальної урожайності зерна на варіанті без внесення мікродобрива (контроль) відсоток становив 22,4 (7,44 т/га) і вищим був на 2,7 за внесення в фазу ВВСН 13–15 (3–5 листків) та на 3,7 – у фазу ВВСН 16–18 (6–8 листків). Між фазами ВВСН 16–18 (6–8 листків) та ВВСН 59 (повна поява волоті) різниця була не достовірною – 0,3 %.

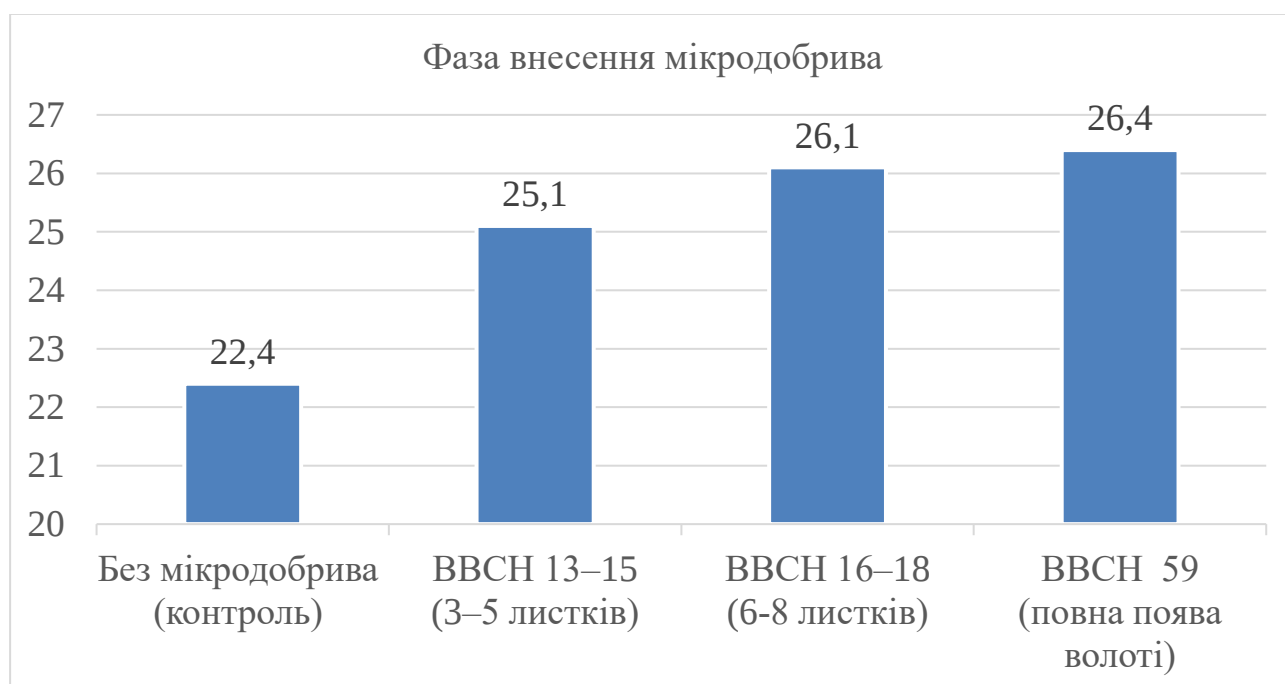


Рис. 4.3 Вплив мікродобрива оракул мультикомплекс внесеного в різні фази розвитку рослин на урожайність зерна гібриду Оржиця 237 МВ (2019–2021 рр.), %

Збалансований рівень живлення рослин кукурудзи макро- і мікроелементами сприяв формуванню зерна з високою масою 1000 зерен (табл. 4.9). Даний показник є генетично обумовлений, однак може змінюватися під впливом погодних умов років досліджень і фаз внесення мікродобрива.

Маса 1000 зерен у 2019 р. була в межах 356 г (контроль – без мікродобрива) – 421 г за внесення в фазу ВВСН 59 (повна поява волоті).

Порівняно з контрольним варіантом достовірні прирости становили: 39–65 г (2019 р.), 35–55 г (2020 р.) і 41–58 г (2021 р.) за $HP_{0,05} = 2,97$. Середній показник маси варіював від 346 до 405 г з різницею між варіантами – 39–59 г.

Таблиця 4.9

Маса 1000 зерен гібриду кукурудзи Оржиця 237 МВ залежно від фази застосування мікродобрива оракул мультикомплекс по листках (2019-2021 рр.), г

Фази внесення мікродобрива	Рік						Середнє	
	2019		2020		2021			
	г	± до конт-ролю	г	± до конт-ролю	г	± до конт-ролю	г	± до конт-ролю
Без мікродобрива (контроль)	356	-	337	-	345	-	346	-
ВВСН 13–15 (3–5 листків)	395	39	372	35	386	41	384	39
ВВСН 16–18 (6–8 листків)	419	63	384	47	399	54	401	55
ВВСН 59 (повна поява волоті)	421	65	392	55	403	58	405	59

Фактор:

А (мікродобриво)

В (рік)

Взаємодія АВ

Інші

Сила впливу, %	$HP_{0,05}$
71,4	2,97
15,4	2,97
1,0	3,16
12,2	

Примітка. Фон мінерального живлення – $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Вплив мікродобрива оракул мультикомплекс в нормі 1,5 л/га при позакореневому застосування в різні фази розвитку рослин кукурудзи гібриду Оржиця 237 МВ на масу 1000 зерен становив 71,4 % (фактор А), погодніх умов року – 15,4 (фактор В), їх взаємодія – 1(фактор АВ), інших факторів – 12,2 % (рис. 4.4).

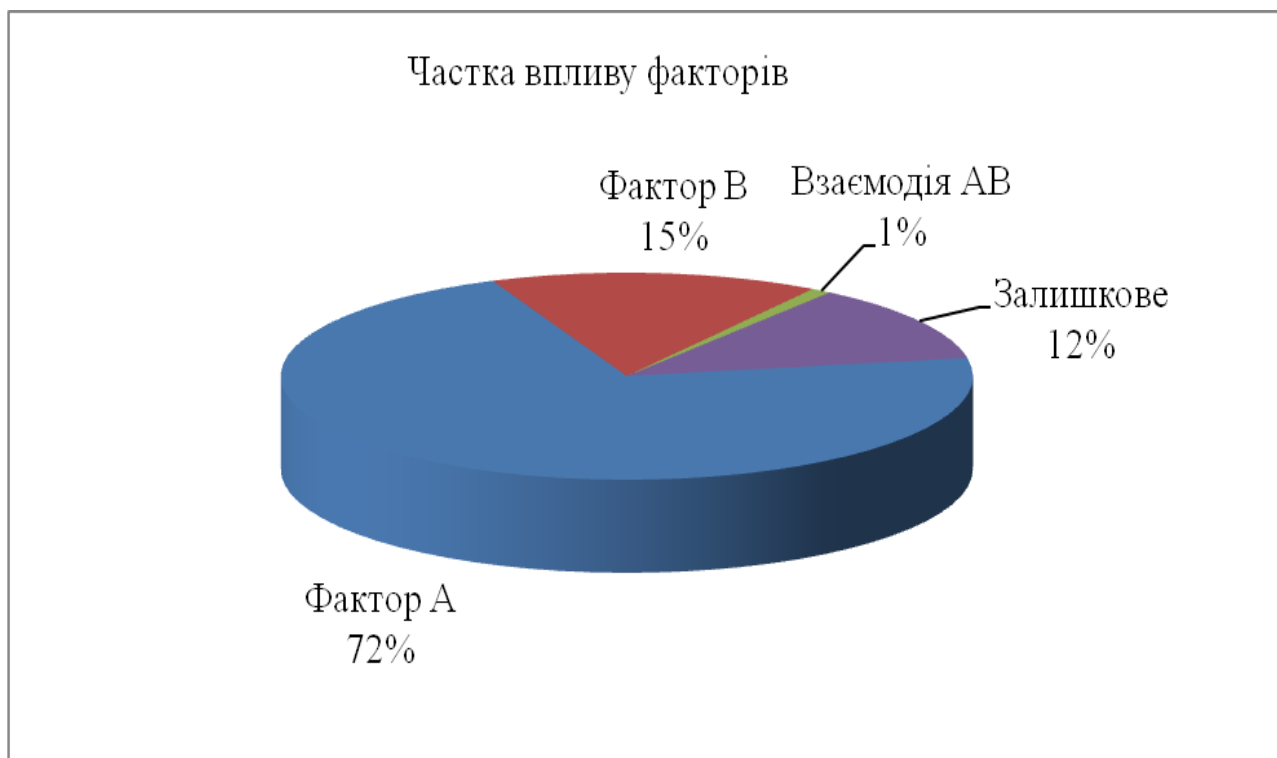


Рис 4.4 Частка впливу факторів на масу 1000 зерен гібриду Оржиця 237 МВ кукурудзи залежно від застосування мікродобрива оракул мультикомплекс по листках (2019–2021 рр.), %

При визначенні виходу фракцій зерна: крупної (9–10 мм), середньої (7–8 мм), та дрібної (5–6 мм) було встановлено, що на контролі, усереднені за роки досліджень показники виходу дрібної фракції становили – 38,5 %, середньої – 44,1, крупної – 17,4 % (табл. 4.10).

Позакореневе внесення мікродобрива оракул мультикомплекс у фазу ВВСН 13–15 (3–5 листків кукурудзи) впливало на перерозподіл даних фракцій в сторону збільшення крупної (29,2 %) і середньої (47,7 %) та зменшення дрібної (23,1%).

Найвищий сумарний вихід крупної і середньої фракцій зерна (92,1%) і найменший дрібної (7,9 %) отримали від внесення мікродобрива у фазу ВВСН 16–18 (6–8 листків), за внесення в фазу ВВСН 59 (повна поява волоті), відповідно 91,5 і 8,5 %.

Таблиця 4.10

**Фракційний склад зерна кукурудзи залежно від фази застосування
мікродобрива оракул мультикомплекс по листках (2019-2021 рр.), %**

Фази внесення мікродобрива	Рік									Середнє		
	2019			2020			2021					
	крупна (9–10 мм)	середня (7–8 мм)	дрібна (5–6 мм)	крупна (9–10 мм)	середня (7–8 мм)	дрібна (5–6 мм)	крупна (9–10 мм)	середня (7–8 мм)	дрібна (5–6 мм)	крупна (9–10 мм)	середня (7–8 мм)	дрібна (5–6 мм)
Без мікродобрива (контроль)	18,1	36,6	45,3	17,1	42,5	40,4	16,2	45,4	38,4	17,4	44,1	38,5
ВВСН 13–15 (3–5 листків)	31,5	48,2	20,3	29,8	44,7	25,5	26,3	50,1	23,6	29,2	47,7	23,1
ВВСН 16–18 (6–8 листків)	39,0	56,1	4,9	34,3	55,5	10,2	32,0	59,3	8,7	35,1	57,0	7,9
ВВСН 59 (повна поява волоті)	36,8	55,4	7,8	33,5	57,4	9,1	31,8	59,6	8,6	34,0	57,5	8,5

Примітка. Гібрид – Оржиця 237 МВ, фон мінерального живлення – N₁₅₀P₉₀K₉₀.

Висновки до розділу 4

1. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах з важкодоступними формами елементів живлення, ефективною є передпосівна обробка насіння хелатними формами мікродобрів.

2. Застосування мікродобрів: оракул насіння (1,0 л/т), валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т) та брексіл Комбі (0,5 кг/т) сприяло підвищенню польової схожості насіння на 2,9–3,7 %, маси 1000 насінин – на 28–41 г, що забезпечувало достовірний приріст урожайності 0,21–0,43 т/га. Виявлено від’ємну кореляцію між висотою стебла і скоростиглістю гібриду кукурудзи.

3. За норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та застосування мікродобрива оракул мультикомплекс (1,5 л/га) в фазу ВВСН 16–18 та ВВСН 59 зернова продуктивність середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ була найвищою – 8,63–8,72 т/га.

4. Найвищу врожайність зерна отримали в сприятливому за погодними умовами 2019 р. – 7,66–9,06 т/га, а найнижчу в 2020 р. – 7,24–8,43 т/га. Середній показник урожайності на контролі (без мікродобрив) складав 7,44 і достовірно був вищим на 0,82–1,28 т/га за внесення мікродобрива.

5. Мікродобриво Оракул мультикомплекс (1,5 л/га) внесене в фази ВВСН 16–18 та ВВСН 59 забезпечувало зростання маси 1000 зерен на 55–59 г, сумарний вихід крупної і середньої фракцій зерна – 91,5–92,1 %

Результати досліджень розділу 4 опубліковано в наукових працях:

1. Пащак М. О. Польова схожість насіння кукурудзи під впливом застосування мікродобрив. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 12 листоп. 2020 р.). Львів-Оброшине, 2020. С. 53–54.

2. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, В. В. Глива, Пащак М. О. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (І). С.44–61. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-3.

3. Efficiency of Microfertilizer Oracle Multicomplex in Corn Cultivation Technology / M. Pashchak, O. Voloshchuk, I. Voloshchuk, V. Hlyva. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, no. 12. P. 25–31. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.25-31.

РОЗДІЛ 5

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Стратегія виробництва зерна кукурудзи в Україні можлива за рахунок удосконалення технологій вирощування культури які дозволять підвищити врожайність. Дана проблема вирішується не лише селекційно-генетичними методами, а й внесенням добрив та пестицидів.

За твердженнями багатьох авторів кукурудза – дуже вимоглива до поживних речовин культура. На формування однієї тонни врожаю зерна разом із загальною масою вегетативної частини необхідно 25 кг N, 13 кг P_2O_5 і 22 кг K_2O з розрахунку на діючу речовину, тобто кукурудза це азотофіл й калієфіл, вимогливість до фосфору середня [257, 258].

Впродовж вегетаційного періоду елементи живлення засвоюються нерівномірно. За нестачі одного з них у поживному балансі уповільнюються темпи росту й розвитку рослин, формування листків, цвітіння волоті, запліднення та утворення зерна кукурудзи [259].

5.1 Польова схожість насіння

У польових умовах насіння з високою лабораторною схожістю не завжди дає дружні повноцінні сходи, зазвичай польова схожість в умовах виробництва на 10–20 % нижча, тобто певна частина схожого насіння втрачається. Це пов'язано з впливом низки абіотичних та біотичних чинників, таких як температура й вологість ґрунту, умови посіву, строки і глибина посіву, рівень агротехніки, родючість ґрунту, його ураження шкідниками та збудниками хвороб, вплив дії або післядії гербіцидів тощо [260, 261].

За роки наших досліджень у ВВСН 00, макростадії проростання насіння-сходи (00–09) кукурудзи продуктивна вологість ґрунту була достатньою (за потреби – 44,0 % води). Цей рівень насиченості насіння водою є достатній для початку активації процесів проростання, більш інтенсивне поглинання спостерігається в перші 6 год., пізніше проходить менш активно.

На контролі середній показник польової схожості насіння варіював від 92,5 % у гібриду ДН Хортиця до 93,6 % – ДН Меотида (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вплив мінеральних добрив на польову схожість насіння (2019–2021 рр.),%

Гібрид	Норма висіву:		Польова схожість насіння	
	насіння, тис. схож. нас./га	мінеральних добрив, кг/га д. р.	%	± до контролю
Почаївський 190 МВ	80	контроль (без добрив)	93,0	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	94,2	1,2
		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	94,5	1,5
ДН Меотида	80	контроль (без добрив)	93,6	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	94,9	1,3
		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	94,3	1,7
ДН Хортиця	75	контроль (без добрив)	92,5	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	93,0	0,5
		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	93,5	1,0
Оржиця 237 МВ	75	контроль (без добрив)	93,1	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	93,7	0,6
		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	94,3	1,2

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	4,8	0,94
В (норма висіву насіння)	0,6	0,87
С (мінеральне живлення)	11,0	3,23
Взаємодія:		
АВ	2,2	0,43
АС	0,3	0,03
ВС	0,4	0,13
АВС	0,7	0,07
Інші	79,9	

Під впливом внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ даний показник зростав на 0,5–1,3, а за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 1,0–1,5%. Достовірна різниця в 1,3 % була обумовлена різною якістю висіяного насіння за $HP_{0,05} = 0,94$ % (фактор А). За $HP_{0,05} = 3,23$ недостовірні різниці були за внесенням мінеральних добрив (фактор С) та $HP_{0,05} = 0,87$ за нормами висіву насіння (фактор В).

5.2 Висота рослин

Результатом ефективної взаємодії фізіологічних процесів у різних органах рослин, на які впливали зовнішні і внутрішні фактори був ріст і розвиток рослин. За цією важливою морфологічною ознакою можна характеризувати реакцію гібридів кукурудзи на умови живлення. Під впливом внесення мінеральних добрив у різних нормах азоту змінювалася висота рослин (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Висота рослин гібридів кукурудзи у фазу ВВСН 15–16 (5–6 листків) залежно від норм мінеральних добрив (2019–2021 рр.), см

Гібрид	Висота рослин, см			Приріст до контролю			
				$N_{120}P_{90}K_{90}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	см	%	см	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почайівський 190 МВ	43,2	45,6	46,6	2,4	5,2	3,4	7,3
ДН Меотида	44,6	47,2	47,8	2,6	5,5	2,9	6,1
Середнє	43,9	46,4	47,2	2,5	5,4	3,2	6,7
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	44,5	47,6	49,2	3,1	6,5	4,7	9,6

Продовж. табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Оржиця 237 МВ	45,4	48,9	49,8	3,5	7,2	4,4	9,2
Середнє	45,0	47,2	48,7	3,3	6,9	4,6	9,4

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	8,0	0,77
В (норма висіву насіння)	5,0	1,26
С (мінеральне живлення)	23,1	1,88
Взаємодія:		
АВ	18,5	1,39
АС	32,0	0,03
ВС	12,2	0,07
АВС	0,1	0,96
Інші	1,1	

Якщо на контролі висота рослин становила 47,2 см у гібридів ранньостиглої групи і 48,7 см середньоранньої, то за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ зростала на 5,4–6,9 %, а за вищої – $N_{150}P_{90}K_{90}$, відповідно на 6,7–9,4 % (НІР_{0,05} = 1,88 см – фактор С).

Між нормами висіву насіння (фактор В) різниця була достовірною 1,5 см за найвищого рівня живлення рослин (НІР_{0,05} = 1,26).

Результати математичної обробки вказують на вплив факторів А – гібриду – 8 %, В (норми висіву насіння) – 5, С (мінеральне живлення) – 23,1, АВ – 18,5, АС – 32,0, ВС – 12,2, АВС – 0,1, інших факторів – 1,1 %.

У фазу ВВСН 89 (рання повна стиглість зерна) гібридів кукурудзи, висота рослин порівняно з фазою ВВСН 15–16 зростала в середньому 5,3–5,5 раз.

На контролі даний показник був найнижчим в межах 241,2–244,5 см. Кращий рівень живлення рослин, за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$, обумовлював ріст гібридів у висоту порівняно з попереднім варіантом на 1,4–1,8 %, а за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 1,3–3,0 см при НІР_{0,05} = 0,99 см найбільша сила впливу становила 25,6 % (фактор С) (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Висота рослин гібридів кукурудзи в фазу ВВСН 89 (рання повна стиглість зерна) залежно від норм мінеральних добрив (2019–2021 рр.), см

Гібрид	Висота рослин, см			Приріст до контролю			
				N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	
	контроль (без добрив)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	см	%	см	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	243,6	246,7	248,6	3,1	1,3	5,0	2,0
ДН Меотида	245,1	248,6	251,7	3,5	1,4	6,6	2,6
Середнє	244,4	247,7	250,2	3,3	1,4	5,8	1,3
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	240,3	244,5	247,4	4,2	1,7	7,1	2,9
Оржиця 237 МВ	242,1	246,5	249,7	4,4	1,8	7,6	3,0
Середнє	241,2	245,5	248,9	4,3	1,8	7,3	3,0

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	10,7	0,22
В (норма висіву насіння)	6,3	0,36
С (мінеральне живлення)	25,6	0,99
Взаємодія:		
АВ	19,2	0,44
АС	25,2	0,01
ВС	10,6	0,01
АВС	0,5	0,33
Інші	1,9	

5.3 Фенологічні фази розвитку

Фенологічні спостереження за рослинами дають можливість визначити основні фази розвитку без відображення складних процесів у формуванні органів. За ними можна більш ефективніше застосовувати агротехнічні заходи і регулювати закладку елементів продуктивності – збільшувати довжину качана,

кількість рядів і зерен в ньому. Темпи росту й розвитку рослин знаходяться в прямій залежності від температурного режиму і вологозабезпечення. Особливо дана культура реагує на зовнішні фактори у період сівба-сходи.

Середні за роки дати настання фаз розвитку гібридів кукурудзи подано в табл. 5.4. Так фаза сівба – повні сходи (ВВСН 00–09) наступила через 14–15 діб.

Залежно від біологічних особливостей культури, яка характеризується повільним ростом рослин на початкових етапах, тривалість настання фази ВВСН 19 (9 і більше листків) відмічено через 68–71 діб, повну появу волоті (ВВСН 59) – 72–85 доби, фазу ВВСН 69 (кінець цвітіння) – 83–87 доби.

Таблиця 5.4

Дати та тривалість фаз розвитку рослин гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.)

Фон удобрєння, кг/га д.р.	Дати фаз розвитку рослин								Вегетаційний період, діб
	гібрид								
	сівба	ВВСН 00–0.9 (повні сходи)	ВВСН 19 (9 і більше листків)	ВВСН 59 (повна поява волоті)	ВВСН 69 (закінчення цвітіння)	фази стиглості			
						ВВСН 79 (молочна)	ВВСН 85 (воскова)	ВВСН 89 (повна)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Почаївський 190 МВ									
Без добрив (контроль)	3.05	18.05	12.07	17.07	28.07	21.08	4.09	27.09	131
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	18.05	11.07	15.07	26.07	23.08	5.09	30.09	134
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	17.05	11.07	15.07	26.07	25.08	7.09	2.10	137
ДН Меотида (ФАО 190)									
Контроль (без добрив)	3.05	17.05	12.07	17.07	29.07	20.08	3.09	28.09	132
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	17.05	11.07	15.07	25.07	22.08	4.09	30.09	137
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	16.05	11.07	15.07	25.07	24.08	6.09	3.10	138

Продовж. табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДН Хортиця (ФАО 240)									
Контроль (без добрив)	3.05	18.05	13.07	18.07	30.07	24.08	7.09	1.10	135
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	17.05	12.07	17.07	27.07	21.08	8.08	3.10	139
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	17.05	12.07	17.07	27.07	20.08	8.08	3.10	139
Оржиця 237МВ									
Контроль (без добрив)	3.05	18.05	13.07	19.07	30.07	23.08	6.08	2.10	135
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	18.05	12.07	18.07	27.07	21.08	7.08	3.10	137
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	3.05	17.05	12.07	18.07	26.07	19.08	8.08	3.10	138
Тривалість, діб	-	14-15	68-71	72-85	83-87	106-112	122-126	146-152	

Залежно від групи стиглості на контролі фазу ВВСН 79 (досягнуто видо- і сортоспецифічний розмір зерна) зафіксовано 20–24 липня, воскової (ВВСН 85) – 4–8, а повної (ВВСН 89) – 27.09 – 03.10.

Тривалість дозрівання зерна була обумовлена погодними факторами за роки досліджень і внесенням мінеральних добрив, які продовжували даний період.

Порівняно з контролем (без добрив) вегетаційний період гібридів кукурудзи ранньостиглої групи за норми внесення N₁₅₀P₉₀K₉₀ був довшим на 6 діб, а середньоранніх на 4 доби.

5.4 Висота кріплення нижнього качана

Залежно від гібриду висота прикріплення нижнього розвинутого (з зерном) качана в ранньостиглих гібридів на контрольному варіанті (без добрив) знаходилася у середньому на рівні 65,0 см, в середньоранніх – 72,0 см (NIP_{0,05} = 1,02 см) (табл. 5.5).

На варіанті з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ спостерігали достовірне збільшення висоти кріплення нижнього качана на 13–16 см порівняно з контролем (без добрив), а за вищого рівня живлення рослин $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 18–19 см за $HP_{0,05} = 2,04$ см. Недостовірною була різниця між нормами висіву насіння ($HP_{0,05} = 4,00$).

Найбільший вплив на даний показник мала норма внесення мінеральних добрив (фактор С) – 64 %, гібрид (А) – 5 %, норма висіву насіння (С) – 6 і їх взаємодії.

Таблиця 5.5

Висота кріплення нижнього качана у гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), см

Гібрид	Висота кріплення качана, см			Приріст до контролю			
				$N_{120}P_{90}K_{90}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
	Без добрив (контроль)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	см	%	см	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)							
Почаївський 190 МВ	66	74	79	8	11	13	16
ДН Меотида	64	74	80	10	14	16	20
Середнє	65	75	80	10	13	15	18
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)							
ДН Хортиця	72	85	89	13	15	17	19
Оржиця 237 МВ	71	86	87	15	17	16	18
Середнє	72	86	88	14	16	17	19

Фактор:	Сила впливу, %	$HP_{0,05}$
А (гібрид)	5	1,02
В (норма висіву насіння)	6	4,00
С (мінеральне живлення)	64	2,04
Взаємодія:		
АВ	10	3,98
АС	9	0,11
ВС	3	0,24
АВС	1	3,36
Інші	2	

5.5 Структурні показники качана

Кукурудза має менш динамічні можливості підвищення урожайності, оскільки число рядів зерен в качані їх кількість в ряду є обумовлені генетичними системами і мають чіткі кількісні обмеження навіть за умов повного запилення всіх квіток у качані та досягнення максимальних для гібриду кількісних показників.

Залежно від досліджуваних агрозаходів довжина качана змінювалася (табл. 5.6).

У гібридів ранньостиглої групи вона варіювала від 15,2 до 17,4 см на контролі (без добрив), або в межах 13,2 %.

Вищий рівень мінерального живлення рослин сприяв збільшенню даного показника на 0,8–1,3 см на варіанті внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ і на 3,0–3,4 см за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Таку залежність спостерігали й у гібридів середньоранньої групи.

Таблиця 5.6

Структурні показники качана гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.)

Гібрид	Довжина качана, см			Кількість рядів в качані, шт			Кількість зерен в качані, шт		
	без добрив (контроль)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)									
Почайвський 190 МВ	15,2	16,5	18,6	16,8	18,0	19,1	527	539	558
ДН Меотида	17,4	18,2	20,4	17,0	18,4	20,3	544	556	569
Середнє	16,3	17,4	19,5	17,4	18,2	20,2	536	548	564

Продовж. табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)									
ДН Хортиця	16,0	18,3	19,6	17,5	18,7	20,2	559	576	588
Оржиця 237 МВ	18,0	20,4	20,8	18,4	19,1	20,8	567	587	591
Середнє	17,0	19,4	20,2	18,0	18,9	20,5	563	582	590

Фактор:	Сила впливу, %	НІР _{0,05}	Сила впливу, %	НІР _{0,05}	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
А (гібрид)	15	1,10	12	2,98	17	2,42
В (норма висіву насіння)	11	1,53	9	1,67	13	3,98
С (мінеральне живлення)	44	2,11	40	1,41	32	3,21
Взаємодія:						
АВ	9	3,93	7	2,05	10	2,18
АС	8	1,00	5	1,41	9	0,36
ВС	6	1,11	3	1,41	4	0,61
АВС	5	2,67	3	1,62	4	3,55
Інші	2		1		1	

На найвищому фоні мінерального живлення рослин найменшу довжину качана зафіксували в гібриду ранньостиглої групи Почаївський 190 МВ (18,6 см), у середньораннього – ДН Хортиця (19,6 см).

Під впливом мінерального живлення рослин спостерігали збільшення кількості рядів у качані. Якщо на контролі (без добрив) їх кількість варіювала від 17,4 шт до 18,0 шт, то на варіанті з нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ – від 18,2 до 18,9 шт а за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – від 20,2 до 20,5 шт.

Кількість насінин в качані була різною, найменша на контролі (без добрив) – 536 (рс) і 563 шт (ср), на фоні $N_{120}P_{90}K_{90}$ зросла до 548 і 582 шт, а за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ – до 564 і 590 шт.

5.6 Урожайність зеленої маси і зерна гібридів

Урожайність є найбільш важливим показником господарської цінності культури, що поєднує індивідуальну продуктивність рослин, біоценозний

фактор та умови довкілля і лише за таких умов ми можемо очікувати високого показника.

У наших дослідах на контролі (без добрив) середня урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи ранньостиглої групи сформувалася на рівні 40,3 т/га, середньоранньої – 43,0 т/га ($HP_{0,05} = 1,41$ т/га) (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), т/га

Гібрид	Врожайність зеленої маси, т/га			Приріст до контролю			
				N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	
	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	т/га	%	т/га	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)							
Почаївський 190 МВ	39,9	48,8	56,7	8,9	22,3	16,8	42,1
ДН Меотида	40,6	50,5	57,8	9,9	24,4	17,2	42,4
Середнє	40,3	49,7	57,3	9,4	23,4	17,0	42,3
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)							
ДН Хортиця	42,3	52,7	60,6	10,4	24,6	18,3	43,3
Оржиця 237 МВ	43,7	54,9	64,8	12,2	25,6	21,1	48,3
Середнє	43,0	53,8	62,7	11,3	25,1	19,7	45,8

Фактор:	Сила впливу, %	$HP_{0,05}$
А (гібрид)	21	1,41
В (норма висіву насіння)	11	1,22
С (мінеральне живлення)	45	2,92
Взаємодія:		
АВ	6	3,92
АС	5	1,31
ВС	5	1,60
АВС	4	2,52
Залишкове	2	

За норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ урожайність була вища порівняно з контролем, відповідно на 9,4 і 10,8 т/га, або на 23,3 і 25,1 % ($HP_{0,05} = 2,92$ т/га).

Найвищу зелену масу забезпечила норма внесення $N_{150}P_{90}K_{90}$, відповідно: 57,3 т/га – ранньостиглі гібриди (ФАО 100–199, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га) і 62,7 т/га – середньоранні (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га). За $HP_{0,05}=1,41$ між нормами висіву різниця була достовірною.

Середня урожайність зерна гібридів кукурудзи на контролі (без добрив) варіювала від 4,89 т/га в ранньостиглої групи з нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас./га до 5,22 т/га – середньорання (75 тис. схож. нас./га) за $HP_{0,05} = 0,16$ т/га (рис. 5.1, дод. К).

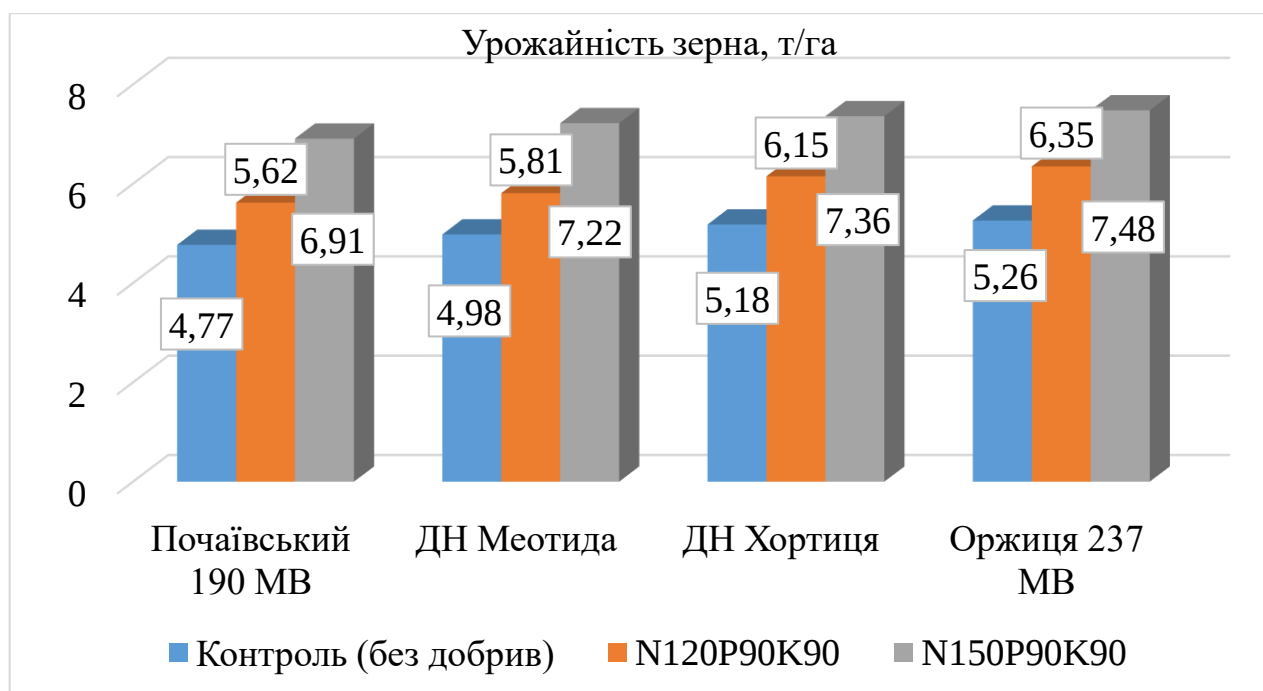


Рис. 5.1 Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), т/га

За норми мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ продуктивність гібридів зростала, відповідно на 17,3–20,0 %. Найбільш оптимальним був рівень мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$, за якого приріст до контролю (без добрив) становив 2,19–2,20 т/га ($HP_{0,05} = 0,39$ т/га).

Статистично-математичний аналіз підтверджує, що вплив гібриду (фактор А) на урожайність зерна становив 21,1 %, норм висіву насіння (В) – 12,3, мінеральних добрив (С) – 38,4, взаємодія факторів АВ – 13,6, АС – 10,0, ВС – 2,0, АВС – 2,1, інших – 0,5 %.

На контролі (без добрив) кореляція між урожайностями зеленої маси і зерна була прямою слабкою – 0,215–0,250 (табл. 5.8). За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ вона була прямою середньою – 0,535–0,657, а за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ – прямою сильною (0,736–0,998).

Таблиця 5.8

**Кореляція між урожайністю зеленої маси та зерном гібридів кукурудзи
(середнє за 2019-2021 рр.)**

Фон удобрєння, кг/га д.р.	Урожайність							
	Почаївський 190 МВ		ДН Меотида		ДН Хортиця		Оржиця 237 МВ	
	т/га	г	т/га	г	т/га	г	т/га	г
Без добрив (контроль)	<u>39,9</u> 4,77	0,215	<u>40,6</u> 4,98	0,231	<u>42,3</u> 5,18	0,221	<u>43,7</u> 5,26	0,250
$N_{120}P_{90}K_{90}$	<u>48,8</u> 5,62	0,535	<u>50,5</u> 5,81	0,616	<u>52,7</u> 6,15	0,625	<u>54,9</u> 6,35	0,657
$N_{150}P_{90}K_{90}$	<u>56,7</u> 6,91	0,736	<u>57,8</u> 7,22	0,852	<u>60,6</u> 7,36	0,979	<u>64,8</u> 7,48	0,998

Примітка. Чисельник – зелена маса, знаменник – зерно.

Від 0 до 0,33 – слабка, 0,33 до 0,66 – середня, 0,66 до 1,00 – сильна, 1,00 – повна, як для прямої (+), так і зворотної (-) кореляції (г).

5.7 Маса 1000 зерен та втрата вологи

Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежала від біологічних особливостей гібриду реагувати на систему живлення рослин (табл. 5.9).

На контролі (без добрив) даний показник був найнижчим і становив 248 г (рс) і 301 г (ср) ($HP_{0,05} = 2,38$). За внесення мінеральних добрив у нормі

$N_{120}P_{90}K_{90}$ зростала на 21–32 г , а за вищого азотного $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 32–37 г за $HP_{0,05} = 1,39$.

Таблиця 5.9

**Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від норм внесення
мінеральних добрив (2019–2021 рр.), г**

Гібрид	Удобрєння			Приріст до контролю			
				$N_{120}P_{90}K_{90}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
	без добрив (контроль)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	г	%	г	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)							
Почаївський 190 МВ	248	269	274	21	8,5	26	10,5
ДН Меотида	255	278	289	23	9,0	34	13,3
Середнє	252	274	282	22	8,8	32	11,2
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)							
ДН Хортиця	301	333	339	32	10,6	38	12,6
Оржиця 237 МВ	312	345	348	36	11,5	36	11,5
Середнє	307	339	344	34	11,1	37	12,1

Фактор:	Сила впливу, %	$HP_{0,05}$
А (гібрид)	14	2,38
В (норма висіву насіння)	11	2,90
С (мінеральне живлення)	53	1,39
Взаємодія:		
АВ	9	3,05
АС	7	0,92
ВС	3	1,06
АВС	2	1,70
Інші	1	

За норми висіву насіння з нормою 80 тис. схож. нас/га маса 1000 насінин варіювала від 252 г (без добрив – контроль) до 282 г за норми внесення мінеральних добрив $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Зменшення норми висіву насіння середньоранніх гібридів до 75 тис. схож. нас/га забезпечувало достовірно вищі показники на 55–65 г ($HP_{0,05} = 2,90$).

Складним інтегральним процесом, який залежить від багатьох чинників: фізико-біохімічних властивостей зерна, морфологічних ознак качана кукурудзи (товщина стрижня, лінійні розміри зернівки, крупність зерна, кількість і здатність до розкриття обгорток, поникнення качана, консистенція ендосперму, появи чорного шару в основі зернівки), біологічних і онтогенетичних властивостей гібриду кукурудзи (тривалість латентної фази, стійкість до посухи) є втрата вологості зерном під час дозрівання.

У дев'ятому етапі (старіння) 97 фази, вологість зерна в качані на контролі ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199, нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас/га) становила 19,6 %, середньоранніх (ФАО 200–299, нормою висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) – 20,7 % (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Вологість зерна в фазу повної стиглості гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вологість зерна, %			Приріст до контролю	
	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Почаївський 190 МВ	19,8	23,0	25,0	3,2	5,2
ДН Меотида	19,4	22,2	24,4	2,6	5,0
Середнє	19,6	22,6	24,7	3,0	5,1
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	20,9	25,3	25,8	4,4	4,9
Оржиця 237 МВ	20,5	24,9	26,0	4,4	5,5
Середнє	20,7	25,1	25,9	4,4	5,2

$HP_{0,05}$

0,8

0,6

0,5

На варіантах внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ відсоток вологості зерна був вищим на 3,0–4,4 %, а за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 5,1–5,2 %. У гібридів ранньостиглої групи порівняно з середньоранньою даний показник був нижчим на 2,5 %.

5.8 Хімічний склад зерна

Розвиваючи всі ресурсні можливості щодо вирощування кукурудзи наша держава стає одним із провідних постачальників зерна на світовому ринку. Якщо в структурі посівних площ у 2002 р кукурудза займала 3,5%, то в 2018 р. – 32 %, валовий збір 35,8 млн т, середня врожайність – 7,84 т/га. На розширення площ під даною культурою вплинула економічна ефективність її виробництва, яка зростає з кожним роком (з 6,3 до 50,7 %), а це сприяє швидкому економічному зростанню галузі АПК та економіки держави загалом [262, 263].

Залежно від напряму використання зерна зумовлюються критерії його оцінки за показниками якості, що є одним із найважливіших елементів його поживної цінності, дозволяє визначити потребу людини і тварин у тих чи інших елементах живлення. У харчових цілях, найбільшу увагу приділяють вмісту білка від якого залежить ціна на продукцію і рентабельність виробництва підприємства [264, 265].

А. М. Влащук, О. С. Колпакова, О. П. Конашук стверджують, що на зрошуваних землях степової зони півдня України висока якість зерна кукурудзи формується під впливом гібридного складу, строків сівби та густоти стояння рослин. Серед досліджуваних авторами гібридів найвищі показники якості зерна, зокрема вміст білка – 9,39 % зафіксовано в ранньостиглого гібриду Тендра, крохмалю – 71,16 % у середньостиглого Каховський, а жиру – 3,94 % середньораннього Скадовський [266].

Дослідження проведені вченими: Р. А. Вожеговою та Я. В. Беловим також підтверджують таку ж закономірність [267, 268].

В умовах концентрації виробництва кукурудзи складаються оптимальні умови для розвитку певних груп шкідників, хвороб та бур'янів які негативно впливають на отримання зерна доброї якості. Встановлено залежність якості зерна кукурудзи від впливу фракцій висіяного насіння, глибини його загортання, строків сівби, загущення посівів. Відомо, що хімічний склад зерна кукурудзи може значно змінюватися залежно від умов вирощування. За високих температур накопичення білка більш інтенсивне. Пізньостиглі форми в посушливі роки мають в зерні більшу його кількість, ніж у роки з достатньою вологозабезпеченістю [269–273].

Однак, першочергова роль у підвищенні якості зерна кукурудзи належить саме селекції, яка спрямована на створення високобілкових (16–20 %) форм. За широкого використання в селекції мутантних генів *o2* і *f12*, проходить пригнічення синтезу зеїну з одночасним підвищенням кількості глютеїнів й інших фракцій білка, багатих на лізин. Створення методом беккросу високолізинових ліній за участю генів *o2* і *f12* дозволило одержати гібриди із вмістом білка 14–16 % і рівнем лізину в білку 4,5–5,0 % проти 2,0–2,5 % у звичайної кукурудзи. Проте такі гібриди не знайшли широкого розповсюдження у виробництві, оскільки поступалися за врожайністю звичайним гібридам на 10–15 %. Причина цього – борошниста структура ендосперму лізинової кукурудзи, що позначається на зниженні маси 1000 зерен і натури зерна. Підвищена вологість такого зерна обумовлювала зниження стійкості до хвороб і збільшення ступеня травмування зерна [274].

Інтерес до вмісту протеїну в зерні кукурудзи практично відсутній і навіть в інформаційному полі ця проблема не є пріоритетною порівняно з показниками потенціалу врожайності зерна і його вологості за збирання. Однак кількість сирого протеїну в зерні впливає на якість кормів для тваринництва і характеризує поживну цінність кормів.

При визначенні вмісту протеїну в зерні кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив, ми встановили що на контролі даний показник становив 10,26–10,36 % (табл. 5.11, дод. Л).

Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню даного показника в ранньостиглих гібридів Почаївський 190 МВ на 0,56 %, ДН Меотида – 0,55 %, у середньоранніх, відповідно ДН Хортиця – на 0,54 %, Оржиця 237 МВ – на 0,64 % ($HP_{0,05} = 0,02$ %).

За вищого рівня мінерального живлення рослин ($N_{150}P_{90}K_{90}$) вміст протеїну в зерні гібридів до контролю (без добрив) зростав, відповідно на 0,92 і 0,91 % – у ранньостиглих і 1,01 і 1,08 % – у середньоранніх.

Таблиця 5.11

Вміст протеїну в зерні гібридів кукурудзи в фазу повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вміст протеїну на абсолютно суху речовину, %			± до контролю	
	без добрив (контроль)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Почаївський 190 МВ	10,23	10,79	11,15	0,56	0,92
ДН Меотида	10,29	10,84	11,20	0,55	0,91
Середнє	10,26	10,82	11,18	0,56	0,92
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	10,38	10,92	11,39	0,54	1,01
Оржиця 237 МВ	10,34	10,98	11,42	0,64	1,08
Середнє	10,36	10,95	11,41	0,59	1,05
$HP_{0,05}$	0,05	0,03	0,02		

Надзвичайно цінним харчовим градієнтом для людини є дорогі рослинні жири: оливкове, кукурудзяне, соняшникове, екстракт, яких складається з тригліцеридів жирних кислот у комбінації з супутніми речовинами (вільні жирні кислоти, віск, стероли, фосфоліпіди і т.д.). Кукурудза відноситься до культур з низьким вмістом жиру.

За проведенням визначенням вмісту жиру в зерні гібридів кукурудзи на контролі (без добрив) він варіював від 4,36–4,41 % у гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199 з нормою висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га) до 4,43–4,46 % – середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Вміст жиру в зерні гібридів кукурудзи в фазу повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вміст жиру на абсолютно суху речовину, %			± до контролю	
	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Почаївський 190 МВ	4,36	4,17	4,02	-0,19	-0,34
ДН Меотида	4,41	4,20	4,00	-0,21	-0,41
Середнє	4,39	4,19	4,01	-0,20	-0,38
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	4,46	4,27	3,98	-0,19	-0,48
Оржиця 237 МВ	4,43	4,29	3,99	-0,14	-0,44
Середнє	4,45	4,28	3,99	-0,17	-0,46
HP _{0,05}	0,3	0,2	0,2		

Порівняно з контролем даний середній показник гібридів ранньостиглої групи був нижчим на 0,20 % за норми внесення мінеральних добрив N₁₂₀P₉₀K₉₀, різниця між гібридами становила 0,02 %. Вища на N₃₀ норма внесення азотних добрив знижувала вміст жиру до контролю на 0,38 %, з різницею між гібридами 0,07 %. Таку ж закономірність простежували і в гібридів середньоранньої групи, за норми мінеральних добрив N₁₂₀P₉₀K₉₀ вміст жиру був нижчим до контролю на 0,14–0,19 і на 0,44–0,48 %.

Клітковина (у вузькому значенні) – целюлоза, найпоширеніший в природі полісахарид (полівуглевод), що складає основну частину оболонок рослинних

клітин. При перетравленні їжі сира клітковина допомагає розпушенню корму і робить його більш доступним травним сокам.

За вмістом клітковини в зерні гібридів різних груп стиглості під впливом застосування мінеральних добрив і норм висіву насіння достовірної різниці не виявлено ($НІР = 0,07-0,11\%$) (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

Вміст клітковини в фазу повної стиглості гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вміст клітковини на абсолютно суху речовину, %			± до контролю	
	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Почайівський 190 МВ	2,16	2,11	2,01	-0,04	-0,15
ДН Меотида	2,18	2,09	2,00	-0,09	-0,18
Середнє	2,17	2,10	2,01	-0,07	-0,16
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	2,21	2,16	2,10	-0,05	-0,11
Оржиця 237 МВ	2,22	2,15	2,08	-0,07	-0,14
Середнє	2,22	2,16	2,09	-0,06	-0,13
НІР _{0,05}	0,07	0,09	0,11		

Зольність (зола) в зерні і борошні – важливий показник для борошномельних підприємств. За кількістю золи в пшениці можна визначити який вихід борошна буде при переробці.

Найбільший вміст золи в зернівці знаходиться в оболонках і алеїроновому шарі, найменший – в ендоспермі. Даний показник у зернових культур визначає сорт борошна. У кукурудзи вміст золи в фазу повної стиглості зерна на абсолютно суху речовину на контролі складав 1,19–1,22 % і

зменшувався на 0,05–0,06 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 0,08–0,10 % за $N_{150}P_{90}K_{90}$ (табл. 5.14).

Таблиця 5.14

Вміст золи в фазу повної стиглості зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вміст золи на абсолютно суху речовину зерна, %			± до контролю	
	без добрив (контроль)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Почаївський 190 МВ	1,21	1,17	1,12	-0,04	-0,09
ДН Меотида	1,23	1,15	1,11	-0,08	-0,12
Середнє	1,22	1,16	1,12	-0,06	-0,10
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	1,19	1,14	1,10	-0,05	-0,09
Оржиця 237 МВ	1,18	1,13	1,11	-0,05	-0,07
Середнє	1,19	1,14	1,11	-0,05	-0,08
$HP_{0,05}$	0,02	0,03	0,02		

Найбільш сталим і незмінним залишався показник вмісту безазотових екстрактивних речовин, який в перерахунку на абсолютно суху речовину на контролі варіював від 81,81–81,96 % і знижувався на 0,22–0,33 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 0,41–0,44% за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ (табл. 5.15).

Таблиця 5.15

Вміст безазотистих екстрактивних речовин в зерні гібридів кукурудзи в фазу повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2021 рр.), %

Гібрид	БЕР на абсолютно суху речовину, %			± до контролю	
	без добрив (контроль)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$
1	2	3	4	5	6
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					

Продовж табл.5.15

1	2	3	4	5	6
Почаївський 190 МВ	82,04	81,74	81,54	-0,30	-0,50
ДН Меотида	81,88	81,73	81,55	-0,15	-0,33
Середнє	81,96	81,74	81,55	-0,22	-0,41
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	81,78	81,51	81,43	-0,27	-0,35
Оржиця 237 МВ	81,83	81,45	81,32	-0,38	-0,51
Середнє	81,81	81,48	81,38	-0,33	-0,43
НІР _{0,05}	0,08	0,11	0,09		

Крохмаль є кінцевою формою накопичення вуглеводів у зерні і в основній його складовій. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи залежав від біологічних особливостей гібриду, норм висіву насіння й мінеральних добрив (табл. 5.16).

Таблиця 5.16

Вміст крохмалю в зерні гібридів кукурудзи в фазу повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2021 рр.),
%

Гібрид	Крохмаль на абсолютно суху речовину, %			± до контролю	
	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Почаївський 190 МВ	74,59	73,69	73,12	-0,90	-1,47
ДН Меотида	74,64	73,71	73,20	-0,93	-1,44
Середнє	74,62	73,70	73,16	-0,92	-1,46
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
ДН Хортиця	74,87	74,12	73,85	-0,75	-1,02
Оржиця 237 МВ	74,91	74,15	73,90	-0,76	-1,01
Середнє	74,89	74,14	73,88	-0,76	-1,02
НІР _{0,05}	0,16	0,21	0,25		

Якщо на контролі вміст крохмалю був у межах 74,62 % (ранньостиглі гібриди) – 74,89 % (середньоранні), то за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ знижувався на 0,92 % (ранньостиглі) – 0,76 % (середньоранні).

Збільшення норми внесення азоту сприяло збільшенню вмісту протеїну в зерні та зниженню крохмалю, порівняно з контролем у ранньостиглих гібридів на 1,46 %, середньоранніх – 1,02 %. Між групами стиглості різниця становила 0,43–0,45 %.

Висновки до розділу 5

Удосконалення інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур і розширення площ їх впровадження залишається важливим напрямком науково-технічного прогресу галузі рослинництва як на найближчі роки, так і на більш далеку перспективу. При цьому науково-дослідна робота повинна бути спрямована на розробку моделей нового покоління – екологічно чистих, енергетично- і економічно-обґрунтованих технологій вирощування кукурудзи за рахунок високопродуктивних гібридів стійких проти патогенів та їх адаптивних можливостей максимально реагувати підвищенням врожайності на запропоновані інноваційні елементи системи живлення рослин.

1. Мінеральні добрива впливали на показники структури рослин. Порівняно з контролем (без добрив) за фону живлення $N_{120}P_{90}K_{90}$ висота рослин зростала на: 5,4–6,9 %, за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ – 6,7–9,4 %, висота кріплення нижнього качана, відповідно на 13–16 і 18–19 %.

2. Із підвищенням норм внесення азотних добрив тривалість вегетаційного періоду кукурудзи збільшувалася 2–4 доби в ранньостиглих гібридів і 3–4 доби – в середньоранніх.

3. Під впливом оптимального рівня живлення рослин $N_{150}P_{90}K_{90}$ змінювалися показники продуктивності качана, зокрема довжина зростала на

1,1–5,7 %, кількість рядів у качані – 13,9–16,0 %, кількість зерен в качані – 0,3–1,1 %.

4. За норми внесення добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ урожайність зеленої маси була в межах 49,7–53,8 т/га, за вищого азотного живлення ($N_{150}P_{90}K_{90}$) – 57,3–62,7 т/га.

5. Порівняно з контролем (без добрив) приріст урожайності зерна складав 0,81–0,84 т/га за норми внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ і 2,19–2,20 т/га – за $N_{150}P_{90}K_{90}$.

6. Кращий рівень мінерального живлення рослин сприяв формуванню вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 г ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 11,9–12,1 г ($N_{150}P_{90}K_{90}$).

7. На варіантах внесення мінеральних добрив вологість зерна в фазу повної стиглості переважала контроль (без добрив) на 3,0–4,4 % ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 5,1–5,2 % ($N_{150}P_{90}K_{90}$).

8. Хімічний склад зерна залежав від групи стиглості гібриду, норм висіву насіння та внесених мінеральних добрив. У гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас/га вміст протеїну зростав від 10,26 % на контролі до 11,18 % за норми ($N_{150}P_{90}K_{90}$), у середньоранніх (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) з 10,36 до 11,45 %. За вмістом жиру (на абсолютно суху речовину), клітковини, золи, БЕР зниження складали, відповідно: 0,38–0,46 %; 0,16–0,13; 0,10–0,08; 0,41–0,42 %.

За даними розділу 5 опубліковано наукові праці:

1. Глива В. В., Пащак М. О. Висота рослин кукурудзи залежно від рівня живлення рослин та норм висіву насіння. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 14 листоп. 2019 р.). Львів-Оброшине, 2019. С. 19–20.

2. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (І). С. 51–65. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4.

3. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив / В. В. Глива, А. Я. Гадзало, Г. С. Герешко, О. М. Случак, М. О. Пащак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 66–79. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-4.

4. Глива В. В., Волощук М. Ю., Пащак М. О. Якість зерна кукурудзи залежно від рівня живлення рослин в умовах Передкарпаття. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети* : наукова конференція (м. Одеса, 5 травня 2021 р.). Одеса, 2021. С. 83–84.

5. Технологія вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу (методичні рекомендації) / Волощук І. С., Волощук О. П., Глива В. В., Воробйова Ю. В., Случак О. М., Герешко Г. С., Пащак М. О. *Оброшине* : [Б. в.], 2022. 28 с.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

6.1 Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Економічна оцінка отриманих результатів досліджень, яка визначає найбільш оптимальні з виробничої точки зору варіанти, є кінцевим результатом аналізу наукових досліджень. Спрямованість виробництва кожного господарства на оптимізацію економічного результату, де валовий прибуток розглядається як ключовий економічний показник в визначенні прибутковості має важливе економічне значення в умовах ринкової економіки [275–278]. Одним із можливих шляхів зниження енергоємності сучасної технології вирощування кукурудзи на зерно є об'єднання технологічних операцій з внесення добрив та інших засобів хімізації, а також оптимізація доз добрив і способів їх внесення, з врахуванням потенційних можливостей гібридів кукурудзи різних біотипів, що дає можливість скоротити кількість проходів агрегатів по полю, зменшити витрати добрив і пального, підвищити продуктивність праці, що в кінцевому результаті знижує енергоємність та собівартість вирощеного врожаю зерна кукурудзи.

Варто відзначити, що зростаючий диспаритет цін на кукурудзу та енергоносіїв впливали на рівень рентабельності, який є головним показником економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи, особливо для середніх і малих агроформувань та фермерських господарств. За проведеними розрахунками отриманої врожайності зерна гібридів кукурудзи і біржової ціни на зерно (8,0 тис. грн/т) найвищу рентабельність забезпечили ранньостиглий

гібрид ДН Меотида (147 %) і середньоранній – Оржиця 237 МВ (173 %) (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від продуктивності гібриду (2019–2021 рр.)

Гібрид	Урожайність зерна, т/га	Вартість реалізованого зерна, тис. грн.	Затрати на 1 га, тис. грн.	Умовно чистий прибуток, тис. грн./га	Собівартість продукції, тис. грн./т	Рентабельність	
						%	± до конт-ролю
Почаївський 190 МВ (контроль)	6,86	54,90	24,85	30,05	3,62	121	-
ДН Меотида	7,68	61,50	24,85	36,65	3,24	147	26
ДН Хортиця	7,15	57,20	22,45	34,75	3,14	155	34
Оржиця 237 МВ	7,67	61,40	22,45	38,95	2,93	173	52

Примітка: Фон живлення –N₁₂₀P₉₀K₉₀. Біржова ціна 1 т кукурудзи – 8,0 тис. грн/т у цінах 2021р.

6.2 Ефективність мікродобрив в технології вирощування гібридів кукурудзи

За передпосівної обробки насіння гібридів кукурудзи: Почаївський 190 МВ, ДН Меотида, ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ мікродобривами середній показник вартості реалізованої продукції варіював від 63,84 тис. грн – на контролі до 67,28 тис. грн за варіанту застосування мікродобрива брексіл Комбі (0,5 кг/т) (табл. 6.2).

Відповідно до інтенсивної технології вирощування затрати на 1 га сягали 23,65 тис. грн на контролі і зростали до 23,94 тис. грн/га на варіантах застосування мікродобрив. Умовно чистий прибуток був в межах 40,19–43,34 тис. грн, а собівартість продукції – 2,88–2,96 тис. грн/т.

Мікродобрива, порівняно з контролем (без обробки насіння) забезпечили вищу на 5,6–11,1 % рентабельність виробництва зерна. Ефективність мікродобрива брексіл Комбі (0,5 кг/т) за рентабельністю була вищою на 3,6 % порівняно з оракул насіння (1,0 л/т) і на 5,5 % – з валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т).

Таблиця 6.2

Економічна ефективність застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння кукурудзи (середнє за гібридами і 2019–2021 рр.)

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Урожайність зерна, т/га	Вартість реалізованого зерна, тис. грн.	Затрати на 1 га, тис. грн.	Умовно чистий прибуток, тис. грн./га	Собівартість продукції, тис. грн./т	Рентабельність	
						%	± до контролю
Без обробки насіння (контроль)	7,98	63,84	23,65	40,19	2,96	169,9	-
Оракул насіння (1,0 л/т)	8,30	66,40	23,94	42,46	2,88	177,4	7,5
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	8,41	67,28	23,94	43,34	2,85	181,0	11,1
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	8,19	65,52	23,78	41,74	2,90	175,5	5,6

Примітка. Ціна: оракул насіння – 292 грн/л, брексіл Комбі – 585 грн/кг, Валагро ЄДТА мікс 5 – 665 грн/кг.

Мікродобриво оракул мультикомплекс внесене позакоренево у різні фази розвитку рослин кукурудзи гібриду Оржиця 237 МВ впливало на зростання показників економічної ефективності виробництва зерна (табл. 6.3).

На контролі (без внесення мікродобрива) вартість реалізованої продукції становила – 61,28 тис. грн і зростає на 6,64 – 11,2 тис.грн за внесення мікродобрив у різні фази. За норми внесення мікродобрива оракул мультикомплекс в нормі 1,5 л/га вартість препарату становила 330 грн/га. На

контролі затрати складали – 22,45 тис.грн/га, а за внесення мікродобрива – 22,78 тис.грн/га.

Умовно чистий прибуток зростав з 38,83 тис.грн/га (контроль – без мікродобрива) до 49,70 тис.грн/га за внесення в фазу ВВСН 59 (повна поява волоті). За таких варіантів собівартість тони зерна знижувалася з 2,93 тис.грн до 2,51 тис.грн. Найвищі показники рентабельності 217 % і 218 % отримали від внесення оракул мультикомплекс у фази: ВВСН 16–18 (6–8 листків) і ВВСН 59 (повна поява волоті).

Таблиця 6.3

**Економічна ефективність застосування мікродобрива оракул
мультикомплекс у різі фази розвитку рослин гібриду кукурудзи Оржиця
237 МВ (2019–2021 рр.)**

Фази внесення мікродобрива	Урожайність зерна, т/га	Вартість реалізованого зерна, тис. грн.	Затрати на 1 га, тис. грн.	Умовно чистий прибуток, тис. грн./га	Собівартість продукції, тис. грн./г	Рентабель- ність	
						%	± до контролю
Без мікродоб- рива (контроль)	7,66	61,28	22,45	38,83	2,93	173	-
ВВСН 13–15 (3–5 листків)	8,49	67,92	22,78	45,14	2,68	198	25
ВВСН 16–18 (6–8 листків)	9,02	72,16	22,78	49,38	2,53	217	44
ВВСН 59 (повна поява волоті)	9,06	72,48	22,78	49,70	2,51	218	45

Примітка. Ціна оракул мультикомплекс – 220 грн/л.

**6.3 Рівень рентабельності виробництва зерна кукурудзи залежно від
норм внесення мінеральних добрив**

Як свідчать отримані дані економічної оцінки застосування мінеральних добрив на посівах гібридів кукурудзи вартість реалізованої продукції на контролі

(без добрив) у ранньостиглих гібридів становила 38,16–39,84 тис. грн. (табл. 6.4). Вища врожайність гібридів середньоранньої групи сприяла зростанню вартості реалізованої продукції до 41,44 – 42,08 тис. грн. Затрати на вирощування ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га складала 15,22 тис. грн/га, а за нижчої норми висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га середньоранніх (ФАО 200–299) – 13,87 тис. грн/га. Умовно чистий прибуток за даного варіанту – 22,94–24,62 тис. грн/га і 27,57–28,21 тис. грн/га. Собівартість 1 т зерна відповідно – 3,06–3,19 і 2,64–2,68 тис. грн, а рівень рентабельності 150,7–158,3 і 198,8–203,4 %.

Вища врожайність кукурудзи за внесення мінеральних добрив забезпечувала підвищення вартості реалізованої продукції, але одночасно зростали затрати і знижувався умовно чистий прибуток.

Собівартість 1 т зерна зростала. Гібриди ранньостиглої групи (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас/га забезпечили найвищу рентабельність виробництва зерна (88,7–97,1 %) за норми внесення мінеральних добрив $N_{150}P_{90}K_{90}$, а середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) за $N_{120}P_{90}K_{90}$ (119,2–126,3 %).

Таблиця 6.4

Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи за різних норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.)

Гібрид	Урожайність зерна, т/га			Вартість реалізованого зерна, тис. грн.			Затрати на 1 га, тис. грн.			Умовно чистий прибуток, тис. грн./т			Собівартість продукції, тис. грн./т			Рентабельність, %		
	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	без добрив (контроль)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)																		
Почаївський 190 МВ (контроль)	4,77	5,62	6,91	38,16	44,96	55,28	15,22	24,85	29,30	22,94	20,11	25,98	3,19	4,42	3,76	150,7	80,9	88,7
ДН Меотида	4,98	5,81	7,22	39,84	46,48	57,76	15,22	24,85	29,30	24,62	21,63	28,46	3,06	4,28	3,94	158,3	87,0	97,1
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)																		
ДН Хортиця	5,18	6,15	7,36	41,44	49,20	58,88	13,87	22,45	26,90	27,57	26,75	31,98	2,68	3,65	4,35	198,8	119,2	118,9
Оржиця 237 МВ	5,26	6,35	7,48	42,08	50,8	59,84	13,87	22,45	26,90	28,21	28,35	32,94	2,64	3,54	4,40	203,4	126,3	122,5

6.4 Результати виробничої перевірки досліджуваних агрозаходів

На основі отриманих експериментальних даних у 2022 рр. проведено виробничу перевірку в приватному агропромисловому підприємстві «Агроінвест», смт. Козова, Тернопільського р-ну, Тернопільської обл. на площі 50 га (дод. М.1).

Найбільш поширеними ґрунтами даного господарства є дерново-підзолисті. Еколого-агрохімічний бал ґрунтів 25. Вміст гумусу – 2,8 %. Реакція ґрунтового розчину – слабокисла (5,6). Кислотність гідролітична – 11–12 мг-екв. На 100 г ґрунту, рН (сольове) – 5,5. Середньозважений вміст (за Мачигінім) фосфору – 78,0 мг/кг ґрунту, калію – 89,0 мг/кг ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 84 мг/кг ґрунту.

Результати виробничої перевірки підтвердили, що впровадження в сільськогосподарське виробництво екологічно-пластичних, високопродуктивних гібридів: ранньостиглої групи ДН Меотида (ФАО 100–199, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га) та середньоранньої – Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299, 75 тис. схож. нас./га) за технології вирощування яка включала застосування хелатних форм мікродобрив: брексіл Комбі в нормі 0,5 кг/т у передпосівній обробці насіння, оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у позакореновому підживленні рослин у фазі ВВСН 16–18 (6–8 листків), або ВВСН 59 оракул мультикомплекс (1,5 л/га) на фоні основного мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$ сприяло приросту врожайності зерна 1,1 т/га до базової технології. Економічний ефект від реалізації зерна гібридів у цінах 2021 р. становив – 6,8 тис. грн/га.

Складовими та особливостями наукової розробки «Продуктивність гібридів кукурудзи за різних елементів технології вирощування в зоні Західного Лісостепу України» впровадженої в приватному підприємстві «Приватна Агрофірма Вороняцькі Лани», с. Вороняки, Золочівський р-н, Львівська обл. на площі 50 га (дод. М.2) були: гібриди кукурудзи: ранньостиглої групи ДН Меотида (ФАО 100–199, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га) та

середньоранньої – Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299, 75 тис. схож. нас./га); фон мінерального живлення – $N_{150}P_{90}K_{90}$, мікродобрива: брексіл Комбі в нормі 0,5 кг/т у передпосівній обробці насіння, оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у позакореновому підживленні рослин у фазі ВВСН 16–18 (6–8 листків) або ВВСН 59. Приріст урожайності зерна до базової технології складав 1,8 т/га, економічний ефект – 11,4 тис. грн/га.

Висновки до розділу 6

1. Одержані дані підтверджують, що за вирощування екологічно-пластичних гібридів кукурудзи, які у відповідній ґрунтово-кліматичній зоні здатні реалізувати свій генетичний потенціал рентабельність виробництва зерна є високою (121–173 %).

2. Передпосівна обробка насіння хелатними формами мікродобрив: оракул насіння (1,0 л/т), брексіл Комбі (0,5 кг/т) і в талагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т) сприяла зростанню рівня рентабельності на 5,6–11,1 % до контролю (без передпосівної обробки насіння мікродобривами).

3. За внесення мікродобрива оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у фази: ВВСН 16–18 (6–8 листків) та ВВСН 59 (повна поява волоті) показник рентабельності перевищував контроль (без позакоренового підживлення) на 25–45 %.

4. Збільшення норми внесення мінеральних добрив до $N_{150}P_{90}K_{90}$ порівняно з $N_{120}P_{90}K_{90}$ забезпечувало вищу рентабельність виробництва зерна кукурудзи ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га на 7,8–10,1 %, і зниження в середньоранніх (ФАО 200–299 з нормою висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га) – на 0,3–3,8 %.

5. Результати виробничої перевірки проведені в ПАП «Агроінвест», Тернопільського р-ну, Тернопільської обл. на площі 50 га та ПП «Приватна Агрофірма Вороняцькі Лани» Золочівського р-ну Львівської обл., площа – 50 га підтвердили про ефективність застосування кращих варіантів дисертаційної роботи в технології вирощування гібридів кукурудзи, за яких економічний ефект з 1 га становив 6,8 і 11,4 тис грн/га.

За даними розділу опубліковано наукову працю:

Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи за різних агротехнічних заходів вирощування / І. С. Волощук, О. П. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 148–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0218>.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання щодо обґрунтування процесів формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом погодних факторів й удосконалених елементів технології їх вирощування, які включають: передпосівну обробку насіння мікродобривами, позакореневе їх внесення в різні фази розвитку рослин (ВВСН) та рівень мінерального живлення рослин.

1. Розширення ареалу простих лінійних гібридів кукурудзи вітчизняної селекції для Західного Лісостепу можливе за умов надання переваг новим гібридам універсального призначення: як на зерно, так і на зелену масу, які мають достатню екологічну пластичність, швидкі темпи початкового росту рослин, формують потужну кореневу систему, міцне стебло й характеризуються стійкістю до вилягання та доброю віддачею вологи під час збирання зерна з потенційною врожайністю зерна 9–10 т/га, зеленої маси – 46–50 т/га, вмістом сухих речовин – 32–34 %, білка – 9,8–10,2 %, крохмалю – 72,0–74,6 %.

2. За останні роки в зоні Західного Лісостепу відбулися зміни клімату які обумовили зростання суми активних температур від 2311 °С (2021 р.) до 2448,5 °С (2019 р.) за середньобагаторічного показника – 2372,2 °С та достатньої кількості опадів 414,8 мм (2020 р.) – 432,9 мм (2021 р.) впродовж вегетації. Це відповідає вимогам гібридів ранньостиглої і середньоранньої груп і дозволяє об'єктивно й комплексно оцінити досліджувані гібриди за господарсько цінними й морфо-біологічними ознаками та визначити найбільш екологічно-пластичні.

3. Під впливом погодних умов та групи стиглості гібриду тривалість вегетаційного періоду варіювала в межах 125–127 діб, площа листової поверхні в фазу цвітіння – формування зерна (34,1–41,3 тис.м²/га), чиста продуктивність фотосинтезу (10,1–12,1 г/м²) за добу.

4. Найвищий відсоток ураження хворобами спостерігали в 2021 р. за великої кількості опадів впродовж червня–вересня. Групову стійкість до основних хвороб кукурудзи з ранньостиглих гібридів забезпечив – ДН Метеотида (ФАО 190), з середньоранніх – Оржиця 237 МВ (ФАО 230).

5. Розмах мінливості за врожайністю зерна в гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) – був на рівні 0,32–0,52 т/га, середньоранньої (ФАО 200–299) – 0,22–0,35 т/га.

6. На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах досліджуваного регіону з недостатнім вмістом елементів живлення, ефективною була передпосівна обробка насіння хелатними формами мікродобрив. Застосування мікродобрив: оракул насіння (1,0 л/т), валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т) та брексіл Комбі (0,5 кг/т) сприяло підвищенню польової схожості насіння на 2,9–3,7 %, маси 1000 насінин – 28–41 г, забезпечуючи достовірний приріст урожайності 0,21–0,43 т/га.

7. За поєднання мінерального живлення рослин $N_{150}P_{90}K_{90}$ та внесення по листках мікродобрива оракул мультикомплекс (1,5 л/га) в фазу ВВСН 16–18 потенціал продуктивності середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ становив – 8,72 т/га, маса 1000 зерен зростала на 59 г, сумарний вихід крупної і середньої фракцій – 92,1 %

8. Рівень мінерального живлення впливав на зміну морфологічних показників рослин та тривалість вегетаційного періоду кукурудзи яка була довшою на 2–4 доби в ранньостиглих гібридів і на 3–4 доби – в середньоранніх. Порівняно з контролем (без добрив) за варіанту внесення $N_{150}P_{90}K_{90}$ довжина качана зростала на 1,1–5,7 %, кількість рядів у качані – 13,9–16,0 %, кількість зерен в качані – 0,3–1,1%. За норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ урожайність зеленої маси становила 48,87–54,9 т/га, за вищого азотного живлення ($N_{150}P_{90}K_{90}$) – 56,7–64,8 т/га. Приріст урожайності зерна складав 0,81–0,84 т/га ($N_{120}P_{90}K_{90}$) та 2,19–2,20 т/га ($N_{150}P_{90}K_{90}$).

9. Кращий рівень мінерального живлення рослин сприяв формуванню вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 г ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 11,9–12,1 г ($N_{150}P_{90}K_{90}$), однак

вологість зерна в фазу повної стиглості збільшувалася на 3,0–4,4 % ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 5,1–5,2 % ($N_{150}P_{90}K_{90}$) порівняно з контролем (без добрив).

10. Кореляція між урожайністю зеленої маси і зерна за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ була прямою середньою – 0,535–0,657, а за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ – прямою сильною (0,736–0,998). Вплив гібриду (фактор А) на урожайність зерна кукурудзи становив 21,1 %, норм висіву насіння (В) – 12,3, мінеральних добрив (С) – 38,4, взаємодія факторів АВ – 13,6, АС – 10,0, ВС – 2,0, АВС – 2,1, інших – 0,5 %.

11. У гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас/га вміст протеїну зростав від 10,26 % на контролі до 11,18 % за норми ($N_{150}P_{90}K_{90}$), у середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) з 10,36 до 11,45 %. За вмістом жиру (на абсолютно суху речовину), клітковини, золи, БЕР зниження складали, відповідно: 0,38–0,46 %, 0,16–0,13, 0,10–0,08, 0,41–0,42 %.

12. Залежно від біологічних особливостей позитивно реагувати на ґрунтово-кліматичні умови вирощування рівень рентабельності ранньостиглого гібриду ДН Меотида становив 147 %, середньораннього – Оржиця 237 МВ – 173 %. Найвищі показники економічної ефективності виробництва зерна отримали від застосування мікродобрив: брексіл Комбі (0,5 кг/т) в передпосівній обробці насіння (181%) та оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у позакореновому підживленні рослин у фазі: ВВСН 16–18 (6–8 листків) – 217 %. Збільшення норми внесення мінеральних добрив до $N_{150}P_{90}K_{90}$ порівняно з $N_{120}P_{90}K_{90}$ забезпечувало вищу рентабельність виробництва зерна кукурудзи ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199) з нормою висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га на 7,8–10,1 %, і зниження в середньоранніх (ФАО 200–299 з нормою висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) – на 0,3–3,8 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

З метою одержання високої врожайності зерна та зеленої маси кукурудзи, господарствам різних організаційно–правових форм власності зони Західного Лісостепу, на сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах, вирощувати екологічно-пластичні, високопродуктивні гібриди ранньостиглої групи ДН Меотида (ФАО 190, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га) та середньоранньої – Оржиця 237 МВ (ФАО 230, 75 тис. схож. нас/га).

Технологія вирощування повинна включати: фон мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$, передпосівну обробку насіння мікродобривом брексіл Комбі в нормі 0,5 кг/т та застосування комплексного мікродобрива – оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у фазу ВВСН 16–18 (6–8 листків).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козак О. А., Грищенко О. Ю. Розвиток зернової галузі України на сучасному етапі. *Економіка АПК*. 2016. № 1. С. 38.
2. Кваша С. М., Ільчук М. М., Коновал І. А. Економічне обґрунтування програми виробництва зерна пшениці в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 16–24.
3. Петриченко В. Ф. Стратегічні напрями розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року. *Економіка АПК*. 2012. № 11. С. 3–9.
4. Чорний М. В. Торговельна позиція українських підприємств на світовому ринку зерна. *Ефективна економіка* : електронне наукове фахове видання. 2017. Вип. 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5450>
5. Рослинництво України 2018. *Статистичний збірник Державної служби статистики України*, 2019. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Ринок зернових України – попит та пропозиція: кукурудза, пшениця і ячмінь. 11 листопада 2022 р. <https://agropolit.com/blog/513-rinok-zernovih-ukrayini--popit-ta-propozitsiya-kukurudza-pshenitsya-i-yachmin> (дата звернення: 15.12.2022).
7. Бороденко К. С. Тенденції розвитку світового ринку зерна. *Агроінком*. 2012. № 10. С. 10–15.
8. Світовий ринок кукурудзи та місце України на ньому. 2020. № 10 (288) <https://pricereview.com.ua/articles/svitovij-rinok-kukurudzi-ta-misce-ukra%D1%97ni-na-nomu> (дата звернення: 09.06.2021).
9. Сільське господарство України (Agriculture of Ukraine). *Статистичний збірник (statistical yearboo)*. Київ. 2019. 235 с.
10. Площі посіву кукурудзи в Україні зросли майже на 10 % – аналітики. 8 серпня 2019. URL: <https://superagronom.com/news/7953-ploschi-posivu-kukurudzi-v-ukrayini-zrosli-mayje-na-10--analitiki> (дата звернення: 09.06.2021).

11. Мазур В. А., Шевченко М. В. Кукурудза – стан та перспективи виробництва в Україні. *Економіка, наука, освіта: інтеграція та синергія* : матеріали Міжнар. наук.-прак. конф. (м. Братислава, 18-21 січн. 2016.) Київ, 2016. Т. 10. № 1, 2. С. 108–114.
12. Мойсієнко В. В. Пріоритетність та шляхи підвищення продуктивності зернової та силосної кукурудзи. *Вісник Житомирського національного аграрного екологічного університету*. 2015. № 1 (47). Т. 1. С. 193–201.
13. Надь Я. Кукурудза. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.
14. Гаврилюк В. М. Кукурудза в вашому господарстві. Київ : Світ, 2001. 14 с.
15. Гаврилюк В. М., Здольник Н. В., Гопчак В. О. Комора вітамінів. *Насінництво*. 2005. № 2. С. 18–22.
16. Коваль А., Дідух Н. Господарсько-товарознавча оцінка районованих в Україні сортів кукурудзи цукрової. *Товари і ринки*. 2014. № 2. С. 61–69, 71.
17. Азуркін В. О., Поліщук М. І. Генетичні параметри формування ознаки «насіннева продуктивність» у простих гібридів кукурудзи. *Бюлетень інституту зернового господарства* (науково-методичний центр з проблем зернового господарства). Дніпропетровськ, 2007. № 31–32. С. 171–177.
18. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування насіння кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 74–81. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100).
19. Дзюбецький Б. В., Черчель Ю. В., Антонюк С. П. Селекція кукурудзи. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 578–581.
20. Гайдаш О. Л. Оцінка комбінаційної здатності за врожайністю зерна самозапилених сімей S5 кукурудзи (*Zea mays L*) змішаної зародкової плазми. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. № 1. С. 62–66. DOI: 10.21498/2518-1017.1(30).2016.61781.
21. Абельмасов О. В., Ільченко Л. А. Комбінаційна здатність нового вихідного матеріалу генетичної плазми Айодент за селекції гібридів кукурудзи

для степової зони України. *Plant Varieties Studying and Protection*. Вінниця, 2018. № 3. С. 262–269.

22. Study of correlations between yield inheritance and resistance of corn self-pollinating lines and hybrids to pathogens / O. M. Kolisnyk, V. P. Onopriienko, I. M. Onopriienko, N. M. Kandyba, L. M. Khomenko, T. O. Kyrychenko, D. S. Tymchuk, N. F. Tymchuk. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Т. 10, № 1. С. 220-225.

23. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи (*Zea mays L.*) на базі змішаної зародкової плазми. Зернові культури. Дніпро, 2017. Т. 1, № 1. С. 10–16.

24. Рябченко Е. М. Створення самозапильних ліній кукурудзи плазми Ланкастер з використанням методу гаплоїдії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук за спец.: 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Інститут зернового господарства НААН. Дніпро, 2016. 22 с.

25. Бойко П., Коваленко Н. Разным зонам Украины – своя кукуруза. *Пропозиция*. Спецвыпуск : Кукуруза: от семян до прибыли. 2016. № 3. 73. С. 10–15.

26. Рекомендації щодо вибору гібридів. Кукурудза. 07.05.2020. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/rekomendaciyi-shchodo-viboru-gibridiv> (дата звернення: 10.06.2021).

27. Як вибрати гібрид кукурудзи. 26 березня 2021. URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/novyny/2715-yak-vybraty-hibryd-kukurudzy> (дата звернення: 10.06.2021).

28. Вожегова Р. А., Влащук А. М., Дробіт О. С. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7 (784). С. 18–26.

29. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2016. № 1. P. 55–60.

30. Asfaw S. Gender integration into climate-smart agriculture. Rome : Maggio, Food and Agriculture Organization of the UN, 2016. 20 p.
31. Оцінка різних типів гібридів кукурудзи за генетичними дистанціями та ступенем гетерозису / В. Ю. Черчель, Б. В. Дзюбецький, В. В. Борисова, Т. М. Сатарова. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 8. С. 33-37
32. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31–38.
33. Беліков Є. І., Купріченко Т. Г. Вивчення врожайності ранньостиглих гібридів кукурудзи різних гетерозисних моделей в умовах степової зони України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2015. № 9. С. 58–62.
34. Заїка С. І., Перевертун Л. П. Адаптивний потенціал ранньостиглих гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 5. С. 66–67.
35. Каменщук Б. Д. Агроекологічний вплив умов вирощування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 16–21.
36. Kadyrov S. and Kharitonov M. Productivity of corn hybrids in relation to the seeding rate. *Agronomy Research*, 2019, 17(1), 123–132, DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.19.013>.
37. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза: селекція та вирощування гібридів.: Вінниця, 2009. 199 с.
38. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
39. Що таке ФАО кукурудзи? Як правильно вибрати насіння. URL: https://vpoli.ua/online-dopomoga/questions/kukuruza/fao_kukuruzy_cho_eto_kak_vybrat_gibrid_kukuruzy_po_fao/ (дата звернення: 10.06.2021).

40. Михайленко І. В., Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості та строків сівби. *Зрошуване землеробство*. 2015. № 59. С. 39–47.

41. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця, 2017. Вип. 6 (Т.1). С. 7–13.

42. Шевчук Р., Кириєнко А. Продуктивність гібридів зернової кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. *Аграрний тиждень*. 2014. № 3/4. С. 45–46.

43. Якунін О. П., Котченко М. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вирощування. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2007. № 2. С. 13–16.

44. Формування врожаю нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах степової зони України на зрошенні / А. М. Влащук, О. П. Конащук, А. Г. Желтова, О. С. Колпакова. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 69–73.

45. Критерії підбору гібридів кукурудзи ТОВ «Сингента» для різних умов вирощування. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/436-aspekty-vyroshchuvannia-kukurudzy.html> (дата звернення: 10.06.2021).

46. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).

47. Музафаров Н. М., Чернобай Л. М., Барсуков І. П. Екологічне випробування гібридів кукурудзи в Лісостепу. *Агробізнес сьогодні* : газета. 2014. № 6 (277), березень. URL: www.agro-business.com.ua.

48. Паламарчук В. Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Ч. 1. Агрономія, вип. 80. С. 68–74.

49. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України / А. М. Польовий, Т. К. Костюкевич,

А. В. Толмачова, О. Л. Жигайло. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1 (109) С. 29–37. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4.

50. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 120–132.

51. Сатановська І. П. Тривалість вегетаційного періоду різностиглих гібридів кукурудзи залежно від біологічних препаратів та погодних умов. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Вип. 6. С. 148–152.

52. Костюкевич Т. К., Толмачова А. В. Оцінка впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування кукурудзи в центральній частині України. *Science. Quality : 1-st International Scientific-Practical Conference SIQ – 2020, December 17-18-th, 2020: Book of Papers. Berdyansk : BSPU, 2020. P. 264–267.*

53. Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 11. С. 212–217.

54. Костюкевич Т. К., Адаменко Т. І. Вплив змін клімату на продукційний процес кукурудзи. *Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України : колективна монографія; за ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового*. Одеса : ТЕС, 2015. С. 369–380.

55. Genetic components for fodder yield and agronomic characters in maize lines / O. Gayosso-Barragán, S. A. Rodríguez-Herrera, C. D. Petroli, O. Antuna-Grijalva, A. López-Benítez, A. Mancera-Rico, M. P. Luévanos-Escareño and A. J. Lozano-del Río. *Agronomy Research*, 2020, 18(1), 77–87, <https://doi.org/10.15159/AR.20.001>.

56. Каленська С. М., Таран В. Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 4. № 4. С. 415–421. DOI:10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909

57. Productivity of Corn Hybrids in the Conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine / O. Voloshchuk, P. Zaviryukha, O. Andrushko, O. Kovalchuk, Yu.

Kovalchuk. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No.8. P. 9–16. DOI: 10.48077/scihor.25(8).2022.9-16.

58. Вплив тривалих антропогенних навантажень на функціональний стан агроєкосистем кукурузи / О. Ф. Стасів, Ю. М. Оліфір, А. Й. Габриєль, Т. В. Партика, О. С. Гавришко. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 6. С. 16–23. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202106-02>.

59. Визначення оптимальної гетерозисної моделі середньостиглих гібридів кукурудзи в умовах північного Степу / Ю. Ю. Купар, Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, М. С. Ольховик. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 5–14. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0201>.

60. Випробування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах південно-західної частини Лісостепу України / Я. Д. Заплітний, Г. В. Козак, І. С. Микуляк, М. І. Лінська, Т. Я. Карп, Н. А. Боденко. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 2. С. 209–217. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0178>.

61. Вилягання у ліній кукурудзи різних генетичних плазм та гібридів, створених на їх основі / Я. Д. Заплітний, І. С. Микуляк, М. І. Лінська, Т. Я. Карп, Г. В. Козак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 60–74. DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-4.

62. Тараріко Ю. О. Агроресурсний потенціал маловитратних технологій у землеробстві. *Меліорація і водне господарство*. 2014. Вип. 101. С. 60–70.

63. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 51–65. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4.

64. Глушко Т., Вожегова Р., Лавриненко Ю. Вплив мінеральних добрив і зрошення на врожайність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *The Ukrainian Farmer*. 2013. № 7 (44). С. 65–68.

65. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом

/ В. С. Циков, М. І. Дудка, О. М. Шевченко, С. С. Носов. *Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.

66. Гораш О. С., Сендецький В. М. Вплив сумісного застосування соломи та сидератів на продуктивність кукурудзи на зерно. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2018. Вип. 1. С. 23–32.

67. Фатеев А. І., Мартиненко В. М., Собко М. Г. Продуктивність культур сівозміни і винос елементів живлення за різних систем удобрення та обробітку. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 3. С. 11–15.

68. Мінеральне живлення кукурудзи. Агрономія, сьогодні / 26 березня 2020 р. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/16998-mineralne-zhyvlennia-kukurudzy.html> (дата звернення 14.06.2021 р.).

69. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Агроном*. 2009. № 2. С. 102–104.

70. Система удобрення кукурудзи. Аграрний сектор України. URL: <http://admin@agrosience.com.ua> (дата звернення 14.06.2021 р.).

71. Pellerin S., Mollier A., Plinet D. Phosphorus Deficiency Affects the rate of Emergence and Number of Corn Adventitious Nodal Roots. *Agronomy Journal*. 2000. Vol. 92. P. 690–697.

72. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 63–65.

73. Крамарев С. М., Якунин А. А., Коваленко В. Е. Дозы, сроки, формы и способы внесения минеральных удобрений под кукурузу при различной основной обработке обыкновенных черноземов. *Агрохимия*. 1995. № 2. С. 47–62.

74. Філіп'єв І. Д., Міхєєв Є. К. Лінійна залежність врожаю зерна озимої пшениці та кукурудзи від співвідношень мінеральних добрив. *Зрошуване землеробство*. Київ : Урожай, 1981. Вип. 26. С. 31–34.

75. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив : підручник. Київ : Вищ. шк., 2002. 317 с.

76. Скринник Я. Т. Особливості застосування комплексних рідких добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюл. ін-ту зернового господарства*. 2010. № 39. С. 103–106.
77. Bertoia L. M., Aulicino M. M. Maize forage aptitude: Combining ability of inbred lines and stability of hybrids. *The Crop Journal*. 2014. 2(6), 407–418.
78. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза : навч.-практ. вид. Львів : Україн. технології, 2002. 48 с.
79. Hajibabae, M., Azizi, F., Zargari, K. Effect of drought stress on some morphological, physiological and agronomic traits in various foliage corn hybrids. *Am-Euras. J. Agric. & Environ Sci*. 2012. 12(7), 890–896.
80. Цехмейструк М., Муфазаров Н., Манько К. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агрономія сьогодні*. 2014. № 8 (279). С. 28–33. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/436-aspekty-vyroshchuvannia-kukurudzy.html>
81. Гаврилюк А. Як змінюється потреба кукурудзи в елементах живлення у різні фази розвитку. *AgroTimes. Агрономія*. 10 січня 2022. <https://agrotimes.ua/agronomiya/yak-zminyuyetsya-potreba-kukurudzy-v-elementah-zhyvlennya-u-rizni-fazy-rozvytku/> (дата звернення: 23.09.2022 р.).
82. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця, 2018. Вип. 8. С. 5–13.
83. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. Київ, 2018. Т. 10, № 1, 2. С. 108–114.
84. Шевченко Н. В. Тривалість міжфазних періодів рослин гібридів кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2018. Вип. 1. С. 73–76.
85. Шевченко Н. В. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень. *Наукові доповіді НУБіП України:*

електронне наук. фахове вид. 2018. Вип. 3 (73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10820/9463>.

86. Споживання азоту кукурудзою. Журнал. Агроном. 30.03.2020 р. <https://www.agronom.com.ua/spozhyvannya-azotu-kukurudzoyu/> (дата звернення: 14.05.2021 р.).

87. Hybridspecific nutrient interactions and their role in maize yield quality. C. Bojtor, Á. Illés, É. Horváth, J. Nagy, L.C. Marton. *Agronomy Research*, 2021, 19(4), 1698–1710, <https://doi.org/10.15159/AR.21.148>.

88. Важливість азоту при вирощуванні кукурудзи. URL: <https://www.agronom.com.ua/spozhyvannya-azotu-kukurudzoyu/> (дата звернення: 14.06.2021 р.).

89. Броннікова Л. Ф. Формування азотного поживного режиму ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 53–61. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/16710.pdf> (дата звернення: 14.05.2021).

90. Логінова І. В., Білера Н. М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: Агрономія. 2014. №. 195 (1). С. 71–78.

91. Логінова І., Смик С. Прогнозування ефективності добрив під кукурудзу на зерно за даними ґрунтової діагностики. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. № 3 (32). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_3/12liv.pdf (дата звернення: 08.09.2019 р.).

92. Вплив різних доз мінеральних азотних добрив на формування екологічно чистої продукції при вирощуванні кукурудзи на зерно / В. Т. Маткевич, М. О. Коровіна, Л. В. Коломієць, Ю. О. Рудак, В. П. Резніченко, Д. О. Нікіфоров, М. С. Глазкова, В. В. Савранчук, С. Т. Андрущук, І. М. Семеняка, В. М. Смалиус. *Корми і кормовиробництво*. 2005. № 55. С. 73–79.

93. Котельников Д. Ефективність способів обробітку ґрунту та живлення посівів кукурудзи на півдні України : автореф. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.02. «Землеробство». Херсон, 2015. 23 с.

94. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Ефективність використання азотних добрив у прикореневому підживленні кукурудзи. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 2. С. 329–335. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0192>

95. Молдован Ж. А. Собчук С. І. Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів кукурудзи на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність зерна. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 130–138. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0116>.

96. Biswas D. K., Ma B. L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016. Т. 96. №. 3. С. 392–403.

97. Evaluation of the Nutrient Composition of Maize in Different NPK Fertilizer Levels Based on Multivariate Method Analysis / Bojtor, C.; Illés, Á.; Mousavi, S.M.N.; Széles, A.; Tóth, B.; Nagy, J.; Marton, L.C. *Int. J. Agron.* 2021, 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5537549>.

98. Пасічник Н. А., Степанко А. В. Калійне живлення рослин кукурудзи за різних систем застосування добрив. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія : Агрономія. 2016. Вип. 235. С. 204–209.

99. Nitrogen management studies in maize (*Zea mays* L.) hybrids / S. Iqbal, H. Z. Khan, N. Akbar, M. S. Zamir and H. M. Javeed. *Cercet. Agron. Mol.* 2013, 46: 39–48.

100. Білера Н. Калій – елемент якості або особливості калійного живлення рослин. *Агроном*. 2017. № 3 (57). С. 24–31.

101. Barlog P., Frackowiak-Pawlak K. Effect of mineral fertilization on yield of maize cultivars differing in maturity scale. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2008. Т. 7. №. 4. S. 5–17.

102. Effect of potassium fertilizer on corn yield (Jeta cv.) under drought stress condition / S. T. Ebrahimi, M. Yarnia, M. K. Benam, E. F. M. Tabrizi. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environ Sci.* 2011. Т. 10. №. 2. С. 257–263.

103. Носко Б. С. Сучасні проблеми фосфору в землеробстві і шляхи їх розв'язання. *Вісник аграрної науки.* 2017. № 6. С. 5–12.

104. Засвоєння фосфору рослинами кукурудзи за впливу фосфатмобілізувальних бактерій. *Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія* / Л. М. Токмакова, А. О. Трепач, Л. А. Шевченко, І. В. Ларченко, О. П. Лепеха, Н. О. Хаїтова. *Вісник аграрної науки.* 2019. №7 (796). С. 14–19.

105. Mousavi S. M. N., Kith K., Nagy J. Effect of interaction between traits of different genotype maize in six fertilizer level by GGE biplot analysis in Hungary. *Prog. Agric. Eng. Sci.* 2019.15: 23-35.

106. The plant nutrition impact on the quality and quantity parameters of maize hybrids grain yield based on different statistical methods / Á. Illés, S. N. Mousavi, C. Bojtor, J. Nagy. *Cereal Res. Commun.* 2020. 48: 565–573.

107. Присташ І. В. Вплив добрив на фотосинтетичну діяльність і продуктивність кукурудзи на лучно-чорноземному ґрунті Лісостепу України. *Вісник Львівського державного аграрного університету: Агрономія.* 2004. № 8. С. 398–404.

108. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин, Л. Ф. Демишев, Доронин В. А. и др. 3-е изд., перераб. и доп. Днепропетровск : Сич, 2007. 100 с.

109. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2019. Вип. 95, 1 ч. С. 128–138.

110. Капітанська О. Збалансоване живлення – запорука формування стресостійкості рослин. *Пропозиція.* 2017. № 3. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sbalansirovannoe-pitanie-i-podkormka-rastenyi-mineralnymi-udobreniyami-zalog-formirovaniya> (дата звернення: 20.10.2021 р.).

111. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур / С. Ю. Булигін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 13–15.

112. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6 (229). URL: <http://www.agro-business.com.ua> (дата звернення: 20.10.2021 р.).

113. Гож О. А. Агроекологічні аспекти позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементами при зрошенні в умовах півдня України. *Ефективність використання зрошуваних земель* : зб. тез Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 24–26 червня 2013 р.). Херсон : Айлант, 2013. С. 55–57.

114. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Застосування регуляторів росту рослин та мікродобрів в інтенсивних технологіях вирощування кукурудзи. *Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах* : тези Міжнародної науковр-практичнп конф. присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні (м. Скадовськ, 6–8 серпня 2013 р.). Скадовськ, 2013. С. 82–84.

115. Дегодюк С. Е., Літвінова О. А., Кириченко А. В. Баланс поживних речовин за тривалого застосування добрив у зернопросапній сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 7 (737). С. 16–19.

116. Effects of NPK single fertilizers on relative growth performances of two cycles of maize (*Zea mays* L.) grown in a degraded soil of Southwest Nigeria / K. Chukwuka, S. Ajala, P. C. Nwosu, O. E. Omotayo. *J. Agron.* 2015. 14: 203–211.

117. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В. Застосування мікродобрів – резерв підвищення врожаю зерна кукурудзи. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : зб. наук. праць за матеріалами Міжнар. наук. конф. (м. Херсон, 20–22 черв. 2014 р.). Херсон, 2014. С. 31–32.

118. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення кукурудзи: необхідність чи альтернатива? *Пропозиція*. 2017. URL:

<http://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-pidzhivlennya-neobhidnist-chi-alternativa>
(дата звернення: 20.10.2021 р.).

119. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: Підручник. Чернівці : Книги ХХІ, 2004. 400 с.

120. Полупан М. І., Соловей Б. В., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ : Аграрна наука, 2005. 300 с.

121. Фатєєва А. І., Пашенко Я. В. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України. Харків : Прапор, 2003. 115 с.

122. Головина Л. П., Лисенко М. М. Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах УРСР. Довідник працівника агрохімслужби / за ред. Б. С. Носка. Київ : Урожай, 1991. С. 10–15.

123. Троїцький М. О., Дмитрієва Л. А. Міграція важких металів у ланці «ґрунт-рослини» в агроландшафтах Степу України. 2012. Т. 179. №167. С. 37–40.

124. Ткачук С. О., Олійник О. О. Вплив застосування мікродобрива «Оракул мультикомплекс» та «Оракул насіння» на врожайність кукурудзи на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту*. 2012. № 4. С. 157–160.

125. The use of DNA markers for the evaluation of maize lines and hybrids based on cytoplasmic male sterility / L. Prysiashniuk, Y. Honcharov, S. Chernii, S. Hryniv, S. Melnyk. *Agronomy Research*, 2020, 18(S2), 1424–1432, <https://doi.org/10.15159/AR.20.041>.

126. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 65. С. 128–131.

127. Sendetsky V. M. Growth and development of corn plants depending on the use of straw and green manure crops. *Agrology*. 2018. Vol. 1. No. 3. S. 281–285. DOI: 10.32819/2617-6106.2018.13007.

128. Сатановська І. П. Вплив обробки насіння та позакоренових підживлень на біометричні показники рослин кукурудзи. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 62–67.

129. Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Кохан А. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту і мікродобрив. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту*. 2016. С. 26–31.

130. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Наукові пр. Ін-ту біоенергет. культур і цукрових буряків*. 2013. № 17. С. 240–244.

131. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакоренового підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 1. С. 101–108.

132. Технологія підживлення кукурудзи макро- і мікроелементами. Кукурудза. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-pidzhyvlennya-kukurudzy-makro-i-mikroelementamy-yih-znachennya-ta-zastosuvan> (дата звертання: 15.06.2021 р.).

133. Micro fertilizers for corn Microstim ZN. URL: <https://imexagro.com.ua/en/goods/po-naznacheniyu/98.htm> (дата звертання: 23.02.2023 р.).

134. Benefits of Micronutrients for Corn Production. November 15, 2019. Kruger. Seed TM. URL: <https://www.krugerseed.com/en-us/agronomy-library/benefits-of-micronutrients-for-corn-production.html#> (дата звертання: 23.02.2023 р.).

135. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on the phenology and yield of maize varieties / F. Khan, K. Sehrish, F. Shah, F. Shah, H. Saddam, A. Saqib, A. Ashfaq. *Am. J. Plant Sci.* 2014, 5, 2582–2590. DOI:10.4236/ajps.2014.517272.

136. Цинк. Системний підхід у мінеральному живленні рослин. URL: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnij-pidhid-u-mineralnomu-zhivlenni-roslin/> (дата звертання: 15.06.2021 р.).

137. Городній М. М., Присташ І. В. Вплив систематичного застосування добрив у сівоzmіні на вміст і рухомість цинку в ґрунті та поглинання його рослинами кукурудзи. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2004. Вип. 79. С. 59–67.
138. Щербаков В. Я., Гобеляк Ю. М. Майбутнє за суспензією. *Пропозиція*. 2011. № 2 (188). С. 2–3.
139. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
140. Крамарьов С. М., Писаренко П. В. Перспективи використання нових комплексонатів цинку в агроценозах кукурузи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 2. С. 10–16.
141. Борні добрива. URL: <https://ecoorganic.ua/catalog/category/borni-dobryva> (дата звернення: 25.01.2019).
142. Труфанов О. Мікроелементи, хелати, мікродобрива. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 63–65.
143. Synergetic effect of bioregulators with pesticides and herbicides on improving growth, yield quality and crop resistance against pathogens and pests / S. P. Ponomarenko, Z. M. Hrytsaenko, V. A. Tsygankova, O. V. Babayants. *Proceeding of the 43 Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America*, July 17- July 21, 2016 North Carolina.
144. Мистецтво живлення рослин. Хелати: у пошуках істини. 19 липня 2019. URL: <https://superagronom.com/articles/270-mistetstvo-jivlennya-roslyn-helati-u-poshukah-istini> (дата звернення: 25.02.2020).
145. Бугай В. І. Особливості формування зернового продуктивного потенціалу кукурудзи за позакореневого підживлення її мікродобривами : магістр. дипл. роб. : спец. 201 Агрономія ОПП Екологічне рослинництво. Полтава. 2020. 62 с.
146. Хелатні добрива "КВАНТУМ" - якість перевірена часом. URL: <https://agrovio.com.ua/article.php?id=83> (дата звернення: 25.02.2020).

147. Хелатні мікродобрива, їх якість, переваги та недоліки. URL: <https://agrarnik.com/stati/item/8580-khelatni-mikrodobriva-jikh-yakist-perevagi-ta-nedoliki> (дата звернення: 25.02.2020).

148. Господаренко Г., Карнаух О., Алехандер А. Мікроелементи і добрива в живленні рослин. Рута. 2020. 348 с.

149. Гончаренко Є., Шаповал О. Хелатні мікродобрива: досвід та перспективи. *Агроперспектива*. 2007. № 12 (96). С. 56–57.

150. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи / Ю. М. Пащенко, О. І. Кордін, В. С. Рибка, Я. Т. Скринник, О. Ю. Шишкіна. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodobriv-reakom-plyus-sumisno-z-gerbitsidami-v-tekhnologiji-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 23.02.2023).

151. Yield level and stability in corn hybrids of different ripeness groups / M. V. Kapustian, N. M. Muzafarov, L. M. Chernobay, V. P. Kolomatska, N. Yu. Yegorova, N. V. Kuzmishina. *Plant Breeding and Seed Production*. 2021. Issue 120. S. 16–23. DOI:10.30835/2413-7510.2021.251032.

152. Evaluation of maize root growth and genome-wide association studies of root traits in response to low nitrogen supply at seedling emergence / X. Sun, R. Wei, W. Peng, F. Chen, L. Yuan, Q. Pan, G. Mi. *Crop J.* 2020, 9, 794–804. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.09.011>.

153. Томащук О. В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 63–70.

154. Вплив застосування мікродобрив ТМ «Актив-Харвест» на ріст, розвиток і врожайність рослин кукурудзи / О. Г. Сухомуд, Д. М. Адаменко, І. С. Кравець, С. В. Суханов. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 94, ч.1. С. 156–164.

155. Ласло О. О., Дяденко С. С. Застосування мікродобрив у технології вирощування кукурудзи та їх вплив на урожайність. *Збалансований розвиток*

агроекосистем України: сучасний погляд та інновації : матеріали I Всеук. наук.-практ. конф. (м. Полтава, 16 лист. 2017 р.). Полтава, 2017. С. 12–15.

156. Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив позакоренових підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.

157. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310-430 за впливу регуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України / Ю. О. Лавриненко, О. А. Гож, Т. Ю. Марченко, Р. С. Сова, Т. В. Глушко, І. В. Михаленко, А. В. Шепель. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 66. С. 27–30.

158. Худяков О.І. Ефективність позакоренового підживлення кукурудзи. *Землеробство*. 2011. Вип. 83. С. 67–71.

159. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / В. К. Яворська, І. В. Драговоз, Л. О. Крючкова, Б. О. Курчій та ін. Київ : Логос, 2006. 176 с.

160. Влашук А. М., Конащук О. П., Дробіт О. С. Динаміка накопичення сирі та сухої надземної біомаси рослинами кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБІП України*. Агрономія. 2018. № 4 (74). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2018.04.006>.

161. Черемха Б. М. Особливості застосування регуляторів росту рослин та їх ефективність. *Пропозиція*. 2001. № 2. С. 62–63.

162. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2013. Вип. 61. С. 118–120.

163. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 7. С. 17–21.

164. Ahmed P., Saikia M. Influence of sowing dates for higher productivity of Rabi maize – A Review. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2020. 11(04), 38267–38271.

165. Лиховид П. В. Ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою залежно від агротехніки її вирощування при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2016. Вип. 95. С. 62–66.
166. Лихочвор В. В. Система удобрення кукурудзи. Агрономія сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiasohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html> (дата звернення: 25.01.2019).
167. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 63–65.
168. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 123–134.
169. Palamarchuk V., Telekalo N. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018. V. 24. No. 5. P. 785–792.
170. Genetic components for fodder yield and agronomic characters in maize lines / O. Gayosso-Barragán, S. A. Rodríguez-Herrera, C. D. Petroli, O. Antuna-Grijalva, A. LópezBenítez, A. Mancera-Rico, M. P. Luévanos-Escareño, A. J. Lozano-del Río. *Agronomy Research*. 2020, 18. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.20.001>.
170. Genetic variations of leaf trait in maize (*Zea mays* L.) under drought stress in different growth stages / A. I. Sabiell, A. A. Abdelmula, E. Bashir, K. D. Jamali, S. K. Baloch, S. U. Baloch, A. Muhammed, W. Bashir. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2014. 4, 108–112.
171. Horváth É., Gombos B., Széles A. Evaluation phenology, yield and quality of maize genotypes in drought stress and non-stress environments. *Agronomy Research*. 2021, 19(2), 408–422. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.073>.
172. Nagy J.; Széles A.; Horváth É. The impact of climate change and sowing time on the yield and quality of maize (*Zea mays* L.). In Proceedings of the 18th Alps-Adria Scientific Workshop: *Alimentation and Agri-Environment* : Abstract

Book (Cattolica, Italy, 1–4 May 2019). 2019. P. 150–151. DOI: 10.34116/NTI.2019.AA.66.

173. The impact of different nutritional treatments on maize hybrids morphological traits based on stability statistical methods / S. M. N. Mousavi, I. Árpád, B. Csaba, N. Janos, *J. Emir. Food Agric.* 2020, 32, 666–672. DOI: 10.9755/ejfa.2020.v32.i9.2147.

174. Study on hybrids maize response for drought tolerance index / P. Hejazi, S. M. N. Mousavi, K. Mostafavi, M. S. Ghomshei, S. Hejazi, S. M. N. Mousavi. *Adv. Environ. Biol.* 2013. 7: 333–338.

175. Heritability and genetic gain for grain yield and path coefficient analysis of some agronomic traits in early-maturing maize hybrids / S. G. Maphumulo, J. Derera, F. Qwabe, P. Fato, P. Gasura, P. Mafongoya. *Euphytica*. 2015, 206(1), 225–244.

176. Галкін А. П., Циганкова В. А., Пономаренко С. П. Особливості змін експресії генів в клітинах рослин під впливом екзогенних регуляторів росту. *Фізіологія рослин, проблеми та перспективи розвитку*. Київ : Логос, 2009. Т. 2. С. 576–584.

177. Цыганкова В. А., Мусатенко Л. И., Пономаренко С. П. Изменение популяций функционально активных цитоплазматических мРНК в клетках растений под влиянием регуляторов роста и биотехнологические перспективы бесклеточных систем белкового синтеза. *Биотехнологія*. 2010. 3, № 2. С. 19–31.

178. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine / V. Palamarchuk, I. Honcharuk, T. Honcharuk, N. Telekalo. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. Issue 3. 8(3). P. 47–53.

179. Циганкова В. А., Галкін А. П., Галкіна Л. О. Збільшення синтезу малих регуляторних РНК з імуномодуючими властивостями в клітинах рослин під впливом регуляторів росту. *Цукрові буряки*. 2011. 82, № 4. С. 10–12.

180. Цыганкова В. А., Мусатенко Л. И., Галкина Л. А. Особенности действия регуляторов роста на экспрессию генов в клетках зародышей семян в раннем постэмбриогенезе. *Биотехнологія*. 2008. 1, № 2. С. 81–92.

181. Веденичова Н. П., Косаківська І. В. Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ : Наш формат, 2017. 200 с.
182. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. Київ, 2003. 312 с.
183. Задерей Н. С. Біотехнологія рослин : навчально-методичний посібник. Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2015. 84 с.
184. Багатченко В. В., Жемойда В. Л. Підвищення насіннєвої продуктивності батьківських компонентів – основа високих врожаїв кукурудзи. *Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах зміни клімату* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 7–9 липня 2015 р.). Харків, 2015. С. 15–16.
185. Жемойда В. Л., Багатченко В. В. Стресові фактори на ділянках гібридизації кукурудзи та способи мінімізації їхнього впливу. *Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво)* : Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 22–24 травня 2017 р.). Київ, 2017. С. 18–20.
186. Пономаренко С. П., Терек О. И., Грицаенко З. М. Биорегуляция роста и развития растений. *Биорегуляция микробно-растительных систем*. Киев : Ничлава, 2010. С. 251–291.
187. Дорошенко О. Л. Вплив регуляторів росту на схожість насіння гречки. *Зб. наук. пр.* : Подільський держ. аграр. техн. ун-т. 2005. Вип. 13. С. 108–110.
188. Дудник А. В. Вплив біостимуляторів росту на біометричні показники та продуктивність гібридів соняшнику в умовах південного Степу України. *Вісн. аграр. науки Причорномор'я*. 2005. Вип. 2. С. 177–182.
189. Анішин Л. О. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 64–65.
190. Анішин Л. О. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 48–50.
191. Засуха Т. В. Вітчизняні регулятори росту рослин – це надійно. *Пропозиція*. 2001. № 3. С. 77.
192. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – вагомий резерв урожаю 2009 р. *АгроПерспектива*. 2008. № 8. С. 34–35.

193. Padmanabhan Ch., Zhang X., Jin H. Host small RNAs are big contributors to plant innate immunity. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2009. 12. P. 465–472.
194. Білітюк А. П. Біостимулятори і врожайність. *Захист рослин*. 2000. № 12. С. 11–12.
195. Білітюк А. П., Скуротівська О. В. Регулятори росту у формуванні врожайності. *Захист рослин*. 2000. № 10. С. 21–23.
196. Моргун В. В., Яворська В. К., Драгозов І. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2002. Вип. 34. № 5. С. 371–376.
197. Паламарчук В. Д. Стійкість гібридів кукурудзи до вилягання залежно від позакоренових підживлень. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ – Миколаїв – Херсон, 10–12 квітня 2019 р.), Київ – Миколаїв – Херсон : ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 66–69.
198. Макрушин М. В. Регулятори росту – ефективний фактор підвищення продуктивності посівів: зернових, овочевих, технічних та кормових культур. *Пропозиція*. 2001. № 5. С. 60–64.
199. Макрушин М. В. Регулятори росту – важливий резерв підвищення врожайності. *Пропозиція*. 2003. № 2. С. 71–73.
200. Філоненко С. В. Продуктивність і технологічні якості коренеплодів буряка цукрового залежно від позакоренового внесення регулятора росту «Марс-1». *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С.14–18.
201. Гуменюк А. И. Агрономические районирование Львовской области. *Науч. тр. НИИ земледелия и животноводства западных районов УССР*. 1963. Т. 13. С. 10–15.
202. Погода, урожай і ефективність добрив / В. А. Андріяш, Л. І. Нагулевич, Д. Л. Чорний, А. О. Мельничук. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 9. С. 21–24.

203. Лесостепная зона Украины. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесостепная_зона_Украины (дата звернення: 03.08.2021 р.).

204. Ліпінський В. М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. *Інвестиції та зміна клімату: можливості для України* : Міжнар. конф. (м. Київ, 10–12 липня 2002 р.). Київ, 2002. С. 177–185.

205. Кириченко О. С. Сучасні особливості клімату України. *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії* : матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених (м. Суми, 30 квітня 2020 р.). Суми : ФОП Цьома С. П., 2020. С. 113–116.

206. Кириченко О. С., Радіна В. Д. Наслідки зміни клімату в Лісостепу України. *П'яті Сумські наукові географічні читання* : збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (м. Суми, 9–11 жовтня 2020 р.). СумДПУ імені А. С. Макаренка, Сумський відділ Українського географічного товариства. 2020. С. 35–40.

207. Кліматичний кадастр України [Електронний ресурс] [упорядн.: О. О. Косовець, М. М. Кульбіда, Л. А. Гейко та ін.]. Київ : *Державна Гідрометеорологічна служба, УкрНДГМІ, цГО*, 2006. 1 електрон. опт. диск (CD-ROM).

208. Екстремальна температура повітря на території України в умовах сучасного клімату / В. Н. Бабіченко, Т. В. Адаменко, З. С. Бондаренко, Н. С. Ніколаєва, С. Ф. Рудишина, Л. М. Гущина. URL: http://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral_1/Babichenko_et_al.pdf (дата звернення: 26.01.2019 р.).

209. Полупан М. І. Лучно-болотні ґрунти. Енциклопедія сучасної України : електронна версія. *НАН України, НТШ*. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=59537 (дата звернення: 26.01.2019 р.).

210. Полупан М. І. Дерново-підзолисті ґрунти. Енциклопедія Сучасної України : електронна версія. *НАН України, НТШ*. Київ : Інститут

енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=26281 (дата звернення: 26.01.2019 р.).

211. Андрущенко Г. О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів-Дубляни : Каменяр, 1970. 139 с.

212. Панас Р. М. Ґрунтознавство : навч. посібник. Львів : Новий Світ – 2000. 2005. 372 с.

213. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. / М. І. Полупан, В. Б. Соловей., В. І. Кисіль, В. А. Величко. Київ : Колообіг, 2005. 304 с.

214. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації / Е. М. Лебідь, В. С. Циков, Ю. М. Пащенко та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

215. Облік хвороб і шкідників сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан та ін. / за ред. В. П. Омелюти. Київ, 1986. 296 с.

216. Петерсон Н. В., Черномирдіна Т. О., Куриляк Є. К. Практикум з фізіології рослин : *навчальний посібник*. Вид-во УСГА. 1993. С. 76–80.

217. Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергєєв В. В. Рослинництво : лабораторно-практичні заняття. Ч. І. *Зернові культури* : навчальний посібник. 2004. 380 с.

218. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Міністерство аграрної політики України, Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин // Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень. Київ: Алефа, 2003. Вип. 2. Ч. 3. 241 с.

219. Насіння сільськогосподарських культур. Сортіві та посівні якості. Технічні умови: ДСТУ 2240–93 [Чинний від 1994–07–01]. Київ : Держстандарт України, 1994. 73 с. (Національний стандарт України).

220. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138–2002. [Чинний від 2004–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. (Національний стандарт України).

221. Кукурудза. Технічні умови: ДСТУ 4525:2006 [Чинний від 2006–28–02]. Київ : Держстандарт України, 2007. 10 с. (Національний стандарт України).

222. Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рибка В. С. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва). Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

223. Атраментова Л. О., Утєвська О. М. Статистика для біологів : підручник. Харків : Видавництво «НТМТ», 2014. 331 с.

224. Системний аналіз в селекції польових культур: навч. посіб. / П. П. Літун, В. В. Кириченко, В. П. Петренкова, В. П. Коломацька ; Ін-т росл. імені В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 2009. 354 с.

225. Кожній ґрунтово-кліматичній зоні свій гібрид кукурудзи. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yak-zahistiti-kukurudzu-vid-stresu> (дата звернення: 05.08.2021 р.).

226. Стресові фактори для кукурудзи та мінімізація їхнього впливу / А. Андрієнко, Д. Дергачов, В. Кузьмич, Б. Токар. *Пропозиція*. 2017. № 3. С. 94–97.

227. Пащак М. А., Волощук А. П., Глива В. В. Реакция гибридов кукурузы на условия выращивания в Западной Лесостепи Украины. Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference. SPC “Sci-conf.com.ua” (1–3 November 2021). Kharkov, Ukraine. 2021. Pp. 70–72.

228. Пащак М. О., Волощук О. П. Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України: Сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату* : матеріали X всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 11 листоп. 2021 р.). Львів-Оброшине, 2021. С. 52–54.

229. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7.

230. Виробництво кукурудзи на зерно в Україні та Львівській області / Ю. В. Воробйова, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур* : наукова інтернет-конференція (сmt. Чабани, 5 жовтня 2021 р.). Чабани, 2021. С. 187–190.

231. Єгорова Т. М. Екологічна геохімія агроландшафтів України / за ред. О. І. Фурдичка. Київ : ТОВ «ДІА», 2018. 264 с.

232. Фотосинтетична діяльність посівів гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення / Р. А. Вожегова, А. М. Влащук, Л. В. Шапарь, О. С. Дробіт. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2018. Вип. 93. Ч. 1 : Сільськогосподарські науки. С. 70–80.

233. Екологічне випробування гібридів кукурудзи / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Наукові розробки Науково-інноваційного центру Карпатського регіону* / НААН, Науково-інноваційний центр Карпатського регіону. Львів : СПД – ФО Костенко С. Б., 2018. С. 33–35.

234. Вплив скоростиглості гібридів кукурудзи на морфологічні показники і продуктивність в умовах НВЦ «Поділля» / І. П. Рихлівський, В. С. Вахняк, В. М. Бурдига, В. С. Строяновський. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. С. 157–174.

235. Павліченко К. В., Грабовський М. Б. Формування біометричних показників та накопичення сировини надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 98–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>.

236. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. Бюлетень Інституту зерново-го господарства УААН. Дніпропетровськ. 2003. № 20. С. 36–38.

237. Photosynthetic indices of hybrids of corn depending on groups of maturity and timing of sowing / I. V. Mykhalenko, V. H. Naidonov, V. M. Nyzheholenko, V. O. Yarmak. *Irrigated agriculture*. 2013. № 59. С. 39-43.

238. Баннікова К., Явдощенко М. Хвороби кукурудзи 2015 року, та прогноз їхнього поширення у 2016-му. Спецвипуск. *Пропозиція*. Кукурудза: від насіння до прибутку. 2016. С. 35–38.

239. Основи селекції сільськогосподарських культур на стійкість до шкідливих організмів. *Навчальний посібник* / за ред. В. В. Кириченка, В. П. Петренкової. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України, 2012. 320 с.

240. Грисенко Г. В., Дудка У. А. Методика фитопатологических исследований по кукурузе. Днепропетровск. 1980. 61 с.

241. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Про революційні зміни у технологіях в рослинництві. *Зерно*. 2010. № 7. С. 42–48.

242. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / В. Д. Паламарчук, С. М. Каленська, Л. М. Єрмакова, І. С. Поліщук, М. І. Поліщук. Вінниця : ФОП Рогальська І.О. 2015. 452 с.

243. Шевченко Н. В. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень. *Наукові доповіді НУБіП України* : електронне наукове фахове видання. 2018. Вип. 3(73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10820/9463>.

244. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрих та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України / Т. Ю. Марченко, Т. В. Глушко, Р. С. Сова, О. А. Гож. *Аграрна наука: развитие и перспективы* : зб. тез за матеріалами міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Миколаїв, 5 жовтня 2015 р.). Миколаїв, 2015. С. 6.

245. Safdarian M., Razmjoo J., M. Dehnavi M. Effect of nitrogen sources and rates on yield and quality of silage corn. *Journal of Plant Nutrition*. 2014. Vol. 37, no. 4. S. 611–617. DOI: 10.1080/01904167.2013.867986.
246. Пелех Л. В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.
247. Efficiency of Microfertilizer Oracle Multicomplex in Corn Cultivation Technology / M. Pashchak, O. Voloshchuk, I. Voloshchuk, V. Hlyva. *Scientific Horizons*. 2022, Vol. 24, No. 6. P. 34–40. DOI: 10.48077/scihor.24(6).2021.34-40.
248. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (І). С. 51–65. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4.
249. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, В. В. Глива, Пащак М. О. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (І). С. 44–61. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-3.
250. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Вплив позакоренових підживлень на формування площі листової поверхні гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2(98). С. 32–38.
251. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення: необхідність чи альтернатива? *Пропозиція*. 2014. № 6. С. 64–69.
252. Energy potential of densified biomass from maize straw in form of pellets and briquettes / M. Križan, K. Krištof, M. Angelovič, J. Jobbágy, O. Urbanovičová. *Agronomy Research*. 2018, 2, 474–482. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR>.
253. Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields / O. M. Kolisnyk, A. O. Butenko, L. V. Malynka, I. M. Masik, V. I. Onychko, T. O. Onychko, L. V. Kriuchko, O. M. Kobzhev. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Т. 9, № 2. С. 33–37.

254. Полянчиков С. П., Логінова І. В. Барабан А. Ю. Що приховано за етикою мікродобрих? *Агроном*. № 2. травень 2019. С. 25–30.

255. Кіндрок М. О., Вишневський В. В., Павлюченко С. О. Перспективи використання основних положень стандартизації у підвищенні вимог до якості насіння. *Збірник наукових праць ПФ КАТУ НАУ*. Сімферополь. 2009. Вип. 127. С. 35–39.

256. Пащак М. О. Польова схожість насіння кукурудзи під впливом застосування мікродобрих. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 12 листоп. 2020 р.). Львів-Оброшине, 2020. С. 53–54.

257. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 14–20.

258. Петриченко В. Ф., Томашук О. В. Особливості формування показників якості зерна кукурудзи за різних технологій вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. 2019. № 1, Т. 10. С. 29–37.

259. Effects of catfish effluent, NPK and poultry manure on growth and yield of maize in Northern Sudan savanna ecological zone of Nigeria / B. Barau, A. M. Aliyu, M. A. Ojo, U. Garba. *Int. J. Innov. Biosci. Res.* 2019. 7: 10-18.

260. Наукове обґрунтування технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу (методичні рекомендації) / Волощук І. С., Волощук О. П., Глива В. В., Случак О. М., Герешко Г. С., Пащак М. О. Оброшине : [Б. в.], 2020. 26 с.

261. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, М. Я. Кирпа, А. В. Алдошин, Т. М. Сатарова, А. В. Черенков, Н. О. Ляшенко, Н. А. Боденко. Київ : Аграрна наука, 2019. 200 с.

262. Глива В. В., Волощук М. Ю., Пащак М. О. Якість зерна кукурудзи залежно від рівня живлення рослин в умовах Передкарпаття. *Селекція зернових*

та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети : наукова конференція (м. Одеса, 5 травня 2021 р.). Одеса, 2021. С. 83–84.

263. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив / В. В. Глива, А. Я. Гадзало, Г. С. Герешко, О. М. Случак, М. О. Пащак. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 66–79. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-4.

264. Паламарчук В. Д. Вплив глибини загортання та фракції насіння на вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №2. С. 55-65.

265. Паламарчук В. Д. Вміст крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від строків посіву. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 7. Том 1. С. 37–45.

266. Влащук А. М., Колпакова О. С., Конащук О. П. Вплив строків сівби на продуктивність та якість зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 3. С. 89–95.

267. Вожегова Р. А., Бєлов Я. В. Продуктивність, структура врожаю та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 89–95.

268. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine / R. A. Vozhehova, Yu. O. Lavrynenko, I. M. Biliaieva, S.V. Kokovikhin, P. V. Lykhovyd, A.V. Drobitko, V. V. Nesterchuk, S. H. Vozhehov. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 75–82.

269. Трибель С. О., Стригун О. О., Ретьман С. В. Вдосконалена система захисту посівів кукурудзи, вирощуваних на зерно та насіння. *Насінництво*. 2011. № 5. С. 14–20.

270. Мокрієнко В.А. Захистимо кукурудзу від шкідливих організмів. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 6, червень. С. 20–25.

271. Touch V., Martin R. J. and Scott J. F. Economics of weed management in maize in pailin province cambodia. *International journal of environmental and rural development*. 2013, 4: 215–219.

272. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / X. Chen, F. Chen, Y. Chen, Q. Gao, X. Yang et al. *Global Change Biol*. 2013. 19: 923-936. doi: 10.1111/gcb.12093.

273. Influence of a new nergy-saving drying method on the gualitu of corn seeds / М. Ya. Курпа, V. O. Kulyk, Yu. Yu. Kupar, O. F. Stasiv. *Amerikan Jornal of Agriculture and Forestry*. 2021. №1. V.9. P. 1–6. DOI :10.11648/.ajaf.20210901.11.

274. Багатченко В. В., Жемойда В. Л., Спряжка Р.О. Формування фракційного складу та посівних якостей насіння батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти стояння. *Plant and Soil Sciences*. 2020. Том 11. № 1. С. 79–87.

275. Ващенко І. В. Теоритичні засади та сучасний стан розвитку ринку кукурудзи. *Економіка АПК*. 2017, № 2. С. 88–92.

276. Шевченко М. С., Рибка В. С., Ляшенко Н. О. Основні пріоритети раціонального розвитку виробництва зерна кукурудзи на Дніпропетровщині. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 118–124.

277. Талавирия М. П., Ващенко І. В. Формування та функціонування ринку кукурудзи в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 9. С. 28–33.

278. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи за різних агротехнічних заходів вирощування / І. С. Волощук, О. П. Волощук, В. В. Глива, М. О. Пащак. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 148–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0218>.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Температура повітря й кількість опадів у 2019 р. (Гідромеліоративний пост спостережень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН))

Показник	Місяць									Сума за квітень - вересень
	квітень	травень				червень	липень	серпень	вересень	
		I	II	III	середнє					
Температура повітря, С	10,0	9,4	14,3	15,9	13,2	21,2	18,3	19,8	14,2	2640
Середньобогаторічні дані,°С	7,4	11,5	13,4	13,7	12,9	16,3	17,5	16,9	13,1	2336
Відхилення,°С	2,6	-2,1	0,9	2,2	0,3	4,9	0,8	2,9	1,1	304
Кількість опадів, мм	32,8	36,7	79,1	53,8	149,6	53,1	81,2	93,4	47,6	477,7
Середньобогаторічні дані, мм	51	24	30	31	85	93	102	82	55	468,0
Відхилення, мм	-18,2	12,7	49,1	22,8	64,6	-39,9	-20,8	11,4	7,4	9,7
Відхилення, %	64	153	264	174	176	57	80	114	87	102,1

Додаток А.2

Температура повітря та кількість опадів у 2020 р. (Гідромеліоративний пост спостережень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН))

Показник	Місяць									Сума за квітень - вересень
	квітень	травень				червень	липень	серпень	вересень	
		I	II	III	середнє					
Температура повітря, °С	8,9	10,6	10,8	11,1	10,8	18,4	18,9	20,0	14,4	2357,1
Середньобогаторічні дані,°С	7,4	11,5	13,4	13,7	12,9	16,3	17,5	16,9	13,1	2336
Відхилення,°С	1,5	0,9	2,6	2,6	2,1	2,1	1,4	3,1	1,3	21,1
Кількість опадів, мм	7,6	32,5	37,6	55,2	125,3	98,4	71,9	23,7	95,5	414,8
Середньобогаторічні дані, мм	51	24	30	31	85	93	102	82	55	468,0
Відхилення, мм	-43,4	8,5	7,6	24,2	40,3	5,4	-30,1	58,3	40,5	53,2
Відхилення, %	15	135	125	178	147	106	80	29	174	113

Додаток А.3

Температура повітря та кількість опадів у 2021 р. (Гідромеліоративний пост спостережень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН))

Показник	Місяць									Сума за квітень—вересень
	квітень	травень				червень	липень	серпень	вересень	
		I	II	III	середнє					
Температура повітря, °С	6,2	10,8	13,4	13,7	13,0	17,8	19,1	15,7	9,8	2311
Середньобогаторічні дані, °С	7,4	11,5	13,4	13,7	12,9	16,3	17,5	16,9	13,1	2336
Відхилення, °С	1,2	0,7	0,0	0,0	0,1	1,5	1,6	1,2	3,3	25
Кількість опадів, мм	39,9	16,3	19,2	19,9	55,4	97,3	94,2	86,2	99,8	432,9
Середньобогаторічні дані, мм	51	24	30	31	85	93	102	82	55	468,0
Відхилення, мм	11,1	7,7	10,1	11,1	29,6	4,3	7,8	4,2	44,8	35,1
Відхилення, %	128	68	64,0	64,0	65	105	92	105	181	93

Додаток Б.1

Розвиток сажки на рослинах кукурудзи залежно від біологічних особливостей
гібриду в фазу ВВСН 89 (2019–2021 рр.), %

Гібрид	ФАО	Сажка			
		летюча (<i>Sphacelotheca reiliana</i> (Kuhn) G.P. Clinton)		пухирчата (<i>Ustilago zeae</i> (Beckm.) Unger).	
Почаївський 190 МВ (контроль)	150–199	12,1	-	5,6	-
ДН Меотида	150–199	10,6	-1,5	5,2	-0,4
ДН Хортиця	200–299	9,5	-2,6	5,5	-0,1
Оржиця 237 МВ	200–299	8,8	-3,3	5,7	-0,2
НІР _{0,05}		1,3		0,5	

Додаток Б.2

Розвиток фузаріозної гнилі (*Fusarium moniliforme* J. Sheld) на рослинах кукурудзи залежно від біологічних особливостей гібриду в фазу ВВСН 89 (2019–2021 рр.), %

Гібрид	ФАО	Фузаріозна гниль			
		стеблова		качанів	
Почаївський 190 МВ (контроль)	100–199	13,9	-	26,3	-
ДН Меотида	100–199	12,8	-1,1	24,4	-1,9
ДН Хортиця	200–299	14,5	0,6	29,1	2,8
Оржиця 237 МВ	200–299	14,7	0,8	28,0	1,7
НІР _{0,05}		0,5		1,6	

Примітка. Ступінь ураження – слабкий (до 25 %), середній 26–50 %, сильний вище 50 %.

Додаток В

Польова схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2019-2021 р.), %

Варіант досліджу	Почаївський 190 МВ (ФАО 100-199)				ДН Меотида (ФАО 100-199)				ДН Хортиця (ФАО 200-299)				Оржиця 237 МВ (ФАО 200-299)			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Без обробки насіння (контроль)	92,0	91,5	93,4	92,3	93,5	92,2	93,3	93,0	94,6	91,4	92,1	92,7	94,4	92,8	93,0	93,4
Оракул насіння (1,0 л/т)	94,6	94,8	95,9	95,1	96,1	95,6	96,9	96,2	96,3	94,9	95,6	95,6	98,8	95,4	96,9	96,7
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	96,3	94,7	95,8	95,6	97,8	95,9	96,7	96,8	97,3	95,9	96,3	96,5	98,1	96,8	97,0	97,3
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	96,6	94,2	93,6	94,8	97,2	95,0	95,5	95,9	96,6	95,7	95,7	96,0	97,4	95,9	96,2	96,5

Сила впливу

НІР_{0,05}

Фактор: А (мікродобриво)

66

0,57

В (гібрид)

11

0,57

Взаємодія факторів АВ

1

1,14

Залишкове

22

Додаток Д

Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2019-2021 р.), %

Варіант досліджу	Почаївський 190 МВ (ФАО 100-199)				ДН Меотида (ФАО 100-199)				ДН Хортиця (ФАО 200-299)				Оржиця 237 МВ (ФАО 200-299)			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Без обробки насіння (контроль)	253,3	227,4	242,3	241,8	246,7	240,0	244,1	243,6	244,6	239,8	243,4	242,6	242,9	241,1	245,0	242,8
Оракул насіння (1,0 л/т)	256,7	229,5	244,6	243,6	246,6	243,2	246,7	245,5	253,0	247,7	256,0	243,9	244,1	244,4	246,8	244,5
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	246,0	240,1	247,1	244,5	247,1	244,1	248,0	246,4	243,8	243,6	247,0	244,8	245,9	245,8	246,0	245,4
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	247,3	239,5	245,2	244,0	246,9	245,0	246,1	246,0	242,5	242,8	246,7	244,0	246,9	244,9	245,0	244,9

Сила впливу

НІР_{0,05}

Фактор: А (мікродобриво)

38

0,36

В (гібрид)

32

0,36

Взаємодія факторів АВ

19

0,53

Залишкове

11

Додаток Ж

Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2019-2021 р.), %

Варіант досліджу	Почаївський 190 МВ (ФАО 100-199)				ДН Меотида (ФАО 100-199)				ДН Хортиця (ФАО 200-299)				Оржиця 237 МВ (ФАО 200-299)			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Без обробки насіння (контроль)	7,85	7,59	7,42	7,62	8,05	7,77	7,61	7,81	8,32	8,01	8,12	8,15	8,39	8,22	8,44	8,35
Оракул насіння (1,0 л/т)	8,09	7,94	7,61	7,88	8,13	7,90	7,70	7,91	8,84	8,35	8,73	8,64	8,78	8,76	8,86	8,80
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	8,04	7,84	7,79	7,98	8,24	7,93	7,89	9,02	8,81	8,56	8,85	8,74	8,96	8,84	8,99	8,93
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	8,03	7,70	7,52	7,75	8,00	7,72	7,80	7,84	8,63	8,40	8,44	8,49	8,72	8,59	8,70	8,67

Сила впливу

НІР_{0,05}

Фактор: А (мікродобриво)

38

0,08

В (гібрид)

42

0,08

Взаємодія факторів АВ

9

0,11

Залишкове

11

Додаток 3

Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2019-2021 р.), %

Варіант досліджу	Почаївський 190 МВ (ФАО 100-199)				ДН Меотида (ФАО 100-199)				ДН Хортиця (ФАО 200-299)				Оржиця 237 МВ (ФАО 200-299)			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Без обробки насіння (контроль)	238	255	239	234	235	238	253	242	257	240	240	249	252	248	259	253
Оракул насіння (1,0 л/т)	277	276	290	281	288	279	294	287	307	282	282	293	301	289	304	298
Брексіл Комбі (0,5 кг/т)	297	284	295	292	305	288	301	298	300	296	296	302	317	303	316	312
Валагро ЄДТА мікс 5 (0,2 кг/т)	290	279	292	287	291	280	299	290	308	289	289	299	306	299	307	304

Сила впливу

НІР_{0,05}

Фактор: А (мікродобриво)

64

3,81

В (гібрид)

28

3,81

Взаємодія факторів АВ

1

7,62

Залишкове

7

Додаток К

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив та висіву насіння (2019–2021 рр.), т/га

Гібрид	Урожайність зерна, т/га			Приріст до контролю			
				N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	
	контроль (без добрив)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	т/га	%	т/га	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)							
Почайівський 190							
МВ	4,77	5,62	6,91	0,85	17,8	2,14	44,8
ДН Меотида	4,98	5,81	7,22	0,83	16,7	2,24	45,0
Середнє	4,89	5,72	7,07	0,84	17,3	2,19	44,9
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)							
ДН Хортиця	5,18	6,15	7,36	0,97	19,3	2,18	42,1
Оржиця 237 МВ	5,26	6,35	7,48	1,09	20,7	2,22	42,2
Середнє	5,22	6,25	7,42	0,81	20,0	2,20	42,2

	Сила впливу, %	НІР _{0,05}
Фактор: А (гібрид)	21,1	0,16
В (норма висіву насіння)	12,3	0,66
С (мінеральне живлення)	38,4	0,39
Взаємодія АВ	13,6	0,62
Взаємодія АС	10,0	0,22
Взаємодія ВС	2,0	0,94
Взаємодія АВС	2,1	0,45
Залишкове	0,5	

Додаток Л

Хімічний склад зерна гібридів кукурудзи в фазу повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив та висіву насіння (2019–2020 рр.), %

Норма мінеральних добрив	На абсолютно суху речовину, %				
	протеїн	жир	клітковина	зола	БЕР
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га)					
Без добрив (контроль)	10,26	4,39	2,17	1,22	81,96
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	10,81	4,19	2,10	1,16	81,74
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	11,18	4,01	2,01	1,12	81,55
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас/га)					
Без добрив (контроль)	10,36	4,45	2,22	1,19	81,78
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	10,95	4,28	2,16	1,14	81,47
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	11,45	3,99	2,09	1,11	81,36
HP _{0,05}	0,28	0,13	0,05	0,02	0,11

Додаток М.1

Затверджую:

Директор

ПАП «АГРОІНВЕСТ»



АКТ

про впровадження наукової розробки

1. Назва науково-дослідної установи – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.
2. Назва розробки – Продуктивність гібридів кукурудзи за різних елементів технології вирощування в зоні Західного Лісостепу України.
3. Оригінатор розробки – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
4. Автори закінченої НДР – Пащак М.О.
5. Місце проведення наукової розробки – ПАП «АГРОІНВЕСТ» Тернопільська обл., Тернопільський р-н, селище міського типу Козова .
6. Обсяг впровадження–50 га
7. Строки використання наукової розробки –2022 р.

Складові та особливості розробки: гібриди кукурудзи: ранньостиглої групи ДН Меотида (ФАО 100–199, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) та середньоранньої – Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299, 80 тис. схож. нас/га); фон мінерального живлення – $N_{150}P_{90}K_{90}$, мікродобрива: брексіл Комбі в нормі 0,5 кг/т у передпосівній обробці насіння, оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у позакореновому підживленні рослин у фазі ВВСН 16–18 (6–8 листків) або ВВСН 59.

Отримана середня урожайність зерна гібридів 10,1 т/га, за базової технології 9,0 т/га т/га. Економічний ефект у цінах 2021 р складав– 6,8 тис.грн/га.

Аспірант


 М. О Пащак

Додаток М.2

«Затверджую»

Голова ПП «ПАФ

ВОРОНЯЦЬКІ ЛАНИ»

Золочівський р-н.,

Львівська обл.

З. М. Масник



АКТ

про впровадження наукової розробки

1. Назва науково-дослідної установи – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.
2. Назва розробки – Продуктивність гібридів кукурудзи за різних елементів технології вирощування в зоні Західного Лісостепу України.
3. Оригінатор розробки – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
4. Автори закінченої НДР – Пащак М.О.
Місце проведення наукової розробки – приватне підприємство «Приватна Агрофірма Вороняцькі Лани», с. Вороняки, Золочівський р-н., Львівська обл., Україна, 80751.
5. Обсяг впровадження – 50 га
6. Строки використання наукової розробки – 2022 р.

Складові та особливості розробки: гібриди кукурудзи: ранньостиглої групи ДН Меотида (ФАО 100–199, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас/га) та середньоранньої – Оржиця 237 МВ (ФАО 200–299, 80 тис. схож. нас/га); фон мінерального живлення – $N_{150}P_{90}K_{90}$, мікродобрива: брексіл Комбі в нормі 0,5 кг/т у передпосівній обробці насіння, оракул мультикомплекс (1,5 л/га) у позакореновому підживленні рослин у фазі ВВСН 16–18 (6–8 листків) або ВВСН 59.

Отримана середня урожайність зерна гібридів 11,1 т/га, за базової технології 9,3 т/га. Економічний ефект склав – 11,4 тис. грн/га.

Аспірант

 М. О. Пащак

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3) (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).
2. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (І). С. 51–65. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).
3. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (І). С. 44–61. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-3 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).
4. Якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив / В. В. Глива, А. Я. Гадзало, Г. С. Герешко, О. М. Случак, **М. О. Пащак**. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (І). С. 66–79. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-4 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).
5. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи за різних агротехнічних заходів вирощування / І. С. Волощук, О. П. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 148–159.

<https://doi.org/10.31867/2523-4544/0218> (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

Стаття в зарубіжному фаховому виданні:

6. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85 %).

Стаття включена до наукових періодичних виданнях, які індексуються в наукометричних базах Scopus та/або Web of Science

7. Efficiency of Microfertilizer Oracle Multicomplex in Corn Cultivation Technology / **M. Pashchak**, O. Voloshchuk, I. Voloshchuk, V. Hlyva. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, no. 12. P. 25–31. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.25-31 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 90 %).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Глива В. В., **Пащак М. О.** Висота рослин кукурудзи залежно від рівня живлення рослин та норм висіву насіння. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 14 листоп. 2019 р.). Львів-Оброшине, 2019. С. 19–20 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 80 %).

9. **Пащак М. О.** Польова схожість насіння кукурудзи під впливом застосування мікродобрив. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 12 листоп. 2020 р.). Львів-Оброшине, 2020. С. 53–54.

10. Глива В. В., Волощук М. Ю., **Пащак М. О.** Якість зерна кукурудзи залежно від рівня живлення рослин в умовах Передкарпаття. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети* :

наукова конференція (м. Одеса, 5 травня 2021 р.). Одеса, 2021. С. 83–84 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 90 %).

11. **Пащак М. О.**, Волощук О. П. Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. *Актуальні проблеми Агропромислового виробництва України: Сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату* : матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 11 листоп. 2021 р.). Львів-Оброшине, 2021. С. 52–54 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 90 %).

12. Виробництво кукурудзи на зерно в Україні та Львівській області / Ю. В. Воробйова, І. С. Волощук, В. В. Глива, **М. О. Пащак**. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур* : наукова інтернет-конференція (сmt. Чабани, 5 жовтня 2021 р.). Чабани, 2021. С. 187–190 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 90 %).

13. **Пащак М. А.**, Волощук А. П., Глива В. В. Реакция гибридов кукурузы на условия выращивания в Западной Лесостепи Украины. *Topical issues of modern science, society and education* : proceedings of IV International Scientific and Practical Conference. SPC “Sci-conf.com.ua” (1–3 November 2021). Kharkov, Ukraine. 2021. Pp. 70-72 (планування, проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання тез, частка участі – 85 %).

Рекомендації:

14. Технологія вирощування гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу (методичні рекомендації) / Волощук І. С., Волощук О. П., Глива В. В., Воробйова Ю. В., Случак О. М., Герешко Г. С., **Пащак М. О.** Оброшине : [Б. в.], 2022. 28 с. (узагальнення результатів, написання рекомендацій, частка участі – 70 %).