

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**СОЛОГУБ ІРИНА МИКОЛАЇВНА**

УДК 63:631.81

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ  
ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В  
УМОВАХ ПІДЗОНИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

**201 – Агронімія**

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

\_\_\_\_\_ **І. М. Сологуб**

Науковий керівник:  
**Циліорик Олександр Іванович**  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор

Дніпро – 2023

## АНОТАЦІЯ

*Сологуб І.М.* Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від регуляторів росту в умовах підзони Північного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агронія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2023.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення актуального наукового завдання, що полягає в удосконаленні агротехнічних заходів вирощування кукурудзи з урахуванням погодних умов, морфобіологічних особливостей різностиглих гібридів кукурудзи, їхньої реакції на застосування стимуляторів та регуляторів росту, рістрегулюючих препаратів, біологічно активних речовин, мікродобрив з метою підвищення продуктивності цієї зернової культури та стабілізації валових зборів зерна в Північному Степу. Вперше в умовах підзони Північного Степу України зроблено оцінку ефективності та виявлено найбільш ефективні та раціональні регулятори росту рослин, досліджено особливості динаміки росту, розвитку рослин, формування елементів структури врожаю та фітосанітарного стану гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Кукурудза є важливою зерновою культурою Північного Степу України. В останні десятиліття у зв'язку зі зміною кліматичних умов, подорожчанням енергоресурсів, переорієнтацією пріоритетів розвитку галузі рослинництва на фоні скорочення використання органічних і мінеральних добрив, погіршенням фітосанітарного стану, запровадженням короткоротаційних сівозмін, значним розширенням площ кукурудзи (до 4,9 млн га) виникає необхідність удосконалення існуючих елементів технології вирощування цієї культури з метою збільшення урожайності зерна та підвищення його якості.

Зростання вартості мінеральних добрив та засобів захисту рослин для кукурудзи спонукає до зменшення їх використання, що, зі свого боку,

приводить до необхідності пошуку, вивчення й застосування в рослинництві альтернативних джерел надходження поживних речовин, пов'язаних з використанням менш шкідливих для довкілля біологічних засобів, природних та синтетичних регуляторів росту, оптимізацією ресурсозберігаючих технологічних заходів, що дозволяє повніше використовувати природний потенціал зернової культури.

Розв'язання цієї проблеми полягає в оптимізації продуктивності кукурудзи, запровадженні в технологію її вирощування нових біологічних стимуляторів росту рослин («Вимпел 2», «Альфа Нано Гроу Екстра», «Авангард Гроу Аміно», «Авангард Гроу Гумат»). Однак даних про ефективність впливу різних стимуляторів росту рослин на кукурудзу на сьогодні мало й найчастіше вони мають суперечливий характер.

Головна мета нашої роботи полягає у вивченні впливу різних за напрямком дії регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток та продуктивність рослин кукурудзи різних груп стиглості в умовах підзони Північного Степу України. Розробити практичні рекомендації щодо використання для кукурудзи найбільш ефективних стимуляторів росту рослин, які забезпечують прискорення росту й розвитку культури, підвищення стійкості до екстремальних температурних режимів, посилення розвитку листкової поверхні, підвищення вмісту жирів і протеїну в зернах кукурудзи, збільшення вмісту хлорофілу, а як результат – підвищення врожайності та якості зерна кукурудзи.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалося вирішити такі завдання досліджень:

- виявити найбільш ефективні та оптимальні регулятори росту рослин для гібридів кукурудзи різних груп стиглості;
- виявити особливості росту й розвитку рослин, а також закономірності формування зернової продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості;
- визначити вплив різних стимуляторів росту на вміст хлорофілу

(одиниць SPAD), фотосинтетичну активність, ріст, розвиток, формування елементів структури врожаю, урожайність і якість зерна кукурудзи;

– надати агробіологічне обґрунтування основним показникам продуктивності кукурудзи, визначити діапазон їх варіювання та вплив на формування врожайності культури;

– виконати еколого-економічну та енергетичну оцінку застосування різних регуляторів росту на гібридах кукурудзи різних груп стиглості;

– встановити оптимальні агротехнічні параметри формування високопродуктивних посівів кукурудзи;

– виявити реакцію гібридів кукурудзи різних груп стиглості на застосування регуляторів росту.

У дисертації вперше в умовах підзони Північного Степу України дана оцінка ефективності найбільш ефективних та раціональних регуляторів росту рослин, дослідженні особливості динаміки росту, розвитку рослин, формування елементів структури врожаю та фітосанітарного стану гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Удосконалено існуючі елементи технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північного Степу України шляхом використання найоптимальніших стимуляторів росту рослин, що дає можливість скоротити застосування мінеральних добрив та знизити виробничі витрати.

Набули подальшого розвитку наукові підходи щодо обґрунтування елементів технології вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу, а також економічний аналіз доцільності їх впровадження.

Для виконання роботи застосовували загальнонаукові методи досліджень, серед яких: польовий – для дослідження взаємодії гібридів кукурудзи різних груп стиглості та регуляторів росту з біологічними й абіотичними факторами; лабораторний – аналіз рослин та зерна з метою вивчення взаємодії між рослиною та умовами навколишнього середовища;

вимірювально-ваговий – для встановлення динаміки росту, біометричних вимірювань, вмісту хлорофілу, визначення елементів структури врожаю та врожайності зернової культури; розрахунково-порівняльний – оцінка економічної ефективності; методи математичної статистики: дисперсійний, кореляційний аналіз та графічне зображення даних досліджень. Для наукового обґрунтування мети й реалізації поставлених завдань, узагальнення результатів експериментів поряд з поширеними методами використовували деякі спеціальні, а саме: діалектичний, гіпотеза, синтез, індукція, статистика, спостереження тощо.

Завдяки здобутим експериментальним даним для господарств різних форм власності на землю за різного фінансово-матеріального та технічного забезпечення удосконалено існуючі та розроблено нові елементи технологій вирощування кукурудзи.

Результати експериментів апробовані та перевірені у виробничих умовах і впроваджені в господарствах Північного Степу (ФГ «Зоря» Новомосковського району Дніпропетровської області – 35 га; ТОВ «Авангард» Синельниківського району Дніпропетровської області – 35 га; С(Ф)Г «Атлант» Синельниківського району Дніпропетровської області – 45 га) на загальній площі 115 га. При цьому було забезпечене щорічне зростання врожайності зерна та високий економічний ефект.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків.

У ході виконання експериментальних досліджень встановлено, що біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп стиглості мали тенденцію до підвищення, зокрема: висоти рослин на 1,40–3,70 %, кількості листків на 3,5–5,6 % та їх площі на 5,30–28,30 % порівняно з контролем (без внесення препаратів). При цьому не зафіксовано значної різниці між застосовуваними препаратами щодо впливу на біометричні показники, тобто різниця між ними перебувала в межах помилки досліджу.

Виявлено збільшення вмісту хлорофілу в листках кукурудзи в

одиницях SPAD від використаних стимуляторів росту порівняно з контрольним варіантом. Зокрема, у гібридів ДН Пивиха ФАО 180 збільшення становило 8,10–9,10 одиниць (17,90–19,60 %), ДН Хортиця ФАО 240 – 9,20–12,80 одиниць (18,20–23,70 %), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 2,30–6,60 одиниць (4,60–12,20 %), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3 %). Встановлена також тенденція зростання вмісту хлорофілу після внесення препаратів «Авангард Гроу Аміно» – 1,5 л/га та «Авангард Гроу Гумат» – 1,0 л/га порівняно з «Вимпел 2» – 0,5 л/га та «Альфа Нано Гроу» – 50 мл/га.

Доведено, що чиста продуктивність фотосинтезу значно залежала від гібридів різних груп стиглості та змінювалася під впливом використаних стимуляторів росту й мікродобрив. Приріст сухої маси в ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 постійно наростав від міжфазного періоду сходи – 7 листків (6,8–7,8 г/м<sup>2</sup>) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків (8,5–9,0 г/м<sup>2</sup>), або в 1,15–1,25 раза, з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до 5,3–5,8 г/м<sup>2</sup> (або в 1,5–1,6 раза менше) через фізіологічне сповільнення ростових процесів. Аналогічні закономірності спостерігалися й у інших гібридів: середньораннього ДН Хортиця ФАО 240, середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 та середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440. У гібрида ДН Олена зазначені показники були максимальними й становили від міжфазного періоду сходи – 7 листків (8,2–8,8 г/м<sup>2</sup>) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків (11,9–12,8 г/м<sup>2</sup>), або збільшилися в 1,45 раза, з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до 7,5–8,0 г/м<sup>2</sup> (або в 1,58–1,6 раза менше) через сповільнення фізіологічних ростових процесів.

Виявлено тенденцію до збільшення добового приросту сухої речовини після використання препаратів «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) порівняно з «Вимпел 2» (0,5 л/га) та «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га), збільшення тут було мінімальним та

становило лише 0,7–3,8 %.

Встановлено, що досліджувані препарати на основі стимуляторів росту рослин та мікродобрив суттєво підвищували фотосинтетичний потенціал кукурудзи. Так, у найбільш інтенсивний міжфазний період росту (7 листків – 12–13 листків) підвищення становило в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 5,6–15,1 %, середньораннього ДН Хортиця – 5,6–9,2 %, середньостиглого ДН Джулія – 5,6–8,4% та середньопізнного ДН Олена – 5,6–7,25 %. Показники фотосинтетичного потенціалу поступово зменшувалися від ранньостиглого гібрида ДН Пивиха до середньораннього ДН Хортиця, середньостиглого ДН Джулія, мінімальні значення були зафіксовані для середньопізнного ДН Олена. Препарати «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) сприяли максимальному зростанню показників фотосинтетичного потенціалу відповідно до 6,96–14,9 % та 7,25–15,1 %.

Доведено, що використання стимуляторів росту рослин дало можливість підвищити довжину качана кукурудзи на 0,50–1,70 см (2,60–8,60 %) особливо за використання «Авангард Гроу Гумат» та «Авангард Гроу Аміно». Максимальну довжину качана мав середньостиглий гібрид ДН Джулія – 18,1–19,8 см, а найкоротшими були качани в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 17,3–17,9 см.

Встановлено збільшення кількості зернин з качана під впливом стимуляторів росту рослин в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 на 31,10–56,30 шт (6,50–11,20 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 47,90–71,80 шт (11,30–16,0 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 102,60–102,80 шт (18,80–18,90 %) та у середньостиглого ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 43,20–104,50 шт (8,40–18,30 %). Кількість зерен корелює з довжиною качанів кукурудзи різних груп стиглості.

Досліджено, що маса зерна із качана підвищувалася під впливом стимуляторів росту рослин по гібридах кукурудзи в середньому на 5,61–30,1 г (7,82–31,42 %), а маса 1000 зернин – на 5,41–50,2 г (2,50–18,81 %). Із внесених стимуляторів слід виділити «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та

«Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га), що мали максимальну тенденцію до зростання зазначених показників.

Прибавка урожаю зерна кукурудзи помітно корелювала із умістом хлорофілу в листках, тобто з підвищенням умісту хлорофілу зростала й урожайність кукурудзи. Прибавка від застосування стимуляторів росту рослин становила в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 – 0,12–0,36 т/га (2,60–7,60 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 0,840–1,070 т/га (16,50–18,40 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,21 т/га (3,190–3,30 %), середньопізннього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,040–0,52 т/га (0,640–7,50 %).

Виявлено, що досліджувані препарати на основі стимуляторів росту та мікродобрив були більш ефективними в стресових умовах посушливого (2020 р.) та помірно вологого року (2022 р.), коли відбувалося зростання рівня врожайності зерна кукурудзи. Водночас у вологий 2021 рік виявлено зниження врожаю через інтенсивний розвиток вегетативної маси, коли значна частина елементів живлення та пластичних речовин витрачалася на формування листків, стебел, а не качанів та зерна.

Експериментально доведено, що використання стимуляторів росту підвищувало вміст сирого протеїну в ДН Пивиха на 0,03–0,65 в.п. (відсоткових пункти), ДН Хортиця – на 0,58–1,04 в.п., ДН Джулія – 0,1–0,74 в.п., ДН Олена – 0,15–0,68 в.п., максимальна прибавка сирого протеїну відмічена в середньораннього гібрида ДН Хортиця. Серед використаних препаратів слід виокремити «Авангард Гроу Аміно» та «Авангард Гроу Гумат», які застосування яких сприяло збільшенню вмісту сирого протеїну до 6,42–8,4 %, або на 0,12–0,48 в.п. більше. Що стосується гібридів, то максимальні показники вмісту сирого протеїну виявлені саме в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 7,75–8,4 %. Відмічена також тенденція до зниження вмісту сирого протеїну із подовженням вегетаційного періоду від ранньостиглого гібрида до середньопізннього, що, ймовірно, пов'язано з поступовим сповільненням дії препаратів у часі та потребує додаткових



досліджень із застосуванням додаткового (третього) внесення препаратів на більш пізніх гібридах.

Виявлено також, що вміст сирого жиру мав обернену кореляцію по відношенню до вмісту сирого протеїну, тобто спостерігається збільшення його вмісту на середньопізньому гібриді порівняно із ранньостиглими. Так, у середньопізнього ДН Олена отримано максимальні показники вмісту жиру 4,71–5,38 %, решта гібридів дещо поступалася – на 0,32–1,18 в.п. Стимулятори росту підвищували вміст сирого жиру порівняно з контролем (3,53–4,71 %) до 3,73–5,52 %, або на 0,2–0,81 в.п. Найбільш позитивну тенденцію тут мали препарати «Авангард Гроу Аміно», «Авангард Гроу Гумат» та «Вимпел 2».

Розрахунками встановлено, що максимальна рентабельність виробництва зерна отримана за використання середньопізнього гібрида ДН Олена 440 МВ – 145,3–148,0 %. Дещо поступалися середньоранній ДН Хортиця та середньостиглий ДН Джулія 340 МВ, а за мінімальних показників урожайності (4,37–4,73 т/га) мінімальну рентабельність виробництва зерна забезпечував ранньостиглий гібрид ДН Пивиха – 73,4–86,5 %. Максимальну прибавку відсоткових пунктів (в.п.) рентабельності від використання препаратів отримано на ранньостиглому ДН Пивиха (3,0–13,1 в.п.) та середньоранньому ДН Хортиця (12,3–41,0 в.п.) гібридах. Найкращі економічні показники тут мав препарат Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га) з найкращою прибавкою в.п. по відношенню до контролю (+ 13,1–41,0 в.п.).

Доведено, що стимулятори росту рослин підвищували валовий вихід енергії в основній продукції (зерно) до 13427,4 МДж/га (Кее – 7,5), що збільшувало зазначений показник на 1,0–18,0 %, причому максимальне зростання відмічено на ранньостиглому (ДН Пивиха) та середньоранньому (ДН Хортиця) гібридах. Найбільшу тенденцію до прибавки урожаю зерна та Кее мав препарат «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) на середньостиглому та середньоранньому гібридах, а середньопізньому гібриді – «Вимпел 2».

За результатами досліджень удосконалено існуючі прийоми

вирощування кукурудзи за рахунок впровадження нових регуляторів росту на основі стимуляторів росту та мікродобрих, що дозволяють в умовах Північного Степу повніше розкривати потенціал зернової продуктивності кукурудзи та знизити виробничі витрати.

**Ключові слова:** кукурудза, стимулятори росту рослин, мікродобрива, хлорофіл, одиниці SPAD, урожайність зерна, економічна ефективність.

## ABSTRACT

*Sologub I.M.* Formation of corn hybrids productivity of different maturity groups depending on growth regulators in the conditions of the Northern Steppe subzone of Ukraine. – Qualifying scientific work on the rights of a manuscript.

Theses for the Doctor of Philosophy degree by specialty 201 – Agronomy. – Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, 2023.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution to the actual scientific problem, which is to improve agrotechnical measures of corn growing taking into account weather conditions, morphobiological characteristics of differently ripened corn hybrids, their response to the use of growth stimulants, growth regulators, biologically active substances, microfertilizers in order to increase the productivity of the grain crop and stabilize the gross grain yield in the Northern Steppe. For the first time in the conditions of the Northern Steppe subzone of Ukraine, the effectiveness of the most effective and rational plant growth regulators will be evaluated, the peculiarities of growth dynamics, plant development, formation of elements of the yield structure and phytosanitary condition of corn hybrids of different maturity groups will be studied.

Corn is an important grain crop in the Northern Steppe of Ukraine. In recent decades, due to changing climate conditions, rising energy costs and reorientation of crop production priorities amid reduced use of organic and mineral fertilizers, deteriorating phytosanitary conditions, introduction of short crop rotations, and significant expansion of corn acreage to 4.9 million hectares, there is a need to improve existing elements of corn growing technology to increase grain yields and improve grain quality.

The rising cost of mineral fertilizers and plant protection products for corn leads to a decrease in their use, so there is a necessity to find, study and apply alternative sources of nutrients in crop production, through the use of less harmful biological agents, natural and synthetic growth regulators, optimization of resource-saving technological measures, which allows for fuller use of the natural

potential of the grain crop.

The solution to this problem is to optimize corn productivity through the application of new biological plant growth stimulants (Vympel-2, Alpha-nano-grow Extra, Avangard Grow Amino, Avangard Grow Humat) into the technology of its cultivation, which provide accelerating the growth and development of the crop, increasing resistance to extreme temperature conditions, enhancing the development of the leaf surface, increasing the fat and protein content in corn kernels, increasing the chlorophyll content, and as a result, increasing the yield and quality of corn grain. However, there is currently little data on the effectiveness of various corn growth stimulants, and they are often contradictory.

The main goal of our work is to study the effect of different growth regulating substances on the morphogenesis, growth, development and productivity of corn plants of different maturity groups in the Northern Steppe subzone of Ukraine. To develop practical recommendations for the usage of the most effective corn growth stimulants, which provide acceleration of growth and development of the crop, increase resistance to extreme temperature conditions, enhance the development of the leaf surface, increase the fat and protein content in corn kernels, increase the chlorophyll content, and as a result, increase the yield and quality of corn grain.

To achieve the goal, the research program was intended to address the following research objectives:

- to identify the most effective and optimal plant growth regulators for corn hybrids of different maturity groups;
- to identify the peculiarities of plant growth and development, as well as the patterns of grain productivity formation of corn hybrids of different maturity groups;
- to determine the effect of various growth stimulants on chlorophyll content (SPAD units), photosynthetic activity, growth, development, formation of crop structure elements, yield and grain quality of corn;
- provide agrobiological justification for the main indicators of corn

productivity, determine the range of their variation and influence on the formation of crop yields;

- to conduct an ecological, economic and energy assessment of the use of different growth regulators for corn hybrids of different maturity groups.

- to establish optimal agrotechnical parameters for the formation of highly productive corn crops;

- to determine the response of corn hybrids of different maturity groups to the use of growth regulators.

Scientific novelty of the research. For the first time in the conditions of the Northern Steppe subzone of Ukraine, the effectiveness of the most effective and rational plant growth regulators was evaluated, the peculiarities of growth dynamics, plant development, formation of elements of the yield structure and phytosanitary condition of corn hybrids of different maturity groups were studied.

The existing elements of the technology for growing corn hybrids of different maturity groups in the Northern Steppe of Ukraine have been improved by using the most optimal plant growth stimulants, which makes it possible to reduce the use of mineral fertilizers and production costs.

Scientific approaches to substantiate the elements of corn growing technology in the Northern Steppe, as well as economic analysis of the feasibility of introducing elements of corn growing technology were further developed.

To perform the work, general scientific research methods were used, including: field – to study the interaction of corn hybrids of different maturity groups and growth regulators with biological and abiotic factors; laboratory – analysis of plants and grain to study the interaction between the plant and environmental conditions; measuring and weighing – to establish the dynamics of growth, biometric measurements, chlorophyll content, determination of elements of the crop structure and yield of the crop; calculation and comparative – assessment of economic efficiency; methods of mathematical statistics: dispersion, correlation analyzes and graphic display of research data.. For the purpose of

scientific substantiation of the goal and implementation of the set tasks, generalization of the experimental results, along with the widely used methods, some special methods were used, namely: dialectical, hypothesis, synthesis, induction, statistics, observation, etc.

Thanks to the obtained experimental data for farms of different forms of land ownership and with different financial, material and technical support, existing and new elements of corn growing technologies were improved and developed.

The results of the experiments have been tested and verified in production conditions and implemented in the farms of the Northern Steppe (FE "Zorya", Novomoskovsk district, Dnipro region – 35 hectares; LLC "Avangard", Synelnykove district, Dnipro region – 35 hectares; FE "Atlant", Synelnykove district, Dnipro region – 45 hectares) with a total area of 115 hectares, annually increasing grain yield and ensuring high economic effect.

The structure of the thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, recommendations for production, a list of references, and appendices.

During the experimental studies, it was found that the biometric parameters of corn hybrids of different maturity groups tended to increase, in particular, plant height by 1.40 – 3.70%, number of leaves by 3.5–5.6% and their area by 5.30–28.30% compared to the control (without the application of preparations). There was also no significant difference in biometric parameters between the applied preparations, so the difference between them was within the error of the experiment.

An increase in the chlorophyll content in corn leaves in SPAD units from the used growth stimulants was found compared to the control variant. In particular, in hybrids DN Pyvykha FAO 180 the increase was by 8.10–9.10 units (17.90–19.60%), DN Khortytsia FAO 240 by 9.20–12.80 units (18.20–23.70%), DN Julia 340 MV FAO 340 by 2.30–6.60 units (4.60–12.20%), DN Olena 440 MV FAO 440 by 1.5–6.0 units (3.1–11.3%). There is also a tendency to increase the chlorophyll content when applying Avangard Grow Amino – 1.5 l/ha and Avangard Grow Humat – 1.0 l/ha compared to Vympel 2 – 0.5 l/ha and Alpha

Nano Grow – 50 ml/ha.

It was proved that the net productivity of photosynthesis significantly depended on hybrids of different maturity groups and changed under the influence of growth stimulants and microfertilizers. The growth of dry weight in early maturing DN Pyvykha FAO 180 was constantly increasing from the interphase period of seedlings – 7 leaves (6.8–7.8 g/m<sup>2</sup>) to the interphase period of 7 leaves – 12–13 leaves (8.5–9.0 g/m<sup>2</sup>), or by 1.15–1.25 times, followed by a gradual decrease in the interphase period of 12–13 leaves – flowering cobs to 5.3–5.8 g/m<sup>2</sup> (or 1.5–1.6 times less) due to physiological slowdown of growth processes. Similar patterns were observed in other hybrids of medium–early DN Khortytsia FAO 240, medium–ripening DN Julia 340 MV FAO 340 and medium–late DN Olena 440 MV FAO 440. In the hybrid DN Olena, these indicators were maximum and ranged from the interphase period of seedlings – 7 leaves (8.2–8.8 g/m<sup>2</sup>) to the interphase period of 7 leaves – 12–13 leaves (11.9–12.8 g/m<sup>2</sup>), or 1.45 times, followed by a gradual decrease in the interphase period of 12–13 leaves – flowering cobs to 7.5–8.0 g/m<sup>2</sup> (or 1.58–1.6 times less) due to a slowdown in physiological growth processes.

There was a tendency to increase the daily raise in dry matter when using Avangard Grow Amino (1.5 l/ha) and Avangard Grow Humat (1.0 l/ha) compared to Vympel 2 (0.5 l/ha) and Alpha Nano Grow (50 ml/ha), the increase was minimal and amounted only 0.7–3.8%.

It was found that the studied preparations based on plant growth stimulants and microfertilizers significantly increased the photosynthetic potential of corn. Thus, in the most intensive interphase period of growth (7 leaves – 12–13 leaves), the increase was 5.6–15.1% in the early maturing hybrid Pivyha, 5.6–9.2% in the medium early maturing hybrid Khortytsia, 5.6–8.4% in the medium maturing hybrid Julia, and 5.6–7.25% in the medium late maturing hybrid Olena. Indicators of photosynthetic potential gradually decreased from the early ripe hybrid Pyvyha downward to the medium early hybrid Khortytsia, the medium ripe hybrid Julia and the minimum values of the medium late hybrid Olena. The preparations

Avangard Grow Amino (1.5 l/ha) and Avangard Grow Humat (1.0 l/ha) contributed to the maximum growth of photosynthetic potential indicators to 6.96–14.9% and 7.25–15.1%, respectively.

It was proved that the use of plant growth stimulants made it possible to increase the length of the corn cob by 0.50–1.70 cm (2.60–8.60%), especially with using Avangard Grow Humat and Avangard Grow Amino. The mid-season hybrid DN Julia had the maximum length of the cob – 18.1–19.8 cm, and the early-season hybrid DN Pyvykha had the shortest cobs – 17.3–17.9 cm.

The increase in the number of grains per cob under the influence of plant growth stimulants in the early maturing hybrid DN Pyvykha FAO 180 by 31.10–

56.30 pieces (6.50–11.20%) was established, mid-early hybrid Khortytsia FAO 240 – by 47.90–71.80 pieces (11.30–16.0%), mid-season hybrid Julia 340 MV FAO 340 – by 102.60–102.80 pieces (18.80–18.90%) and mid-season hybrid Olena 440 MV FAO 440 – by 43.20–104.50 pieces (8.40–18.30%). The number of kernels correlates with the length of corn ears of different maturity groups.

It was found that the weight of grain per cob increased under the influence of plant growth stimulants in corn hybrids by (in an average) 5.61–30.1 g (7.82–31.42%), and the weight of 1000 grains by 5.41–50.2 g (2.50–18.81%). Among the applied stimulants, Avangard Grow Amino (1.5 l/ha) and Avangard Grow Humat (1.0 l/ha) should be highlighted, which had the highest tendency to increase these indicators.

The increase in corn grain yield was significantly correlated with the chlorophyll content in the leaves, i.e., with an increase in chlorophyll content, corn yield increased. The increase from the use of plant growth stimulants in the early maturing hybrid DN Pyvykha FAO 180 was 0.12–0.36 t/ha (2.60–7.60%), in medium early DN Khortytsia FAO 240 – 0.840–1.070 t/ha (16.50–18.40%), in mid-season hybrid Julia 340 MV FAO 340 – 0.19–0.21 t/ha (3.190–3.30%), mid-late hybrid Olena 440 MV FAO 440 – 0.040–0.52 t/ha (0.640–7.50%).

It was found that the studied preparations based on growth stimulants and



micronutrient fertilizers were more effective under stressful conditions of a dry (2020) and moderately wet year (2022) when there was an increase in corn grain yield. At the same time, in the wet year of 2021, a decrease in yield was detected due to the intensive development of the vegetative mass, when a significant part of nutrients and plastic substances was spent on the formation of leaves, stems, rather than cobs and grain.

It was experimentally proved that the use of growth stimulants increased the crude protein content in the DN Pyvykha by 0.03–0.65 percentage points, DN Khortytsia by 0.58–1.04 percentage points, DN Julia by 0.1–0.74 percentage points, DN Olena by 0.15–0.68 percentage points, the maximum increase in crude protein was observed in the medium early hybrid DN Khortytsia. Among the used preparations, Avangard Grow Amino and Avangard Grow Humat should be highlighted, which tended to increase the crude protein content to 6.42–8.4%, or 0.12–0.48 percentage points more. As for the hybrids, the maximum crude protein content was observed in the early ripe hybrid DN Pyvykha – 7.75–8.4%. There is also a tendency to decrease the crude protein content with the lengthening of the growing season from early to medium late hybrid, which is probably due to the gradual slowing of the effect of the preparations in time and requires additional research with the use of additional (third) application of preparations on later hybrids.

It was also found that the content of crude fat had an inverse correlation with the content of crude protein, that is an increase in its content was noted in the medium–late hybrid compared to the early ripening ones. Thus, in the medium–late DN Olena the maximum fat content of 4.71–5.38% was obtained, the rest of the hybrids were slightly inferior by 0.32–1.18 percentage points. Growth stimulants increased the crude fat content compared to the control (3.53–4.71%) to 3.73– 5.52%, or by 0.2–0.81 percentage points, Avangard Grow Amino, Avangard Grow Humat and Vimpel 2 had the most positive effect here.

The calculations showed that the maximum profitability of grain production was obtained by using the medium–late hybrid DN Olena 440 MV – 145.3–

148.0%. The medium–early hybrid Khortytsia and the medium–ripening hybrid Julia 340 MV were somewhat inferior, and at the minimum yields (4.37–4.73 t/ha), the minimum profitability of grain production was provided by the early–ripening hybrid Pyvykha – 73.4–86.5%. The maximum increase in percentage points (p.p.) of profitability from the use of preparations was obtained on the early ripe DN Pyvykha (3.0–13.1 p.p.) and medium early DN Khortytsia (12.3–41.0 p.p.) hybrids. Avangard Grow Humat (1.0 l/ha) had the highest economic effect with the best increase in percentage points compared to the control (+ 13.1–41.0 percentage points).

It was proved that plant growth stimulants increased the gross energy yield in the main product (grain) to 13427.4 MJ/ha (CEE – 7.5), which increased this indicator by 1.0–18.0%, with the maximum growth noted in early ripe (DN Pyvykha) and medium early (DN Khortytsia) hybrids. Avangard Grow Humat (1.0 l/ha) had the greatest tendency to increase grain and EE yields on mid–season and mid–early hybrids, and Vympel 2 on the mid–late hybrid.

Based on the results of research, the existing methods of corn growing have been improved due to the introduction of new restorative preparations based on growth stimulants and microfertilizers, which allow to more fully reveal the potential of corn productivity and reduce production costs in the conditions of the Northern Steppe.

**Keywords:** *corn, plant growth stimulants, microfertilizers, chlorophyll, SPAD units, grain yield, economic efficiency.*

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

### Статті в періодичних наукових виданнях України, які входять до наукометричної бази Scopus

1. Tsyliuryk, O., Izhboldin, O., & Sologub, I. (2023). Efficiency of growth regulators in of Ukraine. *Scientific Horizons*, 26(10), 59–67. *(Особистий внесок 60 % – виконання досліджень, аналіз та узагальнення експериментальних даних).*

### Статті в наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Циліурік О. І., Іжболдін О.О., Сологуб І. М. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 59–66. *(Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).*

2. Циліурік О. І., Сологуб І. М. Ефективність стимуляторів росту рослин на кукурудзі в Північному Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 259–268. *(Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).*

3. Циліурік О. І., Сологуб І. М. Регулятори росту в посівах кукурудзи Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 237–248. *(Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).*

### Статті в науково-практичних виданнях

1. Циліурік О. І., Сологуб І. М. Вирощування кукурудзи: закладаємо основи доброго врожаю. *Агробізнес сьогодні (газета підприємців АПК)*. 2020. № 21 (436). С. 30–33. *(Особистий внесок 50 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).*

2. Циліурік О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М. Ефективність гербіцидів у посівах кукурудзи. *Агробізнес сьогодні (Журнал та*

мультимедійна платформа успішного аграрія). 2022. № 03 (466). С. 32–34. (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

### **Тези і матеріали наукових конференцій**

1. Циліорик О. І., **Сологуб І. М.** Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від регуляторів росту в умовах Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: мат. V міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р. / ДДАЕУ). С. 81–83. (Особистий внесок 50 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).

2. Циліорик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.**, Сумятіна О. О. Вплив регуляторів росту рослин на формування продуктивності гібридів кукурудзи. *Зрошення – вагома складова сталого розвитку аграрного сектора в Україні: матеріали*: мат. Всеукр. наук.-прак. конф., присвяч. пам'яті док. с.-г. наук, проф., член-кор. НААН, засл. агронома України, лаур. Держ. премії України, (25 березня 2021 року, м. Херсон / ІЗ НААН). С. 168–171. (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).

3. Циліорик О. І., **Сологуб І. М.** Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від регуляторів росту рослин. *Новітні системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур. Вклад молодих вчених*: мат. наук.-прак. Інтернет-конф. молод. учен. і спеціал. в Україні (м. Київ, 18 листопада 2021 р. / ІЗ НААН). С. 32–34. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).

4. Циліорик О.І., Іжболдін О.О., **Сологуб І.М.** Регулятори росту на кукурудзі в Північному Степу. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення*: мат. міжнар. наук.–прак. конф. з нагоди 100-річчя від дня народ. док. с.-г. наук, проф., академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова. (м. Дніпро. ДУ ІЗК НААН. 12-13 жовтня 2023 р. С. –

89–92. *(Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

5. Циліурік О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Ефективність регуляторів росту рослин в посівах кукурудзи. *Теоретичні та практичні питання аграрної науки* : мат. міжнар. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 18 травня 2022 р. / ДДАЕУ). С. 59–60. *(Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

6. Циліурік О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Уміст хлорофілу в листках та урожайність кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин в Північному Степу. *Інноваційні технології в рослинництві – запорука сталого розвитку сільського господарства*: мат. всеукр. наук.-прак. Інтернет-конф. присв. 90-річчю з дня народ. Віталія Карповича Чуйка. (2 грудня 2022 р. м. Полтава / ПДСГДС ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН України). 2022. С. 64–67. *(Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

7. Циліурік О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.**, Шугай А. В. Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах кукурудзи Північному Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: мат. VI міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р. ДДАЕУ). 2022. С. 55–57. *(Особистий внесок 30 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

8. Tsyliuryk O. I., Izhboldin O. O., **Sologub I. M.**, Shuhai A. V. Effect of plant growth stimulants on biometric parameters and yield of corn in the Northern Steppe. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*. мат. VI міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р. ДДАЕУ). 2022. С. 58–59. *(Особистий внесок 30 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

9. Циліорик О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М. Вплив стимуляторів росту рослин на вміст хлорофілу в листках та урожайність зерна кукурудзи. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: мат. IV Всеукр. наук-практ. конф., присвяченої пам'яті вченого-селекціонера в галузі баштанництва І. І. Колесника (29 листопада 2022 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна). Дніпро, 2022. С. 161–163. (Особистий внесок 30 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

## ЗМІСТ

	ВСТУП.....	25
РОЗДІЛ 1	ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ВИБРАНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	31
	1.1 Механізм дії та значення регуляторів росту рослин у технологіях вирощування зернових культур.....	31
	1.2 Регулятори росту рослин у сучасних технологіях вирощування кукурудзи.....	38
РОЗДІЛ 2	УМОВИ ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	58
	2.1. Кліматичні та ґрунтові умови.....	58
	2.2. Особливості метеорологічних умов в роки досліджень.....	63
	2.3. Методичні й агротехнічні основи досліджень.....	70
РОЗДІЛ 3	РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ТА ФОРМУВАННЯ ЇЇ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ .....	82
	3.1 Формування біометричних показників рослин кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин.....	82
	3.2. Зміна вмісту хлорофілу в листках кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин.....	94
	3.3. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин.....	96
РОЗДІЛ 4	ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ В УРОЖАЮ ТА ЗЕРНОВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН КУКУРУДЗИ.....	103
	4.1. Формування елементів структури в урожаю кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин .....	103
	4.2. Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від стимуляторів росту рослин.....	107
	4.3. Якість зерна кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин.....	111

РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
	ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	116
5.1.	Економічна ефективність технології вирощування гібридів	
	кукурудзи різних груп стиглості під впливом стимуляторів	
	росту.....	116
5.2.	Біоенергетична ефективність технології вирощування	
	кукурудзи.....	119
	ВИСНОВКИ.....	123
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	128
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ....	129
	ДОДАТКИ.....	153



## ВСТУП

Галузь рослинництва в Північному Степу України на тлі погіршення екологічної ситуації має високу залежність від гідротермічних коливань, які є невід'ємною частиною сучасних кліматичних умов. Сьогодні на перший план виходить питання адаптації сучасних технологій вирощування польових культур, зокрема й кукурудзи, до зміни клімату з метою підвищення їх продуктивності. Тому особливого значення набуває потреба в удосконаленні елементів технології вирощування кукурудзи (*Zea mays L.*) в певних ґрунтово-кліматичних умовах, що потребує оптимізації основних агротехнічних заходів для підвищення виробництва зерна високої якості.

**Актуальність роботи.** Кукурудза є важливою зерновою культурою Північного Степу України. В останні десятиліття у зв'язку зі зміною кліматичних умов, подорожчанням енергоресурсів, переорієнтацією пріоритетів розвитку галузі рослинництва на фоні скорочення використання органічних і мінеральних добрив, погіршенням фітосанітарного стану, запровадженням короткоротаційних сівозмін, значним розширенням площ кукурудзи (до 4,9 млн га) виникає необхідність удосконалення існуючих елементів технології вирощування цієї культури з метою збільшення урожайності зерна та підвищення його якості.

Зростання вартості мінеральних добрив та засобів захисту рослин для кукурудзи спонукає до зменшення їх використання, що, зі свого боку, приводить до необхідності пошуку, вивчення й застосування в рослинництві альтернативних джерел надходження поживних речовин, пов'язаних з використанням менш шкідливих для довкілля біологічних засобів, природних та синтетичних регуляторів росту, оптимізацією ресурсозберігаючих технологічних заходів, що дозволяє повніше використовувати природний потенціал зернової культури.

Розв'язання цієї проблеми полягає в оптимізації продуктивності кукурудзи, запровадженні в технологію її вирощування нових біологічних

стимуляторів росту рослин («Вимпел 2», «Альфа Нано Гроу Екстра», «Авангард Гроу Аміно», «Авангард Гроу Гумат»). Однак даних про ефективність впливу різних стимуляторів росту рослин на кукурудзу на сьогодні мало й найчастіше вони мають суперечливий характер.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дослідження за темою дисертації виконували згідно з тематичним планом Дніпровського державного аграрно-економічного університету відповідно до прикладної ініціативної теми НДР «Розробити та науково обґрунтувати елементи екологічно-збалансованих технологій вирощування польових культур в умовах Степу України» (01.2021–01.2026 рр.) (номер державної реєстрації 0120U104843).

**Мета й завдання дослідження.** Головна мета нашої роботи полягає у вивченні впливу різних за напрямком дії регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток та продуктивність рослин кукурудзи різних груп стиглості в умовах підзони Північного Степу України. Розробити практичні рекомендації щодо використання для кукурудзи найбільш ефективних стимуляторів росту рослин, які забезпечують прискорення росту й розвитку культури, підвищення стійкості до екстремальних температурних режимів, посилення розвитку листкової поверхні, підвищення вмісту жирів і протеїну в зернах кукурудзи, збільшення вмісту хлорофілу, а як результат – підвищення врожайності та якості зерна кукурудзи.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалося вирішити такі завдання досліджень:

- виявити найбільш ефективні та оптимальні регулятори росту рослин для гібридів кукурудзи різних груп стиглості;
- виявити особливості росту й розвитку рослин, а також закономірності формування зернової продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості;
- визначити вплив різних стимуляторів росту на вміст хлорофілу (одиниць SPAD), фотосинтетичну активність, ріст, розвиток, формування

елементів структури врожаю, урожайність і якість зерна кукурудзи;

- надати агробіологічне обґрунтування основним показникам продуктивності кукурудзи, визначити діапазон їх варіювання та вплив на формування врожайності культури;

- виконати еколого-економічну та енергетичну оцінку застосування різних регуляторів росту на гібридах кукурудзи різних груп стиглості;

- встановити оптимальні агротехнічні параметри формування високопродуктивних посівів кукурудзи;

- виявити реакцію гібридів кукурудзи різних груп стиглості на застосування регуляторів росту.

*Об'єкт досліджень:* процеси росту, розвитку та формування зернової продуктивності кукурудзи залежно від використання стимуляторів росту рослин.

*Предмет досліджень:* стимулятори росту рослин, гібриди кукурудзи, використання регуляторів росту для обприскування посівів, урожайність і якість зерна, економічна ефективність вирощування кукурудзи.

**Методи дослідження.** Для виконання роботи застосовували загальнонаукові методи досліджень, серед яких: польовий – для дослідження взаємодії гібридів кукурудзи різних груп стиглості та регуляторів росту з біологічними й абіотичними факторами; лабораторний – аналіз рослин та зерна з метою вивчення взаємодії між рослиною та умовами навколишнього середовища; вимірально-ваговий – для встановлення динаміки росту, біометричних вимірювань, умісту хлорофілу, визначення елементів структури врожаю та врожайності зернової культури; розрахунково-порівняльний – оцінка економічної ефективності; методи математичної статистики: дисперсійний, кореляційний аналіз та графічне зображення даних досліджень. Для наукового обґрунтування мети й реалізації поставлених завдань, узагальнення результатів експериментів поряд з поширеними методами використовували деякі спеціальні, а саме:

діалектичний, гіпотеза, синтез, індукція, статистика, спостереження тощо.

**Наукова новизна.** Уперше в умовах підзони Північного Степу України зроблено оцінку ефективності та виявлено найбільш ефективні та раціональні регулятори росту рослин, досліджено особливості динаміки росту, розвитку рослин, формування елементів структури врожаю та фітосанітарного стану гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Удосконалено існуючі елементи технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північного Степу України шляхом використання найоптимальніших стимуляторів росту рослин, що дає можливість скоротити застосування мінеральних добрив та знизити виробничі витрати.

Набули подальшого розвитку наукові підходи щодо обґрунтування елементів технології вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу, а також економічний аналіз доцільності їх впровадження.

*Уперше:*

- визначено особливості росту, розвитку та формування зернової продуктивності рослин кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північного Степу України;
- виявлено вміст хлорофілу та його вплив на врожайність і якість зерна пшениці озимої;
- визначено вплив стимуляторів росту на процеси формування зернової продуктивності.

*Удосконалено:*

- існуючі елементи технології вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу, що дозволяють ширше розкрити потенціал зернової продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості та знизити технологічні витрати.

*Набули подальшого розвитку:*

- наукові підходи щодо обґрунтування елементів агротехнічних заходів вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу;
- економічна та екологічна доцільність впровадження елементів

технологічних рішень вирощування кукурудзи.

**Практичне значення одержаних результатів.** Завдяки здобутим експериментальним даним для господарств різних форм власності на землю за різного фінансово-матеріального та технічного забезпечення удосконалено існуючі та розроблено нові елементи технологій вирощування кукурудзи.

Результати експериментів апробовані та перевірені у виробничих умовах і впроваджені в господарствах Північного Степу (ФГ «Зоря» Новомосковського району Дніпропетровської області – 35 га; ТОВ «Авангард» Синельниківського району Дніпропетровської області – 35 га; С(Ф)Г «Атлант» Синельниківського району Дніпропетровської області – 45 га) на загальній площі 115 га. При цьому було забезпечене щорічне зростання врожайності зерна та високий економічний ефект.

**Особистий внесок здобувача.** Кваліфікаційна наукова робота є завершеною науковою працею, яка виконана авторкою особисто на основі польових та лабораторних дослідів, проведених на дослідному полі Навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету МОН. Визначення напрямку досліджень, розробка робочої програми, схеми досліджень, підбір методики, виконання польових та лабораторних досліджень, а також супутніх спостережень авторкою здійснено особисто або за її безпосередньої участі. Авторка дисертаційної роботи здійснила аналіз та інтерпретацію даних наукових досліджень, підготовку дисертаційної роботи, сформулювала висновки та рекомендації виробництву, забезпечила їх перевірку та впровадження в господарствах Північного Степу України.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати наукових досліджень доповідалися та обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 2020 р.), «Теоретичні та практичні питання аграрної науки» (м. Дніпро, 2022 р.), «Стан і перспективи

розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 2022 р.), на Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих вчених і спеціалістів «Зрошення – вагома складова сталого розвитку аграрного сектора в Україні: матеріали» (м. Херсон, 2021 р.), «Інноваційні технології в рослинництві – запорука сталого розвитку сільського господарства» (м. Полтава, 2022 р.), на науково-практичних Інтернет-конференціях молодих учених і спеціалістів «Новітні системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур. Вклад молодих вчених» (м. Київ, 2021 р.), «Новітні системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур: вклад молодих вчених» (сmt Чабани–Київ, 2021 р.). Результати досліджень за темою дисертаційної роботи систематично доповідалися, обговорювалися й затверджувалися на засіданнях кафедри рослинництва ДДАЕУ, а також пропагувалися авторкою у засобах масової інформації та в публічних виступах на семінарах, симпозіумах, лекціях, круглих столах.

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 15 наукових працях, зокрема: наукових виданнях України, які входять до наукометричної бази Scopus – 1, наукових фахових виданнях України – 3, тезах і матеріалах наукових конференцій – 9, науково-практичних виданнях – 2.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Кваліфікаційна наукова праця викладена на 161 сторінці і складається з анотації, вступу, 5 розділів, які містять 15 таблиць і 8 рисунків, висновків, рекомендацій для виробництва, списку використаних джерел (229 позицій), додатків.

## РОЗДІЛ 1

### ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ВИБРАНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

#### 1.1. Механізм дії та значення регуляторів росту рослин у технологіях вирощування зернових культур

Регулятори росту, або гормони рослин, фітогормони (з грецької «спонукає», «викликає»), – низькомолекулярні органічні сполуки, які беруть участь у взаємодії клітин, тканин та органів. Вони необхідні в невеликій кількості для ініціювання та регуляції фізіологічних та морфологічних процесів онтогенезу рослин [1–4].

Гормони є посередниками у фізіологічних процесах, вони перетворюють специфічні сигнали довкілля на біохімічну інформацію. Гормони, які утворюються в рослинах, називаються ендогенними, а ті, що застосовуються людиною для обробітку рослин, – екзогенними [5–7].

Регулятори росту можуть мати як природне походження, так і синтетичне. Природні регулятори росту – це фітогормони: гібереліни, ауксини, цитокініни, бурштинова кислота, абсцизова кислота, етилен та ін. Синтетичні регулятори росту одержують хімічним або мікробіологічним шляхом. Якщо розглядати синтетичні регулятори росту рослин з фізіологічної позиції, вони є аналогами ендогенних фітогормонів, які імітують дію природного гормону, впливають на ріст рослин через зміну гормонального статусу або можуть подіяти на біосинтез і функціонування гормонів рослин [8].

Рослини потребують гормонів концентрацією 10-13, 10-15 моль/л). У більшості випадків вони синтезуються в достатній кількості самою рослиною, в окремих її частинах, але поширюються на весь організм. Під

їхнім впливом відбувається регулювання обміну речовин. Гормони виявляють фізіологічну дію на:

- 1) ферменти та ферментні системи;
- 2) обмін білків, ліпідів, нуклеїнових кислот;
- 3) інформаційні та транспортні рибонуклеїнові кислоти;
- 4) дезоксирибонуклеїнову кислоту.

Ефект дії гормонів у одних випадках зводиться до тимчасової зміни інтенсивності біохімічних реакцій, в інших – проявляється у стійкому відхиленні процесів, морфологічних змінах, що зачіпають соматичну сферу організму, та у спадкових морфологічних змінах [6–8].

Найбільш активними та вивченими сполуками рослинного походження з гормональною дією є ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота й етилен.

Дія гормонів на обмін речовин у рослинному організмі специфічна: гібереліни беруть участь у транскрипції, тобто перенесенні інформації про нуклеотидну послідовність ДНК на інформаційну РНК при синтезі білків; цитокініни – у трансляції, тобто процесі копіювання послідовності нуклеотидів інформаційного поліпептиду; ауксини – у зміні проникності мембран; абсцизини інгібують іонний транспорт і пов'язані з ним процеси росту клітин, етилен є «дозвільним» фактором росту, контролює баланс у системі стимулятори–інгібітори [9–10].

Ауксини, або сполуки індолілоцтової кислоти (ІВК), утворюються в зонах з високою меристематичною активністю: в апексах стебел, у насінні, що формується. Звідти вони переміщуються в базипетальному напрямку, потрапляючи в бічні пагони та листя. Ауксини ініціюють поділ клітин і впливають на швидкість їх розтягування, регулюють формування пучків-провідників зумовлюють явища фото- і геотропізму рослин, пов'язані з несиметричністю їх розподілу. Активація розтягування клітин відбувається за стимулювання ауксином секреції протонів у клітинну стінку. Підвищена концентрація іонів водню, що виникає при цьому, призводить до більш



активного ферментативного розщеплення поперечних зв'язків, що з'єднують між собою целюлозні мікрофібрили [11].

Іншими властивостями ауксинів є здатність викликати партенокарпію, затримувати опадання листя й зав'язей, активувати коренеутворення. Тканини, збагачені ауксином, мають атрагувальну дію, тобто здатні притягувати поживні речовини. Ауксин забезпечує кореляційну взаємодію між органами рослини, що росте.

Гіберелінові кислоти (GA) являють собою клас рослинних гормонів і тетрациклічних дитерпеноїдів, що беруть участь у рості та розвитку рослин, включаючи проростання насіння, ріст коренів, подовження стебла, розростання листя та квіткову індукцію, розвиток пильовиків, ріст насіння та навколоплідника [12–14].

Гібереліни – фітогормони, похідні флуоренового ряду. Стимулюють поділ і розтяг клітин апікальних та інтеркалярних меристем. Під дією гіберелінів подовжуються листя, квітки та суцвіття. Гібереліни посилюють ріст стебел сильніше, ніж ауксини. Водночас гібереліни менш впливають на ріст коренів. Беруть участь у процесах проростання насіння та переходу довгоденних рослин до цвітіння. Гібереліни синтезуються здебільшого в листках і звідти переміщуються вгору і вниз стеблом.

Цитокініни – фітогормони, похідні пуринів, стимулюють цитогенез, проростання насіння, сприяють диференціації бруньок. Мають здатність затримувати процеси старіння рослинних організмів і підтримувати нормальний обмін речовин у пожовклих листків, викликати їх вторинне позеленіння.

Цитокініни беруть участь у мобілізації–притяганні поживних речовин до місць локалізації: плодів, насіння, бульб. Звільняють бічні бруньки від апікального домінування, що викликається ауксином, стимулюють їхній ріст. На молекулярному рівні цитокініни в комплексі зі специфічним білковим рецептором збільшують активність РНК–полімерази та матричну активність хроматину, при цьому підвищується кількість полірибосом та синтез білків.

Цитокиніни беруть участь у синтезі ферменту нітратредуктази та транспорті іонів  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ . Утворюються в корінні, звідки пересуваються вгору стеблом в акропетальному напрямку [12–14].

Абсцизини – природні інгібітори терпеноїдної природи. Затримують ріст у фазі розподілу та розтягування клітин, не виявляють токсичної дії навіть у високих концентраціях. Індукують настання стану спокою в рослин, прискорюють опадання листя та плодів (абсцизія), гальмують ріст колеоптилів, затримують проростання насіння, тобто координують ростовий процес.

Абсцизова кислота швидко накопичується в тканинах у разі дії на рослини несприятливих факторів зовнішнього середовища, насамперед в умовах водного дефіциту, викликаючи закриття продихів, знижуючи транспірацію і скорочуючи енергетичні витрати. На молекулярному рівні абсцизини пригнічують синтез ДНК, РНК та білків. Можуть знижувати функціональну активність  $H^+$ –помпи. Абсцизова кислота синтезується в листі, транспортується вгору і вниз стеблом. Крім того, вона утворюється в кореневому чохлаку [15–17].

Етилен – специфічний гормон, синтезується в усіх органах рослини з метіоніну. Бере участь у регуляції росту та розвитку рослин, у підтримці апікального вигину у вирощених у темряві проростків, викликає епінастію, тобто швидкий ріст верхніх сторін органів рослин, у результаті якого листки або пелюстки згинаються донизу. Тому його використовують для прискорення розкриття квіток. Опускання листя під дією етилену скорочує транспірацію.

Етилен відповідає за контрольоване ауксином пригнічення росту латеральних бруньок, що виявляють апікальне домінування. Гальмує розподіл клітин та подовження проростків, змінює напрямок росту клітин з поздовжнього на поперечний, зменшуючи довжину та потовщуючи стебло. Сприяючи старінню тканин, етилен прискорює опадання листя, в'янення квіток та прискорює дозрівання плодів [18].

У більшості випадків етилен збільшує період спокою насіння та бульб, сприяє зміщенню статі рослин у жіночий бік, відіграє роль медіатора гормонального комплексу в процесах кореляційних взаємодій у рослині. Гальмує полярний транспорт ауксину та сприяє утворенню його кон'югантів. Етилен регулює реакцію стресу у рослинах. На молекулярному рівні підвищує проникність клітинних мембран та швидкість синтезу білка.

Брасиностероїди – гормони, які підтримують роботу імунної системи рослини, насамперед у стресових ситуаціях. Стероїди, як і гібереліни та абсцизова кислота, входять до класу терпеноїдів.

Брасиностероїди містяться в кожній рослинній клітині, проте в екологічній ситуації, що змінилася, їх природний рівень виявляється недостатнім для підтримання імунітету й нормального розвитку протягом усєї вегетації [19–22].

На основі природних стимуляторів росту рослин вченими створено синтетичні аналоги, які широко використовуються в галузі рослинництва. Серед відомих препаратів слід виокремити такі стимулятори росту рослин:

гумат натрію – органічні добрива (гумати);

кампозан М – застосовують для запобігання виляганню льону–довгунця, озимого жита, озимого ячменю;

розалін – використовують на бавовнику для запобігання опаданню коробочок та підвищення врожаю бавовни-сирцю;

фоспінол – збільшує врожай картоплі на 15–20 %, зменшує ураження грибними та вірусними хворобами, поліпшує лежкоздатність бульб;

Тур, або хлормекват хлорид і хлорхолінхлорид – застосовують у посівах зернових культур, насамперед озимих. Запобігає виляганню високоврожайних хлібів за рахунок потовщення соломини, зміцнення механічних тканин та зменшення довжини стебла [23–25];

імуноцитофіт – суміш поліненасичених жирних кислот з високим вмістом арахідонової кислоти. Застосовується на зернових, зернобобових, корене- та бульбоплідних, овочевих, технічних та плодкових культурах як

багатоцільовий стимулятор захисних реакцій, росту та розвитку рослин. Стимулює природний імунітет до хвороб, таких як фітофтороз, різні види парші, чорна ніжка, борошниста роса, гнилі, бактеріози. Прискорює проростання насіння, дозрівання плодів, утворення коркового шару на бульбах та коренеплодах; збільшує розміри квіток, зелену масу та кущистість; забезпечує підвищення врожаю на 20–30 %, знижує втрати врожаю під час зберігання [26–27].

Регулятори росту рослин (РРР) застосовують для ефективного регулювання росту рослин, при цьому необхідно дотримуватися таких умов:

1. Позитивний ефект може досягатися лише у випадку, якщо в рослині або в окремих органах не вистачає ендогенних фітогормонів.
2. Клітини, тканини та органи повинні бути сприйнятливими до фітогормонів.
3. Дія всіх регуляторів росту залежить від їхньої концентрації, передозування призводить до інгібуючого ефекту.
4. Необхідне оптимальне забезпечення рослин водою та поживними речовинами [28–30].

Регулятори росту не замінюють живлення рослин. На думку В. О. Казаряна [31], вони підвищують «апетит» і тому стимулюють ростові процеси.

Регулятори росту рослин використовують для:

- гальмування подовження стебла;
- регуляції спокою;
- прискорення дозрівання;
- знищення бур'янів.

Ретарданти – синтетичні речовини, що гальмують синтез гіберелінів, пригнічують ріст стебла і вегетативних пагонів, надають рослині стійкості до вилягання.

Ретарданти вибірково гальмують ріст стебла, не мають негативного впливу на фізіолого-біохімічні процеси. Їхня дія базується на гальмуванні

поділу клітин серединної та верхівкової зон меристеми конуса наростання, що утворюють стебло. На верхівкову зону меристеми, з якої розвивається листя й генеративні органи, ретарданти не впливають. Ці регулятори гальмують ріст клітин стебла в довжину й посилюють їхній розподіл у поперечному напрямку, за рахунок чого стебло стає більш коротким і товстим. Одночасно посилюється розвиток механічних тканин: потовщуються клітинні стінки, збільшується кількість судинно-волокнистих пучків. Також ретарданти сприяють росту коренів, збільшують площу асиміляційної поверхні листя та вмісту пластидних пігментів, підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища [29–31].

Нині вивчено понад тисячу хімічних сполук із ретардантними властивостями. Більшість належать до чотирьох груп речовин:

- 1) четвертинні онієві сполуки;
- 2) похідні гідразину;
- 3) похідні тріазолу;
- 4) етиленпродукуючі.

Серед ретардантів на основі четвертинних онієвих солей поширені хлорхолінхлорид (ССС), морфол та піке. Характерний ретардантний ефект цих препаратів зумовлений їхньою здатністю переривати біосинтез гіберелінів. Їх введення блокує утворення геранілгеранілпірофосфату та подальшу його циклізацію в енткаурен, який є проміжною ланкою у синтезі гіберелінів.

Похідні тріазолу блокують біосинтез гіберелінів, перешкоджаючи окисненню енткаурена в кауренову кислоту.

Етиленпродукуючі препарати не переривають біосинтез гібереліну, їхня дія пов'язана з антигібереліновим ефектом, який проявляється в разі утворення гормон-рецепторного комплексу або на наступних етапах реалізації гормональної активності гіберелінів.

Механізм дії похідних гідразину також не пов'язаний з пригніченням синтезу гіберелінів, а зумовлений придушенням їх гормональної активності.

З усіх відомих ретардантів найбільше практичне значення має хлорхолінхлорид, більш відомий під назвою Тур. Цей ретардант дає добрі результати в посівах зернових культур. Для підвищення стійкості до вилягання хлорхолінхлорид вносять у період кушіння – початку трубкування в розрахунку 3–12 кг/га, він не знижує якість зерна, збільшує врожай, зменшує економічні витрати на збирання [30–31].

Проаналізувавши дослідження українських та зарубіжних вчених щодо механізму дії та значення регуляторів росту рослин в технологіях вирощування сільськогосподарських культур, слід зауважити, що вони мають важливе значення в регулюванні ростових процесів та формуванні врожаю зерна, проте досі зовсім мало використовуються в технологіях вирощування зернових культур, що потребує продовження досліджень їх механізму дії і ефективності. Особливо це стосується нових сучасних препаратів за умов стресових ситуацій, пов'язаних зі зміною клімату, що спонукає до виявлення найбільш ефективних регуляторів росту та пошуку нових сучасних сортів та гібридів культур.

## **1.2. Регулятори росту рослин у сучасних технологіях вирощування кукурудзи**

Кукурудза – одна з важливих зернових культур. За величиною посівних площ вона тримає друге місце у світі після пшениці, а за врожайністю значно перевершує її. Виробництво зерна кукурудзи – одне з головних джерел виробничих і кормових ресурсів.

Важливим елементом технології вирощування кукурудзи для підвищення її валових зборів є використання регуляторів росту рослин. Вони сприяють підвищенню врожайності кукурудзи, поліпшують якість зерна, підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів, зменшують

токсичний вплив пестицидів та дозволяють зменшити дозу їх внесення [23, 24].

У процесі росту та розвитку кукурудзи необхідне дотримання високих вимог до умов проростання (тепло, волога та ін.), а тому потрібні заходи з підвищення стресостійкості рослин, посилення їх росту і збільшення врожайності зерна. Пріоритетними способами вирішення проблем гарантованого й конкурентного виробництва є застосування регуляторів росту рослин та хелатних форм мікродобрив, які мають високі фізіологічно активні й екологічно безпечні сполуки. До таких препаратів належать: природний регулятор росту нового покоління «Циркон», «Епін–Екстра», універсальне кремнійвмісне хелатне мікродобриво «Силіплант». Регулятори росту мають потрібну дію на рослини: стимуляція фізіологічних процесів, підвищення стійкості рослин до дії несприятливих факторів і посилення неспецифічного імунітету. Результатом такої дії є підвищення врожайності та якості продукції, що вирощується. Особливо важливо наголосити, що сполуки, створені на основі гідроксикоричних кислот, які належать до рослинних фенолів, дозволяють індукувати в рослин комплексну неспецифічну стійкість до багатьох хвороб грибкового, бактеріального та вірусного походження та одночасно розвивати антистресову активність. Застосовуються регулятори росту в надзвичайно низьких нормах (близько десятка міліграм і більше діючої речовини в розрахунку на тону насіння або гектар посіву), але забезпечують ефект, якого неможливо досягти за допомогою традиційних агроприймів [25].

Численні експерименти науково-дослідних установ доводять широку позитивну дію регуляторів росту на рослини кукурудзи. Нові вітчизняні препарати за ефективністю відповідають найкращим світовим стандартам, а за технологічними показниками та вартістю мають значні переваги. Зокрема, у Луганському національному аграрному університеті досліджували вплив препарату «Вимпел» на продуктивність посівів кукурудзи та зернового сорго. Найвища урожайність зерна кукурудзи одержана при використанні

досліджуваних стимуляторів росту. Контрольні варіанти мали урожайність 3,79 т/га (без застосування досліджуваних препаратів) – за першого строку сівби – 24 квітня і 3,54 т/га за сівби 4 травня. Обробіток зерна баковою сумішшю «Вимпел–К» + «Оракул насіння» по 1 л/т збільшувало урожайність зерна відповідно на 0,25 та 0,23 т/га, обробіток кукурудзи у фазі 3–5 та 7–8 листків підвищував урожайність зерна на 0,29 та 0,33 т/га [32]. Препарати «Вимпел–2» та «Оракул мультикомплекс» мали позитивну дію на рослини гібридів кукурудзи, але внесення суміші препаратів у фазі 3–5 листків у поєднанні із допосівним обробітком посівного матеріалу показало кращі результати порівняно з четвертим варіантом, де вегетаційний обробіток виконували у фазі 7–8 листків, а це свідчить про посилений рістстимулюючий ефект на ранніх етапах органогенезу рослин кукурудзи. Продуктивнішою в досліджах була кукурудза середньостиглого гібрида Лауро ФАО 330, який рекомендується для вирощування в зоні Центрального Лісостепу.

Використання регуляторів росту на практиці у поєднанні з добривами висвітлено в працях багатьох дослідників, зокрема таких, як Музафаров Н. М., Заболотний О. І., Заболотна А. В., Ямковий В., Тарасенко О., Гришко В. М., Савенко В. Ю., Демура Т. А., Красновський С., Галкін А. П., Циганкова В. А., Терек О. І., Пономаренко С. П., Сергієнко В., Грицаєнко З. М., Мазур В. А., Мельник І. П., Лавриненко Ю. О., Шевченко Н. В., Гож О. А., Сатановська І. П., Остапчук М. О., Андрієнко О., Черячукін М., Поліщук О. О., Олійник, І. С., Григор'єва О., Дудка М., Ткачук С. О., Кохан А. В., Черчель В., Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Санін В., Санін Ю. та інші. Детальний аналіз наукових публікацій суміжної тематики польових досліджень дає можливість наукового пошуку нових схем експериментів. Вченими досліджується та обґрунтовується застосування компонентів технологій із використанням нових видів бакових сумішей, мікробіологічних добрив та засобів захисту рослин, регуляторів росту рослин, які впливають не тільки на підвищення врожаю, а й поліпшення його якості [32–38].



Використання регуляторів росту дає можливість вплинути на терміни дозрівання рослин, підвищити стійкість кукурудзи до негативних факторів навколишнього середовища. Використання зазначених елементів технологій дозволяє зменшити внесення мінеральних добрив та пестицидів, знизити накопичення токсинів у зерні кукурудзи. Останнім часом стимулятори росту рослин ширше застосовуються в технології вирощування кукурудзи як вагомий елементи ресурсощадних екологічних технологій [36–38]. Дослідження науковців та практиків показують, що використання регуляторів росту в технологіях вирощування кукурудзи є одним із найдоступніших та високорентабельних агрозаходів підвищення продуктивності цієї культури та поліпшення якості зерна за незначних витрат на їх придбання [37]. Для отримання високих урожаїв кукурудзи важливим є комплексність підходу до її вирощування. Науковці та практики обґрунтували доцільність застосування регуляторів росту для передпосівного обробітку насіння. Адже виявлено їх вплив на підвищення схожості й енергії проростання зернин. Вони посилюють ростові процеси, прискорюють розвиток рослин, зростає урожайність. Зростає стресостійкість проростків кукурудзи та їхня стійкість до низької температури на початку вегетації [34; 38]. Підживлення кукурудзи по листях, яке застосовується на сьогодні, є ефективним та дає можливість збільшити кількість доступних макро- і мікроелементів живлення для кукурудзи й стимулювати їх засвоєння. За позакореневого підживлення мікроелементи проникають у рослини кукурудзи та добре засвоюються, швидко приєднуються до синтезу органічної речовини у листових пластинках або транспортуються в інші органи рослин і використовуються в метаболічних процесах [33; 35; 38].

Дослідженнями Ласло О. О., Олєпир Р. В. встановлено, що застосування стимуляторів росту рослин «Вимпел 2» і «Оракул мультикомплекс» на гібридах кукурудзи фірми КВС Лауро (ФАО 330) і Рікардо (ФАО 320) у фазі 3–5 листків у поєднанні із допосівним обробітком насіння показує кращі результати порівняно з варіантами, де вегетаційний обробіток виконували у

фазі 7–8 листків, що свідчить про посилений рістстимулюючий ефект препаратів на ранніх етапах розвитку рослин. Встановлено, що використання суміші «Вимпел 2» – 500,0 г/га + «Оракул мультикомплекс» 1,0 л/га (обробіток у фазі 3–5 та 7–8 листків) та обробіток насіння до сівби «Вимпел–2» – 500,0 г/т + «Оракул мультикомплекс» – 1,0 л/т впливає на підвищення показників урожайності гібридів кукурудзи. Дослідження свідчать про ефективність поєднань обробітку насіння до сівби та позакореневого підживлення кукурудзи середньостиглих гібридів у критичні фази росту й розвитку рослин баковими сумішами регуляторів росту із добривами, а це сприяє стимуляції ростових процесів кукурудзи, підвищує її стресостійкість і врожайність [39].

Таких думок дотримуються Горова А. І., Лихочвор В. М., Пономаренко С. П., які вважають, що одними із сучасних напрямків підвищення урожайності та якості зерна кукурудзи є впровадження у виробництво енергозберігаючих елементів технологій застосуванням регуляторів росту рослин [40–43]. Рекомендується понад 50 видів регуляторів росту рослин. До найбільш ефективних стимуляторів росту можна віднести гумінові препарати «Вермистим», «Вермийодіс», «Вермибіомаг» виробництва асоціації «Біоконверсія» [40, 44, 45]. Експериментами з вивчення ефективності регуляторів росту на дерново-підзолистих ґрунтах, які виконував Чернігівський інститут АПВ УААН в Козелецькому районі Чернігівської області, доведено, що за дворазового обробітку кукурудзи «Вермистимом» прибавка зерна кукурудзи збільшувалася на 12,10–18,20 ц/га, «Вермибіомагом» – на 14,20–19,40 ц/га, «Вермийодісом» – на 16,40–20,10 ц/га порівняно з контролем [44]. Значна прибавка врожаю зерна кукурудзи із використанням «Вермистиму» та «Вермистиму–К» отримана в Інституті агроєкології УААН у Київській та Інститутом авіації у Кіровоградській областях [45]. Але все ж таки в технології вирощування зернової кукурудзи в умовах західного Лісостепу України регулятори росту «Вермистим», «Вермийодіс», «Вермибіомаг» не використовувалися [45].

Застосування бактеріальних препаратів, фізіологічно активних речовин і антистресантів, які активують імунітет, стресостійкість і адаптивність у кукурудзи за даними Андреєнко С. С., Влащук А. М., Асанішвілі Н. М., Капустіна С. І., Володарського Н. І., Князюка О. В. та інших вчених прямо та опосередковано дозволяє впливати на формування посівів із оптимальними морфоструктурними й функціональними показниками [46–77]. Експерименти в умовах Полісся доводять, що рістстимулючі властивості мікробного препарату дозволяють підвищити кількісні та якісні параметри фотосинтетичної активності кукурудзи. Мікробні препарати для обробітку насіння й посівів забезпечують збільшення площі листової поверхні на 40,0 %, чистої продуктивності фотосинтезу на 63,8 % [78, 79]. У разі оброблення стимуляторами росту відбувається зростання нагромадження хлорофілу на 12,0–24,0 % при одночасному зниженні на 9,0–17,50 % вмісту водорозчинних цукрів, що свідчить про функціональну активність листового апарату [62, 63].

Вченими Інституту агроєкології і природокористування НААН доведено, що досліджені нові біологічні стимулятори росту за ефективністю відповідали найкращим світовим аналогам, мають перевагу над їх технологічними значеннями. Згідно із санітарно-гігієнічною класифікацією стимулятори відносять до нетоксичних речовин, а за вартісними показниками вони значно дешевші. Так, застосування біостимулятора «Екостим» поліпшує схожість та енергію проростання насіння, фотосинтез рослин, стимулює утворення коренів, ріст та розвиток кукурудзи, підвищує імунітет до захворювань, збільшує вміст цукрів, вітамінів, білків, стимулює цвітіння тощо. Біостимулятори здатні збільшувати енергію проростання насіння та його польову схожість, сприяють прискоренню розвитку кореневої системи (вузол куціння розташований на 1,5–2,0 см глибше), листової поверхні, підвищують толерантність рослин до хвороби та стрес-факторів (низьких та високих температур, суховіїв, посух, фітотоксичності пестицидів). Обробіток насіння біологічним стимулятором росту «Екостим» виконували одночасно із

обробітком протруйниками. Обробіток зернових культур здійснювали у фазу 3–5 та 10–12 листків кукурудзи. «Екостим» сумісний з усіма гербіцидами, фунгіцидами та інсектицидами, що дає змогу використовувати його разом із іншими препаратами в баковій суміші, не порушуючи при цьому технологічного циклу, що не потребує додаткових витрат. «Екостим» пройшов виробничі випробування та зареєстрований у Міністерстві екології та природних ресурсів [79]. Подібні результати на біологічних стимуляторах росту рослин було отримано також іншими вченими, зокрема Мельником І. П., Пономаренко С. П., Григор'євою М. І., Музафаровим Н. М., Бортніком Т. П., Буряком О. І., Огурцовим Ю. Є. та іншими вченими [80–97].

Для покращання росту й розвитку рослин високопродуктивних гібридів у Західному Лісостепу, Північному Степу України разом із основним удобренням дуже важливе значення має застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту, які містять необхідні для рослини мікроелементи, фітогормони та активатори росту. Зокрема, за зовнішнього застосування на насінину або рослину вони включаються у обмін речовин та активізують фізіолого-біохімічні реакції, підвищують життєдіяльність рослин [98, 99]. На думку вчених Ретьман С. та Ткаленко С., використання біопрепаратів є основою стратегічної еколого-біологічної технологічної бази їх використання у посівах польових культур в умовах органічного землеробства [100, 101]. Одним з елементів технології, яка базується на використанні екологічних, безпечних препаратів підвищення врожайності польових культур та набуває все більшого значення, є біопрепарати й стимулятори росту. Вони є екологічно безпечними, стимулюють проростання насіння, поліпшують інтенсифікацію фізіологічних та біохімічних реакцій в органах кукурудзи, активізують їх ріст і розвиток, пришвидшують процеси цвітіння й досягання, не спричиняючи токсичної дії. Використання біопрепаратів дає можливість реалізувати генетичні особливості рослин, підвищити їх стійкість до стресових умов біотичної та абіотичної природи, збільшити врожайність і покращити якість зернової продукції. Основні природні стимулятори росту

містять речовини, які стимулюють розтягування клітинного вмісту й активують ферментні процеси, що відповідають за міцність клітинної стінки, викликають порушення упорядкованого поділу в зонах росту, стимулюють коренеутворення; діють на низку фізіологічних та біохімічних процесів, стимулюючи синтез білків, активізують процеси клітинного поділу, підвищують швидкість фотосинтезу, прискорюють транспортні процеси в мембранних структурах, регулюють надходження елементів живлення в рослину, виконують захисну функцію від несприятливих біотичних та абіотичних чинників, змінюють активність ДНКполімерази і процеси її біосинтезу; прискорюють ріст, що пов'язаний із стимуляцією клітинного поділу [102]. Стимулятори росту є важливим резервом підвищення урожайності та якості кукурудзи на зерно.

Як відомо, досить дієвим є спосіб забезпечення кукурудзи елементами живлення у формі позакореневого підживлення, головним чином у фазу інтенсивного росту та розвитку, коли поживні елементи засвоюються у великих кількостях, а коренева система не завжди здатна засвоїти їх у повному обсязі до потреби. У стресових 18 ситуаціях (посуха, низькі температури тощо) позакореневе підживлення є практично єдиним способом забезпечення рослин деякими елементами живлення, особливо життєво необхідними [103–105]. Вивчення впливу біопрепаратів, що мають також рістрегулюючі властивості, є перспективним і актуальним, особливо в умовах зміни кліматичних умов. Літературні джерела вказують на те, що використання біопрепаратів сприяє реалізації потенційних можливостей, зокрема і певних імунних реакцій, що підвищують продуктивність кукурудзи та сприяють реалізації генотипічних задатків гібридів кукурудзи.

Широкому використанню біопрепаратів у землеробстві приділяється значна увага в більшості економічно розвинених країн (Велика Британія, Німеччина, Франція, США, Швейцарія) [106, 107]. В Україні та за кордоном є розробки постіндустріального ведення сільського господарства з використанням біотехнологічних альтернатив для удобрення та біологічного

захисту рослин, точного землеробства, мінімізації деградації структури ґрунту. Використання біопрепаратів дозволяє зменшувати антропогенний вплив аграрного виробництва на довкілля із зниженням енергетичних та матеріальних витрат за підвищення показників якості отриманої продукції [108, 109].

Позакореневе підживлення через листя й стебла дає змогу оптимізувати норму й співвідношення між елементами живлення під час вегетації рослин. Брак або недоступність певних елементів живлення через погодні умови або відсутність їх у ґрунті призводить не тільки до недобору врожаю, а й до погіршення його якості. Під впливом біологічних препаратів розвивається розгалужена коренева система із симбіотичною або асоціативною мікрофлорою, що дає змогу рослині краще засвоювати елементи живлення, особливо сполуки фосфору та калію. Біологічні препарати мають властивість до кращої проникності у тканини рослин і «протягують» за собою хімічні інсектициди у важкодоступні місця, де ховаються шкідники [110].

Запорукою одержання високих урожаїв за найменших енерговитрат та високої екологічної безпеки є використання біопрепаратів. Більшість дослідників розглядають біопрепарати як додатковий напрямок підвищення ґрунтової родючості й урожайності польових культур, що дозволяє зменшити дозу використання мінеральних добрив до 25,0–55,0 % та заміняє 10,0–20,0 кг азоту. Використання мікробних біопрепаратів на основі азотофіксуючих бактерій за оптимальних агрофонів у формуванні урожайності польових культур є еквівалентним впливу 40,0–60,0 кг/га мінерального азоту. Застосування біопрепаратів на основі фосфат мобілізуючих бактерій у технологіях вирощування сільськогосподарських культур є еквівалентним впливу 30–40 кг/га діючої речовини фосфорних добрив [111, 112]. Одним з важливих біологічних процесів, що в умовах сучасного землеробства визначає стратегію мобілізації фосфору у ґрунті, є мікробна трансформація сполук, яка зумовлює забезпечення рослин доступними сполуками елементів живлення [113]. Для підвищення продуктивності польових культур і

родючості ґрунту поряд із органічними та мінеральними добривами важливу роль відіграють бактеріальні препарати. Вони мають відносно низьку вартість, високу окупність, простоту у застосуванні, безпечність для середовища, що і зумовлює їх широке використання [114]. Відомо багато способів застосування біопрепаратів: у ґрунт, обробіток насіння, у підживлення, з поливною водою тощо. Поширеним способом є обробіток посівного матеріалу. Бактерії, які потрапляють у ґрунт, розвиваються у зоні коренів, утворюють асоціації і виконують біологічну фіксацію азоту, переводять органічні сполуки фосфору в неорганічні, які потім засвоюються рослинами [115]. Останнім часом важливого значення набуває використання біопрепаратів для покращення фосфорного живлення рослин, зростає зацікавленість виробників препаратами для передпосівного обробітку насіння комплексами хелатних мікроелементів. За даними центру з апробації та впровадження нової техніки й технологій ТОВ «Західна Агровиробнича Компанія», визначено вплив мікробіологічних препаратів на урожайність зерна кукурудзи й виявлено значний її приріст за обробітку насіння препаратом «Байкал ЕМ-1-У» сумісно з «Гумісолом» та «Поліміксобактерином» (відповідно 8,4 та 11,2 ц/га). При цьому використання «Гумісолу» забезпечило збільшення врожайності тільки на 0,38 т/га, «Поліміксобактерину» – на 0,55 т/га порівняно з контролем (без обробітку насіння) [116]. Отже, біологічні препарати та стимулятори росту здатні забезпечувати краще засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту та мінеральних добрив, тому актуальне їх подальше дослідження.

Передпосівний обробіток насіння кукурудзи мікробним препаратом «Поліміксобактерин» та позакореневе підживлення мікробним добривом «Мікро-Мінераліс» та стимулятором росту «Стимпо» збільшувало висоту рослин гібрида кукурудзи Арія (середньоранній) в правобережному Лісостепу як за окремого застосування, так і в сумішах. У фазу молочної стиглості від використання зазначених вище препаратів рослини кукурудзи мали висоту від 208,0 до 218,0 см [117].

За даними Оничко В. І. [118] в 2016 році було визначено, що максимальну продуктивність зерна забезпечив ранньостиглий гібрид ДН Гарант – 8,760 т/га та середньоранній Яровець 243 МВ – 9,20 т/га при середньому терміні сівби (температура на глибині залягання насіння 8,0–10,0 °С). Урожайність зерна середньостиглого гібрида Новий при ранньому терміні сівби (температура на глибині залягання насіння 6,0 – 8,0 °С) була максимальною і становила 10,3 т/га, що на 0,51– 0,62 т/га більше порівняно з іншими строками сівби [118]. У 2016 році Влащук А. М. встановив, що в умовах зрошення півдня України для досліджуваних гібридів оптимальним є другий строк сівби – це третя декада квітня. Що стосується густоти стояння, за всіх строків сівби для ранньостиглого гібрида Тендра та середньораннього гібрида Скадовський оптимальною була густина 90,0 тис. шт/га, для середньостиглого гібрида Каховський – 70,0 тис. шт/га. Урожайність зерна кукурудзи за різних строків сівби та густот стояння за умов зрошення в межах скоростиглості гібридів варіювала від 9,70 т/га до 13,50 т/га. Максимальну врожайність в умовах зрошення 14,2 т/га в 2015 році сформував середньостиглий гібрид Каховський за сівби у другу декаду квітня й густоти стояння 70,0 тис. шт/га [119]. Підбір гібридів кукурудзи для певних ґрунтово-кліматичних зон є найважливішим етапом у розробці технології вирощування. Тому, якщо враховувати адаптивність гібрида, можна отримувати високі й сталі врожаї не залежно від груп стиглості.

Вченими експериментально підтверджено припущення про те, що обробіток рослин ретардантами підвищує продуктивність зернових культур і запобігає вилягання посівів. Ретарданти сприяють зростанню вмісту хлорофілу, каротиноїдів і мікроелементів. Ретарданти здатні продовжувати фази формування листків і підвищувати їх діяльність. У результаті цього зростає продуктивність фотосинтезу, знижується вилягання, зростає якість зерна за рахунок зміни фізіологічного стану рослинного організму [120–124].



Дослідження ІЗ НААН на чорноземах [125, 126] довели високу ефективність «Вуксалу» (комплексне рідке мікродобриво на кукурудзі). Максимальний врожай кукурудзи 8,80 т/га забезпечував варіант комбінованого обробітку «Вуксал» + «Борон» 2,50 л/га (4,0–6,0 листків) та «Вуксал» + «Макромікс» 4,0 л/га (8,0–10,0 листків). Тут прибавка врожаю зерна кукурудзи порівняно з контролем (7,70 т/га) становила 1,10 т, або 14,30 %.

Експерименти дослідників ІСГСЗ НААН, виконані в умовах Північного Степу України на чорноземах звичайних малогумусних середньосуглинкових, показують, що використання мікродобрива «Реаком» для обробітку насіння давало можливість зменшити ураженість насіння і проростків кукурудзи на 56,0–71,0 %, збільшувало проростання насіння із 93,0 % до 97,0 %. Обробіток кукурудзи у фазу 3 – 4 листків і у фазу викидання волотей збільшувало збір урожаю на 0,9–1,0 т/га [127, 128]. Багаторічні дослідження науковців ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН, виконані на чорноземах типових потужних середньогумусних суходолу Північного Степу України, доводять високу ефективність використання мікродобрив «Наномікс – кукурудза». Максимальну урожайність – 5,9 т/га отримано від комплексного використання препарату, коли на гібриді Харківський МСТ з обробітком насіння «Наномікс – кукурудза» (3,0 л/т) здійснювали дворазове позакореневе підживлення (2 + 2 л/га) у фазі сходів та 6,0–8,0 листків на тлі азотного живлення карбамідом N<sub>10</sub>. Урожайність контрольної ділянки без препарату та добрив становила 4,7 т/га. Прибавка урожаю зерна – 1,2 т/га, або 25,0 % [129]. Регулятори росту рослин – це препарати для підвищення врожайності та покращення якості зерна при вирощуванні кукурудзи за інтенсивними технологіями. Вони використовуються для обробітку насіння перед посівом і для внесення в ґрунт під час вегетації культури. Обробіток насіння регуляторами росту поєднують із застосуванням протруйників та мікроелементів. Дія регуляторів росту під час передпосівного обробітку насіння та обприскування посівів практично ідентична. Доведено, що

регулятори росту сприяють росту і розвитку рослин та підвищують стійкість до високих температур і посухи [130, 131].

За оцінками вчених, виробництво сільськогосподарської продукції в нашій країні має збільшитися щонайменше на 25–30 % у найближчі кілька років, щоб забезпечити достатню кількість продуктів харчування для населення та стабілізувати ринкові ціни. І це при тому, що кількість органічних добрив, які вносяться в ґрунт, зменшується. Тому на допомогу мають прийти наукомісткі технології з використанням українських регуляторів росту рослин та мікробіологічних препаратів [132]. У світі досліджено понад 45 000 природних і синтетичних регуляторів росту. Проте вони не замінюють мінеральні добрива, а є додатковим резервом підвищення продуктивності за рахунок використання внутрішнього накопичення рослинами N 120P 90K 90. За впливом на продуктивність кукурудзи на фоні N 120P 90K 90 найбільш ефективним виявилось застосування нових видів регуляторів росту та органо-мінеральних добрив. N 120P 90K 90. В умовах Лісостепу досліджували гібрид Десна СВ [133]. Ефективність впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій у аграрному секторі значною мірою залежить від таких важливих факторів, як регулятори росту рослин. Їх застосування дозволяє зменшити використання хімічних речовин, особливо засобів захисту рослин, підвищити ефективність багатьох технічних операцій, посилити стійкість рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища та збудників хвороб, а також покращити кількісні та якісні характеристики продукції [134].

Регулятори росту рослин – це збалансовані комплекси біологічно активних речовин, які активізують ключові процеси життєдіяльності рослин. Їхня дія сприяє росту зеленої маси та кореневої системи, більш активному використанню поживних речовин ґрунту та добрив, підвищенню захисних властивостей рослин (стійкість до хвороб, високих температур, низьких температур та посухи). У результаті, за низьких витрат і без зміни технологічних процесів, регулятори росту підвищують врожайність

сільськогосподарських культур на 15–20 % і значно покращують якість вирощеної продукції [134–136].

Ключовою особливістю всіх організмів є те, що вони є відкритими системами, які обмінюються енергією, речовиною та інформацією з навколишнім середовищем. Гормональні регуляторні системи визначають характер найважливіших фізіологічних процесів у рослинах. Регуляція цих процесів гормонами та їхніми синтетичними аналогами дуже специфічна й не може бути компенсована звичайними технологічними факторами впливу на рослини, такими як штучна вода і мінеральні добрива. Аналітичні дані свідчать про те, що впровадження вітчизняних регуляторів росту рослин є однією з найефективніших і найменш затратних розробок вітчизняної аграрної науки за останні роки. За результатами науково-виробничих випробувань, витрати на їх придбання та впровадження є економічно доцільними, адже повертаються у вигляді прибавки врожаю [137]. Стимуляція фізіологічних процесів під впливом регуляторів росту рослин зазвичай проявляється шляхом збалансування гормонального стану організму за відсутності в ньому відповідних рослинних гормонів. Фізіологічний ефект від застосування стимуляторів полягає у поліпшенні важливих процесів – кращому засвоєнні поживних речовин та посиленні фотосинтезу, що сприяє підвищенню врожайності та дозволяє рослинам повністю розкрити свій потенціал [138, 139]. Використання регуляторів росту є одним з 25 нових і перспективних напрямків у сільському господарстві. Особливо важливим є застосування регуляторів росту для самозапилених ліній кукурудзи, які через свої морфологічні та біологічні особливості характеризуються низькою енергією проростання, слабким початковим ростом і сприйнятливістю до пошкодження шкідниками та інфікування рослин [140–142].

Впровадження вітчизняних регуляторів росту в нашій країні є давно назрілим завданням і пріоритетним серед інших перспективних недорогих засобів у сільськогосподарському виробництві. Найкращі вітчизняні

регулятори значно кращі за іноземні біостимулятори та інші дешеві розробки, оскільки вони доступні за ціною та високоефективні [143, 144]. Застосування регуляторів росту рослин дозволяє зменшити норми використання пестицидів на 20–25 % без зниження їх захисної дії. Регулятори росту рослин позитивно впливають на навколишнє середовище та якість рослинної продукції: а) значно зменшується використання пестицидів; б) знижується фітотоксична дія фунгіцидів; в) покращуються фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунтів [145, 146]. Вплив біостимуляторів на продуктивність сільськогосподарських культур полягає в тому, що вони полегшують передачу генетичної інформації, сприяють поділу клітин, підвищують життєздатність рослинних клітин, збільшують проникність міжклітинних мембран, прискорюють внутрішньоклітинні біохімічні процеси, посилюють живлення, дихання та фотосинтез, збільшують використання добрив на 20–30% [146]. Важливо те, що ці засоби підвищують стійкість культур до несприятливих погодних умов та шкідників.

Регулятори росту рослин мають велике значення в сучасних технологіях обробітку ґрунту no-till та mini-till, де важливо сприяти розвитку рослин і кореневої системи та пом'якшувати наслідки пестицидного стресу [147]. Для виробництва практичний інтерес становить встановлення закономірностей формування оптимальної густоти стояння рослин простих гібридів кукурудзи різного рівня стиглості та відмінностей між ними і 3–4 лінійними гібридами, які досі вирощуються в господарствах України. Дослідження виконували в 2008–2010 рр. на дослідних ділянках Луганського державного аграрного університету. Вони показали, що максимальна врожайність зерна сорту Квітневий 187 МС при вологості 14% становила 4,65–4,73 т/га за густоти 50–55 тис./га, сорту Збруч МВ – 4,95 т/га за густоти 45 тис./га, а гібрида Сов 329 СВ – 4,88–4,90 т/га за густоти 35–40 тис./га). Отримані дані врожайності свідчать про високу екстракційну ефективність біогумусу та хелатного мікродобрива «Реаком». Застосування цих стимуляторів росту на стадії 6–8 листків кукурудзи виявилось більш

ефективним, ніж обробіток насіння. Врожайність зерна в контрольних варіантах становила 4,67 т/га, 5,13 т/га за використання «Реакома» і 5,21 т/га з екстрактами вермикомпосту. Найвищу врожайність було отримано при використанні біопрепарату лізоагріну (200 мл на гектар посівного матеріалу) – 5,27 т/га (сорт Збруч МВ). Цей сорт був найкращим за габітусом, діаметром стебла та кількістю колосків [148].

На базі Вінницької державної дослідної сільськогосподарської станції було виконано дослідно-виробничі демонстрації з вивчення впливу мікродобрив на врожайність та використання потенціалу насіння кукурудзи. Результати показали, що позакореневе внесення «Басфоліара 6–12–6» та «Солюбора ДФ» значно підвищило врожайність (11–20 ц/га). Перше позакореневе підживлення проводиться у нормі 3–5 л/га на стадії 3–5 листків. На цьому етапі первинна коренева система недостатньо розвинена й не може повністю задовольнити фізіологічні потреби кукурудзи. У цей час формуються перші вузлові корені, які складають основу кореневої системи [149]. Друге підживлення кукурудзи виконують у нормі 3–5 л/га у фазі 6–8 листків, коли первинна коренева система відмирає і кукурудза переходить на споживання поживних речовин через вторинну кореневу систему. У цю фазу відбувається активний ріст листя кукурудзи, формування репродуктивних органів та інтенсивне споживання азоту (N), фосфору (P), калію (K), магнію (Mg) і цинку (Zn) [149].

Польові спостереження, здійснені під час невеликих польових дослідів у центральній частині Лісостепу протягом 2009–2011 рр., свідчать про те, що, плануючи густоту посівів, необхідно враховувати зональні особливості, насамперед ресурси вологи, технічні умови та біологічні особливості гібридів кукурудзи. У разі використання сучасних інтенсивних посухостійких гібридів, особливо іноземних сортів, густина посівів у північній зоні має зрости в середньому на 15 000/га від раніше рекомендованої і досягти таких орієнтовних параметрів: ранньостиглий гібрид – 70–75 000/га, середньоранній гібрид – 60–70. У лісостепу за умов достатнього

забезпечення вологи, оптимальними параметрами густоти посіву для гібридів кукурудзи є: 80–90 000/га – ранньостиглі, 70–80 000/га – середньоранні, 60–75 000/га – середньостиглі [150].

Поєднання регуляторів росту рослин та мікродобрив є невід'ємною складовою інтенсивних технологій вирощування кукурудзи, що дозволяє збільшити валові збори зерна, підвищити рентабельність та поліпшити економічний стан сільськогосподарського виробництва [151].

Багаторічні агроекологічні дослідження довели доцільність і безпечність широкого застосування нових добрив і регуляторів росту рослин при вирощуванні пшениці, кукурудзи, сої та інших культур: вони не забруднюють навколишнє середовище, а отримана продукція є безпечною для споживання і здоров'я людей і тварин [152–156].

«Гумісол», ОМД «Віталіст», «Оазис», «Добродій», РРР «Ендофіт», «Екостим», «Неофіт», «Вегестим», «Ноостим», «Агростим», мікробне добриво «Азотовіт», «Ембіонік», нові добрива (мікродобрива, сумісне застосування стимуляторів росту, таких як амофос–34) підвищують врожайність та покращують якість врожаю без зниження родючості ґрунту. Вміст рухомого азоту, фосфору й калію в ґрунті не зменшується зі збільшенням врожайності, а може навіть дещо зростати. Екологічна та економічна доцільність використання нових добрив та ЗЗР доведена на практиці. Позакореневе внесення гумінових кислот під яру пшеницю підвищує врожайність зерна на 18–27,1 %, а зеленої маси кукурудзи та зерна – на 52,0–59,8 %. Передпосівний обробіток насіння підвищила врожайність пшениці на 14,4 % та зеленої маси кукурудзи на 8,9 т/га. Позакореневе підживлення після обробітку насіння збільшило врожайність зерна на 18,6–26,7 %; застосування ОМД («Віталіст», «Оазис», «Добродій») значно підвищило врожайність культур, збільшивши врожайність зерна пшениці на 0,4–0,6 т/га, вміст білка на 0,92–1,43 % та клейковини на 1,3–2 %. Урожайність зерна кукурудзи збільшилася на 0,92–2,39 т/га, а білка – на 0,97–1,20 %; а врожайність насіння сої – на 0,28–0,86 т/га, білка – на 0,45–

1,91 % і жиру – на 1,04–1,80 % [157–159]. Регулятори росту рослин мають лише опосередкований вплив на врожайність кукурудзи.

Аналіз досліджень, виконаних Інститутом водних проблем і меліорації за останнє десятиліття, показав, що лише 70 % протестованих регуляторів росту були здатні ефективно підвищувати врожайність культури, тоді як решта 30 % не перевищували приріст врожайності помилки експерименту.

Регулятори росту на основі біогумусу, що містять гумінові та фульвокислоти, макро- та мікроелементи, широко застосовуються і позитивно впливають на процеси росту сільськогосподарських культур. Проте вміст мікроелементів у регуляторах росту на основі біогумусу не такий вже й великий – від 0,0005 до 0,0563 %, але такий низький вміст можна компенсувати уведенням хелатних мікроелементів до складу препаратів на основі вермикомпосту [160–161].

У розробці регуляторів росту рослин зараз беруть участь вчені багатьох країн, зокрема Зіркібаєв О. Т., Селіков Г. Б. і Курманкулов К. Н. з Казахського національного університету імені аль-Фарабі, які зробили значний внесок у розробку гумату калію–натрію з хелатними мікроелементами як регулятором росту рослин. Вони брали активну участь у розробці та створенні комплексного біостимулятора «Ельдрост», в основу якого покладено комплексний біостимулятор. Цей продукт отримують у процесі вилучення гумінової кислоти з бурого вугілля та її багатоступеневої обробітку, а далі збагачують 67 мікроелементами у вигляді комплексу з гідроксиетилендифосфорною кислотою (HEDP), використовуючи спеціальну технологію, яка хелатує мікроелементи у форму органічних сполук, тобто у форму, що легко засвоюється рослиною [162].

Застосування регулятора росту «Ельдрост» у концентрації 0,0001 % для позакореневої обробітки вегетуючих рослин сприяє росту й розвитку надземної біомаси та кореневої системи, активізує обмінні процеси та оптимізує умови мікроелементного живлення рослин. У результаті підвищується інтенсивність фотосинтезу та прискорюється споживання

поживних речовин рослиною, що приводить до збільшення врожайності основної продукції. Таким чином, препарат не тільки підвищує врожайність сільськогосподарських культур, а й покращує їхню якість [162].

Серед багатьох агротехнічних прийомів, які впливають на ріст, розвиток і продуктивність гібридів кукурудзи, дуже важливим є внесення добрив [163–165]. Адекватне забезпечення поживними речовинами необхідне для отримання високих врожаїв. Це пов'язано, головним чином, з відносно коротким періодом інтенсивного росту рослин, під час якого формується велика кількість рослинних органів і поглинаються поживні речовини [166–168].

При вирощуванні кукурудзи на зерно найважливішим фактором живлення є не кількість поживних речовин, внесених з добривами, а їхнє співвідношення. Збалансоване живлення допомагає уникнути затягування другої половини вегетації й зібрати врожай в оптимальні строки. Максимальне споживання азоту кукурудзою починається в період викидання волоті й триває до молочно-воскової стиглості. Нестача азоту в ґрунті затримує розвиток рослин і знижує інтенсивність фотосинтезу та білкового обміну [169, 170]. У сукупності вищевикладений матеріал показує, що регулятори росту можуть допомогти розкрити генетичний потенціал різних гібридів кукурудзи, підвищити імунітет рослин, зменшити використання пестицидів, сприяти розвитку кореневої системи, покращити фотосинтез і, зрештою, підвищити врожайність кукурудзи.

## Висновки до розділу 1

У цьому розділі проаналізовано наукові дослідження та передовий досвід вітчизняних і зарубіжних авторів щодо застосування різних агротехнічних заходів під час вирощування кукурудзи та визначено питання, які потребують подальшої уваги та дослідження.

Останніми роками використання регуляторів росту рослин для



формування сталого високого врожаю набуло значних переваг у технології вирощування кукурудзи. Встановлено, що ефективність їх застосування пов'язана з активізацією біологічних процесів у рослині та підвищенням проникності міжклітинних мембран, що сприяє повному розкриттю біологічного потенціалу врожайності кукурудзи; підвищенням імунітету рослин; прискореним розвитком кореневої системи; поліпшенням фотосинтезу; підвищенням енергії проростання та схожості насіння, прискореним дозріванням врожаю; зменшенням використання пестицидів, що призводить до зниження пестицидного навантаження на навколишнє середовище.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень щодо агротехнічних засобів вирощування кукурудзи в північній степовій зоні України, зокрема присвячених застосуванню регуляторів росту рослин у розрізі сучасних гібридів різних груп стиглості, виявлено локальні проблеми, які ще не отримали належного висвітлення.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Кліматичні та ґрунтові умови

Рослини кукурудзи постійно перебувають під впливом погоднокліматичних умов зони вирощування культури, взаємодія її генотипу із навколишнім середовищем значною мірою визначає її продуктивність. Погодно-кліматичні умови коригують незамінні фактори рослин, зокрема вологу, температуру, освітленість, стан ґрунту тощо.

Середньо багаторічні кліматичні умови північної підзони степової території коливаються в широких межах: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Селяниновим за травень–вересень змінюється від 0,89 до 0,68; річна кількість опадів – від 400 до 520 мм, зокрема за холодний період листопад–березень – 120–210 мм, за травень–вересень – 200–265 мм; середня температура січня – від  $-7,9$  до  $-0,7$  °С, липня – від  $20,8$  до  $23,7$  °С; сума середніх добових температур вище  $10$  °С за теплий період становить  $2750$ – $2950$  °С, зокрема за травень–вересень –  $2750$ – $3050$  °С; тривалість періодів із середньодобовою температурою повітря понад  $0$  °С –  $250$ – $300$ ,  $5$  °С –  $210$ – $245$ ,  $10$  °С –  $160$ – $195$ ,  $15$  °С –  $120$ – $145$ , безморозного –  $160$ – $220$  днів (табл. 2.1) [171–173].

Клімат території, де виконували дослідження, помірно континентальний із значним коливанням погодних умов за роками. Середньорічна температура повітря  $9,6$  °С тепла, з відхиленням в окремі роки від  $8,4$  до  $10,8$  °С. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить  $509$  мм, варіюючи від  $420,7$  до  $832,7$  мм. Основна їх частина (68 % річної суми) випадає протягом теплого періоду (квітень–жовтень) і значною мірою витрачається на випаровування, а також на стік внаслідок

переваги зливого характеру дощів в умовах хвилястого рельєфу місцевості.

Таблиця 2.1

## Кліматичні параметри Північного Степу України

Період				t °C січня	Опади за рік, мм	Інтенсивність накопичення гумусу	
V–IX		XI–III				коефіцієнт профільного накопичення гумусу	коефіцієнт відносної акумуляції гумусу
сума t > 10 °C	ГТК	опади, мм	опади, мм				
Зона північного Степу чорноземів звичайних							
2750–2950	0,68–0,89	200– 265	120–210	–7,9– – 0,7	400– 520	0,055–0,065	0,68–0,97
Підзона степова північна недостатньо зволожена чорноземів звичайних глибоких помірно добре гумусоакумулятивних (ПСП–1)							
2750–2800	0,83–0,89	230– 265	120–210	–7,9– – 3,3	440– 520	0,055–0,065	0,90–0,97
Підзона степова північно–центральна помірно засушлива чорноземів звичайних середньогумусоакумулятивних (ПСПЦ–2)							
2800–2900	0,76–0,82	215– 240	120–210	–7,9– – 2,0	400– 500	0,055–0,065	0,80–0,89
Підзона степова південно–центральна засушлива чорноземів звичайних помірно слабогумусоакумулятивних (ПСПДЦ–3)							
2900–2950	0,68–0,75	200– 225	120–210	–5,5– – 0,7	400– 460	0,055–0,065	0,68–0,79

Домінуючі південно-східні вітри у весняно-літній період приносять переважно сухе повітря, яке часто призводить до сильних посух. Максимальна кількість днів із суховіями припадає на травень та липень. Сильний вітер швидкістю 10–20 м/с спостерігається протягом 15 – 20 днів на рік, при цьому іноді навіть виникають пилові бурі, що суттєво знижують урожай польових культур. Під час посух урожайність культур зменшується на 10 – 50 % і більше. Ймовірність середньої та сильної посухи в цілому у Степу становить близько 3 – 4 разів на 10 років. В останні 20 років кількість посушливих років зросла на 25 %, а це необхідно враховувати під час розробки сучасних елементів технології вирощування кукурудзи [174].

У літній період проявляється малохмарна, жарка погода із високим температурним режимом повітря, максимальна температура досягає 35 – 42 °С. Відносна вологість повітря тримається на рівні 40 – 50 %, інколи знижуючись до 15 – 25 %. В осінній період зниження температури відбувається повільніше, аніж наростання навесні. Атмосферні опади мають нестабільний характер, а їх відсутність у цей період часто призводить до затримання та зрідження сходів, особливо озимих культур, і слабого розвитку їх з осені. Ймовірність проливних дощів зростає в червні – серпні.

Сума активних річних температур вище 10,0 °С в районі діяльності дослідного господарства становить 2900,0–3000,0 °С, тривалість безморозного періоду – 165–170 днів, що є достатнім для вегетації всіх польових культур.

Стійкий сніговий покрив безперервної тривалості більше одного місяця спостерігається порівняно рідко через часті відлиги. Не виключається і утворення льодяної кірки, яка зумовлює значне зрідження озимих і підвищений стік дощової і талої води.

Різке коливання додатних і мінусових температур в окремі зими, за відсутності снігового покриву, призводить тут до вимерзання вологи, розпорошення поверхні ґрунту, що за панівних східних вітрів часто сприяє сильному прояву вітрової ерозії. Пилові бурі різної інтенсивності тут бувають 1–2 рази на десять років, а локальна дефляція проявляється практично щорічно.

Останнім часом у світі й в Україні відбуваються швидкі та добре помітні агрометеорологічні зміни клімату в бік потепління, що стрімко відбивається на вирощуванні культур, особливо на зимівлі озимих. Згідно з даними Т. І. Адаменко [175], період із температурою менше 0° С знизився на 20 днів. Незважаючи на деяке зростання величини опадів, снігове покриття стало нестійким, а коливання температурного режиму від аномально високих і до аномально низьких температур спричиняє абіотичний стрес рослин. М'яка зима, особливо на півночі Степової зони, спричиняє активізацію шкідників і хвороб польових культур. Навесні проявляється сповільнене наростання тепла в першій половині періоду й стрімке у другій, що значно подовжує літній період.

Характерною особливістю літа є зростання температури повітря на 0,2 – 0,3 °С відносно норми. Кожного року спостерігаються посухи та зростає їхня інтенсивність та екстремальність погодних умов [176–178].

Одержання високого урожаю кукурудзи в Північному Степу України значною мірою залежить від накопичення й правильного використання ґрунтової вологи. Головним джерелом її поповнення є атмосферні опади, які за часом випадання й кількістю випадають нерівномірно, навіть у межах невеликих територій (поле, господарство, район) [174].

Панівними ґрунтоутворними породами в Степу є леси, які за механічним складом належать до важкосуглинкових, місцями середньосуглинкових, а на терасах долин легкосуглинкових материнських порід. Ґрунтовий покрив у північній частині представлений чорноземами, а в південній – каштановими ґрунтами біля Сиваша, Чорного й Азовського морів. Найбільшу площу Степової зони займають чорноземи звичайні – 10,4 млн га, які сформувалися під різнотравно-типчакково-ковильною рослинністю в підзоні Північного Степу.

У міру посилення посушливого клімату потужність гумусового горизонту в цих ґрунтах поступово зменшується, у зв'язку з чим чорноземи звичайні діляться на потужні (85–110 см), середньопотужні (65–85 см) і малопотужні (45–65 см); за кількістю гумусу на середньогумусні й малогумусні [176, 179–181].

Науково-освітній центр практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету (дослідне поле на базі ДДАЕУ), на базі якого виконувалась експериментальна частина роботи, розташований у південно-східній частині Придніпровської височини (130 м над рівнем моря). За прийнятим агрокліматичним розподілом ця територія належить до Північної підзони Степу України з недостатнім і нестійким зволоженням.

Ґрунти дослідного поля представлені здебільшого чорноземами звичайними малогумусними середньосуглинковими. Потужність гумусового горизонту 38,0–43,0 см. Уміст гумусу в одному шарі 0–30см – 3,6%, у

шарі 20–40 см – 3,31%. Поглинені основи представлені в основному кальцієм 20,4 мг/екв і магнієм 7,8 мг/екв на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості ґрунту основами становить 94,18 %. Завдяки цьому реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,6–6,8).

Валовий вміст поживних речовин в одному шарі ґрунту перебуває в межах: загального азоту 0,15–0,19, фосфору 0,11–0,14, калію 2,0–2,4%, рухомих форм фосфору (в оцтовій витяжці за Чиріковим) 9–10, обмінного калію (за Масловою) 14–15 мг на 100 г ґрунту.

Звичайні чорноземи відрізняються родючістю, але для одержання на них високих врожаїв потрібно застосовувати агротехнічні заходи, спрямовані на використання обмежених ресурсів вологи.

Морфологічний опис профілю ґрунту такий:

Н 0–34 см. Темно-сірий, сухий, грудкувато-зернистий, орний шар (0–30 см) збагачений брилистими пилюватими структурними частками. Перехід до наступного шару поступовий

Нрк 34–68 см. Сірий, з буруватим відтінком, важко суглинковий, грудочкувато-зернистий. З глибини 58 см спостерігаються карбонати у вигляді цвілі. Перехід поступовий.

Phk 68–92 см. Темно-бурий, важко суглинковий, грудкувато-брилистий. Карбонати мають вигляд білозірки. Перехід до материнської породи поступовий.

Рк 152 см і більше. Лес важко суглинистий. Виділяються карбонати у вигляді білозірки.

Кліматичні умови в районі виконання досліджень дозволяють вирощувати всі основні польові культури. Інтенсивне сніготанення, зливовий характер літніх опадів, сильні вітри зумовлюють ерозію ґрунтів. У літній період сільськогосподарські культури відчують нестачу вологи, що посилюється під час суховіїв.

Взагалі родючість ґрунту, його агрофізичні властивості та кліматичні умови є цілком задовільними для вирощування кукурудзи та отримання високих врожаїв зерна високої якості.

## 2.2. Особливості метеорологічних умов в роки досліджень

Характерною особливістю клімату Степу є його посушливість. Рослини часто страждають від нестачі вологи. У Степу майже щорічно бувають бездошові періоди із середньою тривалістю 20–25 днів та один раз на два роки до 35 дні, з яких відповідно 10–15 і 25 днів є посушливими, а всього це становить від 55 до 69 посушливих днів на рік.

**Протягом агрометеорологічного сезону 2020 року** переважав підвищений (на 3° С вище за норму) або близький до норми температурний режим, лише в останніх двох декадах травня він був нижчий за норму на 2 °С (табл. 2.2).

Аномально теплим був березень: середня температура повітря за березень виявилась на 6,5 °С вищою за середню багаторічну й становила 7,5 °С тепла. Середньодобові температури повітря здебільшого на 5 °С перевищували норму й перебували в межах 3–15 °С тепла.

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через +5 °С до підвищення, що в агрометеорології означає початок вегетаційного періоду, відбувся 2–3 березня, майже на чотири тижні раніше середніх багаторічних строків, а через +10 °С – переважно в середині останньої декади квітня, це означає початок вегетації теплолюбних культур (кукурудза). За кліматичними даними це звичайно відбувається в період 14–16 квітня.

Максимальна температура повітря навесні за вегетацію 2020 року становила 27 °С тепла та була зареєстрована в першій половині травня.

Мінімальна температура повітря мінус 5–9 °С відмічалась в першій декаді квітня. Поверхня ґрунту охолоджувалась до 5–11 °С морозу.

Таблиця 2.2

Метеорологічні умови вегетаційного періоду кукурудзи в 2020–2022 рр. (дані ДМЦ з гідрометеорології)

Місяць	Декада	Температура повітря, °С				Сума опадів, мм			
		2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середня багаторічна	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середня багаторічна
Квітень	1	7,7	6,4	10,5	7,7	0,3	8,0	5,8	15
	2	8,7	8,9	7,5	9,0	8,4	28,5	47,2	15
	3	10,5	8,7	12,2	11,6	2,8	17,0	7,4	13
Травень	1	14,6	13,2	13,1	14,2	14,8	11,3	–	13
	2	13,7	16,0	15,3	16,6	10,6	8,8	17,6	17
	3	13,3	18,2	17,1	17,3	52,7	6,9	1,5	16
Червень	1	19,1	15,0	22,3	19,4	17,6	122,2	16,1	15
	2	22,6	19,9	22,5	21,1	26,6	67,4	6,1	19
	3	23,4	23,7	21,9	21,2	4,3	12,7	7,4	18
Липень	1	25,4	22,5	22,3	22,0	–	18,9	10,1	17
	2	21,7	25,5	23,4	22,7	–	8,7	8,2	17
	3	23,4	22,8	23,5	23,4	13	41,8	5,8	18
Серпень	1	23,1	24,1	24,2	23,3	0,1	21,0	10,3	14
	2	21,3	22,4	23,1	22,4	0,9	29,0	15,0	14
	3	21,8	22,0	24,1	20,5	10,3	1,4	2,3	15
Вересень	1	23,1	14,3	18,0	19,0	0,4	4,8	5,8	18
	2	17,6	17,3	17,2	17,6	–	14,6	15,0	16,3
	3	17,6	10,0	17,0	17,6	63,4	4,1	13,0	14,1



Останні весняні заморозки в повітрі відмічалися в третій декаді квітня (0–2 °С морозу), на поверхні ґрунту та на висоті 2 см від поверхні ґрунту заморозки спостерігалися на початку третьої декади травня інтенсивністю 0–2 °С морозу.

Середня температура повітря за сезон виявилася на 1,1 °С вищою за середню багаторічну й становила 11°С тепла.

Сума опадів за сезон – 165 мм (140 % норми). Дуже вологою виявилася третя декада травня – випало 40 мм опадів, або 211 % декадної норми. Аномально сухою була перша декада квітня, коли опади були відсутні.

Протягом літа стійко тримався підвищений (на 3 °С вищий за норму) температурний режим. Лише в другій декаді липня та серпня він був близький до багаторічного. Аномально теплими (на 5 °С вищими за норму) виявилися друга декада червня, перша декада липня, перша та третя декади вересня, перша та друга декади жовтня.

Максимум температури повітря за весь літній період спостерігався в першій і другій декаді липня (37–39 °С тепла). Поверхня ґрунту нагрівалася до 61–70 °С тепла.

Мінімальна температура повітря за сезон спостерігалась в другій декаді жовтня – до мінус 1 °С. Поверхня ґрунту в цей час охолоджувалася здебільшого до 1–2 °С морозу.

Середня температура повітря за літній сезон виявилась на 2,7 °С вищою за середню багаторічну й становила 20,4 °С тепла.

Найбільш вологою виявилася друга декада червня, кількість опадів за даними метеостанцій становила 29 мм або 115 % декадної норми.

У цілому аномально суха погода спостерігалася в періоди з 23 червня по 25 липня та з 1 по 20 серпня, коли опади практично були відсутні. Найбільш сухою виявилась друга половина серпня: кількість опадів у середньому по області дорівнювала 0,4 мм, або 2 % норми. Загалом за літній період сума опадів становила 90–160 мм (45–75% норми).

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за період із середньодобовими температурами повітря вище ніж плюс 10 °С становив по області переважно 0,8. За періоди із жорсткими засушливими умовами з 23 червня по 31 серпня ГТК на переважній частині по області не перевищував 0,3.

Стійкий перехід середньої добової температури повітря через +10 °С в бік зниження, що визначає кінець вегетаційного періоду кукурудзи, відмічено 30 жовтня, майже на три тижні пізніше кліматичних строків. Стійкий перехід середньої добової температури повітря через + 5 °С до зниження, що в агрометеорології визначає кінець вегетаційного періоду, відбувся 11 листопада, на тиждень пізніше звичайних строків.

**Агрометеорологічний сезон 2021 року.** Весна розпочалася в останніх числах лютого, дещо раніше звичайного, і видалась прохолодною та вологою.

Протягом сезону переважав знижений (на 2 °С нижчий за норму) або близький до норми температурний режим. Лише в перших двох декадах березня він був вищий за норму на 2 °С (див. табл. 2.2).

Максимальна температура повітря відмічалася в найтепліші дні в першій декаді травня й досягала по області 25 °С тепла. Поверхня ґрунту в цей час нагрівалась до 34 °С тепла.

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через +5 °С до підвищення, що в агрометеорології означає початок вегетаційного періоду, відмічено 27 березня, у строки, близькі до середніх багаторічних строків, а через +10 °С – в останніх числах квітня, це означає початок вегетації теплолюбивих культур. За кліматичними даними це звичайно відбувається в період 15 квітня.

Мінімальна температура повітря за сезон в другій декаді березня знижувалася здебільшого до 10 °С морозу.

Останні весняні заморозки в повітрі відмічалися наприкінці першої декади травня інтенсивністю: у повітрі 0–1 °С морозу, на поверхні ґрунту та на висоті 2 см від поверхні ґрунту 2 °С морозу.

Середня температура повітря за сезон виявилася близькою до середньої

багаторічної й становила 6 °С тепла.

Навесні переважали опади у вигляді дощу. Сума опадів за сезон становила 115 мм (120 % норми). Дуже вологою виявилась друга декада квітня – випало 25 мм опадів, або 192 % декадної норми. Найбільш сухою була перша декада березня: кількість опадів у середньому по області становила 8 мм, або 78 % декадної норми.

Весна закінчилася в середині травня, у строки, близькі до кліматичних, і тривала 77 днів (за звичайної тривалості 75 днів).

Метеорологічне літо настало 14 травня, зі стійким переходом середньодобової температури повітря через +15 °С. За кліматичними даними це відбувається 15 травня. Літо видалось незвичайно вологим.

Протягом літнього сезону стійко переважав підвищений (на 2 °С вищий за норму) та близький до норми температурний режим. Лише в першій декаді червня та першій декаді вересня він був на 2 °С нижчий від середнього багаторічного.

Аномально теплими (на 3 °С вищими за норму) виявились третя декада червня та друга декада липня. Максимум температури повітря за весь літній період спостерігався в другій декаді липня (35 °С тепла). Поверхня ґрунту нагрівалась до 65 °С тепла.

Мінімальна температура за сезон у повітрі та на поверхні ґрунту вночі спостерігалась в першій декаді вересня – до 2 °С тепла, на висоті 2 см від поверхні ґрунту спостерігалися заморозки інтенсивністю 0 мінус 3 °С.

Середня температура повітря за літній сезон виявилася близькою до середньої багаторічної й становила 21,5 °С тепла.

Загалом за літній сезон сума опадів становила 420 мм (190 % норми).

Стійкий перехід середньої температури повітря через +15 °С до зниження, що в метеорології визначає початок осені, відбувся у звичайні строки – 20 вересня. Літо продовжувалося 129 днів, зазвичай воно триває 126 днів.

Стійкий перехід середньої добової температури повітря через +10 °С в бік зниження, що визначає кінець вегетаційного періоду кукурудзи, відбувся 6

жовтня. За кліматичними даними це відбувається звичайно 7 жовтня. Стійкий перехід середньої добової температури повітря через  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в бік зниження, що в агрометеорології визначає кінець вегетаційного періоду, відбувся по області 12 листопада, або на тиждень пізніше звичайних строків.

**Вегетаційний сезон 2022 року.** Протягом сезону спостерігався нестійкий температурний режим. Дуже холодною (на  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  нижче за норму) була друга декада березня. Мінімальна температура повітря за сезон у другій декаді березня знижувалася до  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  морозу, поверхня ґрунту або снігу переважно охолоджувалася до  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  морозу (див. табл. 2.2).

Максимальна температура повітря за сезон відмічалась у найтепліші дні в першій декаді травня й досягала  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла. Поверхня ґрунту в цей час нагрівалася до  $44\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла.

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в бік підвищення, що в агрометеорології означає початок вегетаційного періоду, відмічено 29 березня, у строки, близькі до середніх багаторічних строків, а через  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – у середині останньої декади квітня, це означає початок вегетації кукурудзи. За кліматичними даними це звичайно відбувається в період 15 квітня.

Останні весняні заморозки в повітрі відмічалися наприкінці першої декади квітня інтенсивністю  $0\text{--}2^{\circ}$  морозу, на поверхні ґрунту та на висоті 2 см від поверхні ґрунту переважно на початку другої декади травня й становили теж  $0\text{--}2^{\circ}$  морозу.

Середня температура повітря за сезон виявилася близькою до середньої багаторічної й становила  $5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла.

Опади весняного періоду спостерігались переважно у вигляді дощу. Сума опадів за сезон здебільшого становила 90 мм (80 % норми).

Дуже вологою виявилася друга декада квітня – у середньому випало 39 мм опадів, або 302 % декадної норми. Найбільш сухою були останні дві декади березня та перша декада травня; кількість опадів за декаду в середньому становила 2 мм, або 15 % декадної норми.

Весна закінчилась в другій декаді травня, у строки, близькі до кліматичних, і тривала 90 днів за звичайної тривалості 75 днів.

Протягом літнього сезону переважав підвищений (на 1–5 °С вищий за норму) та близький до норми температурний режим. Лише в другій декаді липня та першій декаді вересня він був на 2,5 °С нижчий від середнього багаторічного. Аномально теплими (на 5° вища за норму) виявилися перша декада липня та третя декада серпня. Максимум температури повітря за весь літній сезон 34 °С тепла спостерігався в першій декаді липня та в другій половині серпня. Поверхня ґрунту нагрівалась до 60 °С тепла. Мінімальна температура за сезон у повітрі та на поверхні ґрунту вночі спостерігалася в другій декаді травня – до 3 °С тепла.

Середня температура повітря за літній період виявилася близькою до середньої багаторічної й становила 21,5 °С тепла.

Ґрунт на глибині 10 см в найбільш спекотний період у першій декаді липня прогрівався до 31 °С тепла.

Загалом за літній сезон сума опадів становила 340 мм (150 % норми). Відносна вологість повітря була високою: усього за літній період протягом 24 днів мінімальна відносна вологість повітря знижувалася в денні години до 30 % і нижче.

Стійкий перехід середньої добової температури повітря через +10 °С до зниження, що визначає кінець вегетаційного періоду кукурудзи, відмічено 6 жовтня. За кліматичними даними це відбувається звичайно по області 7 жовтня. Стійкий перехід середньої добової температури повітря через +5 °С до зниження, що в агрометеорології визначає кінець вегетаційного періоду, відмічено 10 листопада, у середньому по області на тиждень пізніше звичайних строків.

Максимальна температура повітря за сезон відмічалася в найтепліші дні в третій декаді вересня та на початку третьої декади жовтня й досягала 22 °С тепла. Поверхня ґрунту в цей час нагрівалась до 36 °С тепла. Перші заморозки на поверхні ґрунту відмічалися в останній день вересня, у повітрі – на початку

жовтня інтенсивністю мінус 0–5 °С. Мінімальна температура повітря за сезон здебільшого 6 °С морозу спостерігалась в найхолодніші ночі в другій половині листопада, поверхня ґрунту в цей час охолоджувалася переважно до 6 °С морозу.

Восени спостерігалися опади здебільшого у вигляді дощу. Кількість опадів за осінній сезон становила 85 мм (80 % норми). Аномально сухими були перша та третя декади жовтня, коли опади практично були відсутні.

Гідротермічний коефіцієнт за період із середньодобовими температурами повітря вище +10 °С становив переважно 0,8, за вологий період з 10 липня по 20 вересня ГТК досягав 1,2.

Таким чином, період погодних умов 2020–2022 рр. досліджень характеризувався значним варіюванням елементів погоди в часі, що дозволило всебічно дослідити їхній вплив на ріст і розвиток, формування врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від застосовуваних регуляторів росту. Загалом погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи протягом вегетаційного періоду, за винятком періодів, коли відмічалися посухи, а саме з 23 червня по 25 липня і з 1 по 20 серпня 2020 року та в першу і третю декади жовтня 2022 року, коли опади були практично відсутні, що негативно позначалося на врожайності зерна кукурудзи.

### **2.3 Методичні й агротехнічні основи досліджень**

Дисертаційні дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету, який розташований у селі Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області.

Дослідження виконувалися у двофакторному польовому досліді з

вивчення ефективності стимуляторів росту рослин кукурудзи на тлі гібридів різних груп стиглості, який закладали систематичним (послідовним) методом. Посівна площа ділянок першого порядку – 420,0 м<sup>2</sup> (8,4 м × 50,0 м), ділянок другого порядку 100 м<sup>2</sup> (2,0 × 50,0). Облікова – 10 м<sup>2</sup> (14,3 × 0,7). Повторність триразова. Загальна площа під дослідом – 0,50 га.

Агротехніка вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для зони Степу та відповідає зональним і регіональним рекомендаціям. Розміщували кукурудзу після ячменю ярого в 5-пільній зерно – пар – просапній сівозміні (чистий пар – пшениця озима – кукурудза – ячмінь – соняшник). Обробіток ґрунту передбачав дворазове в міру появи бур'янів луцення стерні дисковими боронами PALLADA 2400 на глибину 10–12 см. Полицеву оранку виконували плугом ПЛН–3–35 глибиною 23–25 см. Під передпосівну культивуацію (культиватор КСО – 4Н) навесні вносили ґрунтовий гербіцид «Аспект Про» – 2,20 л/га та мінеральні добрива в дозі N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>. У фазі 5–6 листків застосовували страховий гербіцид «Елюміс» – 1,50 л/га. Внесення стимуляторів росту здійснювали оприскувачем ОМ–4 (ширина захвату 4 м) у фазі 5–7, 10–12 листків кукурудзи. Посівний матеріал протруювали «Максим XL 035 FS» (1,0 л/т) + «Вайбранс 500 FS» (1,5л/т) + «Форс Зеа 280 FS» (6,0 л/т).

Сівбу гібридів кукурудзи здійснювали сівалкою УПС–8 в агрегаті з трактором МТЗ–82. Спосіб сівби – широкорядний, із шириною міжрядь 70,0 см. Норма висіву насіння кукурудзи становила 55,0 тисяч схожих насінин на 1 гектар. Глибина загортання насіння в ґрунт 5–6 см.

Для посіву використовували гібриди Державної установи Інститут зернових культур НААН різних груп стиглості: ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий, ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній, ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий, ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній [182]. На посівах зазначених гібридів дворазово у фазу 3–5 листків та 10–12 листків виконували внесення стимуляторів росту рослин: «Вимпел 2» (0,5 л/га), «Альфа–нано–гроу» (50 мл/га), «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га), «Авангард

Гроу Гумат» (1,0 л/га). До схеми досліду входив також варіант без внесення препаратів (контроль) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Схема досліду з вивчення ефективності стимуляторів росту рослин на кукурудзі

Гібрид кукурудзи	Стимулятори росту рослин
1. ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	Контроль (без внесення препаратів)
	«Вимпел 2» (0,5 л/га)
	«Альфа-нано-гроу» (50 мл/га)
	«Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)
	«Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)
2. ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	Контроль (без внесення препаратів)
	«Вимпел 2» (0,5 л/га)
	«Альфа-нано-гроу» (50 мл/га)
	«Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)
	«Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)
3. ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	Контроль (без внесення препаратів)
	«Вимпел 2» (0,5 л/га)
	«Альфа-нано-гроу» (50 мл/га)
	«Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)
	«Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)
4. ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	Контроль (без внесення препаратів)
	«Вимпел 2» (0,5 л/га)
	«Альфа-нано-гроу» (50 мл/га)
	«Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)
	«Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)

Загальна характеристика гібридів кукурудзи, що висівалися в досліді:

### 1. Середньопізній (ДН Олена 440 МВ ФАО 440)

Вирощується на зерно, силос. Висота рослини 260–280 см. Прикріплення качана на висоті 95–105 см; довжина качана 24–25 см; кількість зернових рядів 16–18; має 45–48 зерен в ряду; стрижень червоного кольору. Вихід зерна із качана 84,6 %. Зерно жовте, зубоподібне; маса 1000 зерен 280–290 г.



Ремонтантний гібрид, розроблений для вирощування в богарних і зрошуваних умовах Степової зони, стійкий до вилягання та зламу стебла і практично не уражується основними хворобами. Зона вирощування – Степова зона. Передзбиральна густина рослин у степу становить 40–45 тис. рослин/га, на зрошенні – 55–60 тис. рослин/га. В Інституті зрошення Національної академії аграрних наук України (Херсон) було отримано врожайність зерна до 15,7 т/га на зрошенні. Потенційна врожайність зерна становить 16,0–16,5 т/га [182].

## **2. Середньостиглий (ДН Джулія 340 МВ ФАО 340)**

Вирощується на зерно, силос. Висота рослини 250–270 см, не кущиться. Рослина має прикріплення качана на висоті 100–110 см, довжина його становить 22–24 см, циліндричної форми, має 16 зерен у ряду, червоний стрижень. Вихід зерен з качана становить 80–82 %. Зерно жовто-оранжеве, зубчасте; маса 1000 зерен 320–350 г. Гібрид інтенсивного типу та добре реагує на поліпшення умов вирощування, добре переносить посуху та має стабільну врожайність зерна за роками. Характеризується стійкістю до вилягання стебла, стійкий до сажкових хвороб і толерантний до ураження кукурудзяним і бавовниковим метеликом. Зона вирощування – Степ і Лісостеп. Рекомендована передзбиральна густина посіву у Степу – 50–55 000 шт/га, у Лісостепу – 70–75 000 шт/га. Згідно з даними 12 пунктів екологічного випробування, середня врожайність зерна становила 7,19 т/га у 2015 р. та 10,52 т/га у 2016 р. [182].

## **3. Середньоранній (ДН Хортиця ФАО 240)**

Гібрид зернового напрямку. Висота 230–240 см, не кущиться. Висота прикріплення нижнього качана 100–110 см; качан має циліндричну форму, довжиною 21,0–23,0 см. Кількість рядів зерен у качані 14,0–16,0, стрижень червоний. Зерно світло-жовто-оранжеве, зубчасте, 1000 зерен мають масу 260–270 г. Вихід зерен з качана 83–84 %. Гібрид стійкий до вилягання та ураження основними шкідниками й хворобами, але не придатний для збирання під зиму, оскільки не витримує тривалого періоду перестою. Має високу вологовіддачу зерна й добре реагує на покращення умов вирощування. Гібрид відмінної холодостійкості, але має середню стійкість до посухи та спеки, що робить його

особливо вразливим до підвищення температури наприкінці вегетації. Зона вирощування – Степ, Лісостеп та Полісся. Густота стояння рослин у Степовій зоні становить 55–60 рослин, у Лісостепу – 80 рослин і в Поліссі – 90–100 рослин на гектар. Середня врожайність у 2013 та 2014 роках в екологічних досліджах ДП "ІЗК НААН", проведених у 12 пунктах в Україні, становила 8,51 т/га та 7,33 т/га відповідно за середньорічної вологості зерна 20,2 та 16,6. Максимальна врожайність, зафіксована в Інституті землеробства (Чабани), становила 11,77 т/га. Потенційна врожайність зерна становить 13,0–13,5 т/га [182].

#### **4. Ранньостиглий (ДН Пивиха ФАО 180)**

Універсальний гібрид. Висота рослин – 220–230 см, стійкий до вилягання та зламу стебла. Качани циліндричні довжиною 20–22 см з 14–16 рядами зерен і червоним стрижнем. Зерно жовто-оранжеве округлоовальне з кременистими зубцями, маса 1000 зерен 250–270 г. Гібрид характеризується високою посухостійкістю, жаростійкістю, холодостійкістю та стабільною врожайністю. Має сильну стійкість до стану спокою. Також має високу стійкість до борошнистої роси та стеблових і листкових гнилей. Зона вирощування – Степ, Лісостеп і Полісся. Рекомендована передзбиральна густота посіву в степових районах 50–55, у лісостепових – 70–80, у поліських – 80–90 тис. рослин/га. Потенційна врожайність зерна – 11,5–12,1 т/га [182].

В досліді використовували також наступні стимулятори росту:

#### **«ВИМПЕЛ 2»**

«Вимпел» – комплексний препарат контактної та системної дії, призначений для обробітки вегетуючих рослин та посівного насіння і бульб перед посівом, застосовується на овочевих, плодкових та ягідних культурах. Стимулятор росту містить природні багатоатомні спирти, гумінові та карбонові кислоти. Цей продукт зміцнює імунітет рослин, сприяє проростанню і схожості насіння та підвищує врожайність на 30–50 %. Продукт не втрачає своєї дії за низьких температур і може використовуватися навіть за температури вище ніж +5°C, оскільки склад багатоатомних спиртів оптимально збалансований. Набір

карбонічних кислот відіграє важливу роль у диханні всіх клітин і є джерелом енергії для синтезу таких важливих сполук, як вуглеводи та амінокислоти. Модифіковані гумінові кислоти толерантні як до кислого, так і до лужного середовища в широкому діапазоні рН без зниження активності препарату. Біостимулятори успішно застосовуються як добрива для кукурудзи та інших польових і овочевих культур.

Переваги стимулятора росту «Вимпел»:

- сприяє росту та розвитку рослин;
- антистресові речовини підвищують здатність рослин адаптуватися до навколишнього середовища;
- прилипачі підвищують ефективність засобів захисту рослин та добрив;
- стимулятори росту підвищують стійкість до високих і низьких температур та короткочасних заморозків;
- біостимулятори полегшують перехід до стресових ситуацій, таких як пересадка або обробіток засобами захисту рослин.

Діюча речовини: багатоатомні спирти, гумінові кислоти, природні карбонічні кислоти 3,0 [183].

**«Альфа–нано–гроу»**

Стимулятор росту «Альфа–нано–гроу» активує імунний механізм рослини та підвищує стійкість до стресів, таких як мороз, посуха, град, вітер та пошкодження шкідниками. Також активує антистресові механізми, не викликаючи жодних побічних ефектів у рослин. На ранніх стадіях розвитку збільшується коренева маса, що призводить до посиленого поглинання поживних речовин з ґрунту, збільшення вегетативної маси, підвищення коефіцієнта обробітку ґрунту, збільшення кількості квітів, плодів і насіння, інтенсивного росту й підвищення стійкості до несприятливих погодних умов.

Діюча речовина стимулятора: цитрат Сі, Mg, Zn, Mn, Мо, Со, Fe.

Препаративна форма – водорозчинний концентрат. Стимулятор росту рослин «Альфа–нано–гроу» виготовлений з використанням нанотехнологій.

Переваги препарату:

- простий у використанні;
- високоефективний – збільшує врожайність до 30%;
- універсальний стимулятор для всіх культур;
- безпечний для людини та навколишнього середовища;
- сумісний з усіма пестицидами.
- адаптований до всіх технічних процесів [184].

#### **«Авангард Гроу Аміно»**

Антистресант, що являє собою комплексне добриво для позакореневого підживлення та передпосівного обробітку насіння. Це концентроване добриво виконує функції стимулятора росту, захищає від холоду, адаптоген, імунокомпенсатор та прилипач завдяки взаємодії окремих компонентів. Продукт містить спеціально підібрані та збалансовані макро- та мікрокомплексні елементи, які покращують смакові якості культур, підвищують здатність плодів довше залишатися товарними та збільшують загальну врожайність. Механізм дії вищезазначених активних компонентів, що виробляються симбіотичними грибами, полягає у стимулюванні проростання та розвитку кореневої системи. За допомогою стимуляційних адаптогенів цей продукт сприяє насиченню тканин киснем, завдяки чому рослина краще засвоює мікро- та макроелементи.

Переваги препарату «Авангард Гроу Аміно»:

- підвищує схожість насіння та енергію проростання, сприяє розвитку рослинного організму та росту всіх частин рослини;
- підвищує стійкість до стресових факторів;
- антистресове добриво підвищує продуктивність рослин на 10–50 %;
- поліпшує якісні характеристики врожаю.

Діючі речовини: полісахариди, l-амінокислоти, багатоатомні спирти, комплекс біогормонів, солі гумінових та фульвокислот, бурштинова кислота, високомолекулярний та низькомолекулярний поліетиленгліколь [185].

#### **«Авангард Гроу Гумат»**

Основні властивості препарату:

- підвищує польову схожість на 8–10 % та енергію проростання насіння на 3–5 %;
- підвищує стійкість культур до стресів та хвороб;
- активізує ріст і розвиток кореневої системи культури та її органів;
- поліпшує цвітіння та плодоношення;
- підвищує врожайність на 10–50 % (залежно від культури); поліпшує товарність та якість;
- високі економічні показники.

Механізм дії полягає у стимуляції біохімічних процесів та антистресовій дії на культури. Склад препарату: глютамінова кислота, амінокислоти, бурштинова кислота, гліцин, лізин.

*Амінокислоти.* За нормальних умов рослини можуть синтезувати достатню кількість необхідних амінокислот за наявності достатньої кількості поживних речовин. Однак у стресових умовах процес синтезу переривається. Водночас внесення амінокислот під час позакореневого підживлення є дуже ефективним і зменшує негативний вплив стресових факторів. Амінокислоти негайно включаються в обмінні процеси в клітинах, завдяки чому рослина швидко виводиться зі стресового стану. Амінокислоти відіграють важливу роль у розвитку рослин, беруть участь у всіх ключових процесах і є основою для побудови тканинних білків у всіх органах рослин.

*Глутамінова кислота.* Синтетичне джерело хлорофілу та складова інших видів амінокислот. Активізує обмінні процеси та відновлює водний баланс. Сприяє швидкому заплідненню зав'язі. Зміцнює клітинні стінки рослин. Підвищує життєздатність рослин. Має позитивний вплив на запилення та формування плодів, на осмотичні процеси в протопластах, сприяє відкриттю та закриттю продихів. Сприяє проростанню насіння.

*Гліцин.* Підвищує концентрацію хлорофілу в рослинах та стійкість рослин до стресів. Бере участь у процесах запилення та плодоутворення.

*Лізин.* Бере участь у синтезі хлорофілу. Є попередником поліамінів, які є джерелом азоту. Забезпечує стійкість рослин до посухи та інших стресів.

Регулює функцію продохів листків. Сприяє проростанню пилку. Гумінові речовини проявляють іонообмінні та абсорбційні властивості, утримують і постачають рослинам мінеральні елементи живлення. Позитивно впливає на процеси дихання та формування кореневої системи, підвищує стійкість культури до хвороб і стресів. Активізує утворення бічних кореневих волосків, підвищує вміст хлорофілу та сприяє накопиченню цукрів для перезимівлі озимих культур. Водночас він підвищує використання поживних речовин з ґрунту та добрив на 10–15%.

*Буштинова кислота* сприяє росту та розвитку культур, має антистресову дію. Покращує метаболічні процеси в рослинах [186].

Під час виконання експериментів використано загальнонаукові методи дослідження, основними з яких є: польовий – для вивчення взаємодії гібридів кукурудзи різних груп стиглості з регуляторами росту та біотичними і абіотичними факторами; вимірально-метрологічний – для визначення динаміки росту, біометричних показників, елементів структури врожаю та урожайності; математико-статистичні, наприклад дисперсійний та кореляційний аналіз.

Серед основних методик виділимо такі:

- польова схожість насіння. Враховували на всіх варіантах у динаміці кожного дня;
- фенологічні спостереження. Здійснювали на всіх варіантах дослід. Відмічали строки настання фаз: сходи, цвітіння волоті, поява приймочкових ниток на качанах, молочна, воскова та повна стиглість. Враховували початок фази (10% рослин) та повне настання (75%);
- висота рослин та прикріплення качанів. Вимірювали у всіх варіантах дослід, починаючи з фази 6–7 листків і до цвітіння качанів, через кожні 10 днів. Виміри виконували у двох несуміжних повтореннях на ділянці в 5 місцях по 5 рослин (усього 25 рослин на ділянці). Вимірювали мірною рейкою: до викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхівки найдовшого (витягнутого) листка; у фазі цвітіння – від поверхні ґрунту до верхівки волоті. Висоту

прикріплення качанів вимірювали у фазу цвітіння на тих рослинах, на яких вимірювали висоту стебла;

– діаметр стебла вимірювали штангенциркулем між першим і другим міжвузлям у всіх варіантах досліду. Вимірювали по 20 рослин на ділянці у двох повтореннях, у типових місцях ділянки. Визначення діаметра стебла виконували у фазу цвітіння;

– підрахунок кількості листків у динаміці (окремо функціонуючих і сухих) – виконували у всіх варіантах досліду на 20 постійних рослинах у двох несуміжних повтореннях. Для цього на облікових рядах прикріплювали етикетки між 5–6 та 10–11 листками кожної із рослин. Кожний наступний підрахунок починали від позначеного листка. Облік почали з фази 6–7 листків і виконували через кожні 20 днів до повного їх засихання;

– площу листків вимірювали, починаючи з фази 6–7 листків і до початку воскової стиглості зерна, через кожні 20 днів у всіх варіантах досліду у двох несуміжних повтореннях. Визначали шляхом множення довжини кожного листка на його ширину й коефіцієнт 0,75 і суми всіх листків однієї рослини;

– приріст надземної маси. Відбір рослинних проб (5 типових рослин) здійснювали у двох несуміжних повтореннях (на захисних рядах ділянки), починаючи з фази 6–7 листків і до початку воскової стиглості зерна через кожні 20 днів. З подрібненої проби відбирали по дві наважки 100–200 г кожна, зважували і висушували до абсолютно сухого стану в сушильній шафі за температури 100–105 °С. Отримані дані використовували для підрахунку маси всієї проби в абсолютно сухому стані;

– вміст хлорофілу в зеленій частині рослин кукурудзи. У фазу цвітіння на листі вміст хлорофілу приладом SPAD–502 Plus в одиницях SPAD. Пристрій визначає спектральне поглинання у двох діапазонах, і на підставі отриманих даних розраховує чисельне значення, пропорційне кількості хлорофілу в листках, що і відображає на дисплеї;

– чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Визначали за весь вегетаційний період, використовуючи розрахункову формулу згідно із загальноприйнятою методикою [187];

– індивідуальну продуктивність рослин визначали у всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях у фазу воскової стиглості зерна. Підраховували кількість качанів на 100 рослинах. Враховували добре розвинені, господарсько придатні качани;

– структуру урожаю визначали на всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях шляхом розбору проб качанів, відібраних при збиранні урожаю. Визначали довжину качана, його діаметр, масу качана, масу зерна з качана, кількість зерен у качані, масу 1000 зерен;

– вологість зерна визначали перед збиранням у всіх варіантах досліджу термічно-ваговим методом;

– облік урожаю зерна кукурудзи виконували суцільним методом вручну, шляхом відбору кошиків з облікової ділянки із подальшим обмолотом і зважуванням насіння з перерахуванням на 100 % чистоту і стандартну вологість 14 %;

– основні технологічні показники якості. Вміст вуглеводів, білка, жиру в зерні визначається згідно із загальноприйнятими існуючими державними стандартами в Науково–дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

– розрахунки економічної ефективності застосування стимуляторів росту рослин, виконували за рекомендаціями ННЦ «Інститут аграрної економіки» [188–191];

– біоенергетичну ефективність – за енергоємністю виробництва зерна, приростом валової енергії і коефіцієнтом енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ), використовуючи нормативи витрат валової енергії [192, 193];

– статистичну обробку експериментальних даних виконували методом дисперсного аналізу на ПК за Б. А. Доспеховим [194]. Для виявлення



залежності досліджуваних факторів і їх взаємозв'язку з навколишнім середовищем.

## **Висновки до розділу 2**

Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення польових досліджень є типовими для Північного Степу України та придатними для вирощування кукурудзи.

Період погодних умов 2020–2022 рр. досліджень характеризувався значним варіюванням елементів погоди в часі, що дозволило всебічно дослідити їхній вплив на ріст і розвиток, формування врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від застосовуваних регуляторів росту. Загалом погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи протягом вегетаційного періоду за винятком періодів коли відмічалися посухи, а саме: з 23 червня по 25 липня і з 1 по 20 серпня 2020 року та в першу і третю декади жовтня 2022 року, коли опади були практично відсутні, що негативно позначалося на врожайності зерна кукурудзи.

Схема досліду й методика досліджень побудовані за принципами об'єктивності, науковості, цілісності, практичності, відповідності меті та поставленим завданням. Програма досліджень містить необхідний перелік конкретних задач, розв'язання яких дозволило досягти поставленої мети.

Основні наукові результати розділу 2 авторкою опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [195–208].

## РОЗДІЛ 3

### РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ТА ФОРМУВАННЯ ЇЇ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Ріст та розвиток рослин кукурудзи має важливе значення, адже прямо пропорційно пов'язаний з елементами структури урожаю (довжина качана, діаметр качана, кількість рядів зерен, кількість зерен з качана, маса зерна із качана, маса 1000 зерен) та урожайністю зерна. Окрім добрив покращити ріст та розвиток рослин кукурудзи прямо чи опосередковано можуть стимулятори росту рослин, що контролюють ряд важливих фізіологічних процесів у культурних рослин кукурудзи.

#### **3.1. Формування біометричних показників рослин кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин**

Важливими умовами формування врожаю польових культур, зокрема і кукурудзи, є оптимізація використання елементів технології вирощування кукурудзи починаючи від проростання насіння і до кінця вегетації (збирання врожаю зерна). Тобто використання стимуляторів росту рослин та мікродобрив сприятиме збільшенню показників формування біометричних показників (висота рослин, кількість листків на рослинах, площа листків, інтенсивність фотосинтезу тощо).

Особливо це є актуальним у зв'язку з подорожчанням енергоресурсів, зміною пріоритетів розвитку в галузі рослинництва, що пов'язано зі скороченням використання добрив, погіршенням фітосанітарного стану, розширенням коротко ротаційних сівозмін, зростанням площ кукурудзи до п'яти мільйонів гектарів. Виникає необхідність в удосконаленні технології вирощування кукурудзи з метою збільшення її урожайності і підвищення якісних показників зерна [209–213].

Кукурудза під час вегетації має високі вимоги до умов росту (тепло, волога тощо). Проте в Степовій зоні трапляються часті та тривалі посухи, заморозки, тому при цьому виникає потреба у підвищенні стресостійкості рослин кукурудзи. Окрім цього, у кукурудзи цвітіння волотей починається раніше цвітіння початків на 3–5 діб після їх появи, що негативно позначається на запиленні жіночих квіток та призводить до зниження врожайності культури. Щоб отримати високий урожай, важливо захистити рослини від впливу несприятливих факторів навколишнього середовища. У вирішенні цих проблем основна роль відводиться регуляторам чи стимуляторам росту рослин. Вони зміцнюють кореневу систему, поліпшують ріст та розвиток рослин, прискорюють процеси цвітіння, стимулюють формування зерна та плодів. Основою регуляторів росту є фітогормони, які виділяють із рослинних тканин або синтезують у лабораторіях. Фітогормонами обробляють насіння перед посадкою, рослини під час росту в різні фази розвитку й навіть під час дозрівання зерна. При цьому спостерігається комплексна дія препаратів: формування потужної кореневої системи; прискорення росту та цвітіння; поліпшення формування зав'язей; збільшення обсягу та маси зерна; відновлення та реабілітація рослин після ураження інфекціями та шкідниками.

Регулятори й стимулятори росту рослин використовують комплексно із засобами захисту та мікродобривами, адже це посилює ефект їх синергічної дії.

Нівелювати цю проблему можна за рахунок оптимізації елементів технології вирощування кукурудзи, запровадження сучасних біологічних стимуляторів росту цієї культури («Альфа Нано Гроу», «Авангард Гроу Аміно», «Вимпел 2», «Авангард Гроу Гумат»), що сприяють прискоренню росту, підвищенню стійкості до екстремальної температури, поліпшенню розвитку листків, збільшенню вмісту хлорофілу, протеїну і жирів у зерні кукурудзи, а зрештою, підвищенню врожайності та якості зерна. Але даних щодо ефективності нових стимуляторів росту рослин на кукурудзі замало і до того ж вони часто є суперечливими.

Тож вивчення впливу стимуляторів росту на кукурудзу й було розпочато з метою виявлення найбільш ефективних стимуляторів росту рослин для умов Північного Степу.

Протягом періоду досліджень вивчали фенологічні фази розвитку рослин кукурудзи. Фенологічні фази – це явища росту й розвитку рослини та її окремих органів, які регулярно і закономірно повторюються. Фенологічні спостереження за рослинами кукурудзи допомагають визначити найсприятливіший час для виконання сезонних сільськогосподарських робіт, а також мають важливе значення для обрання стимуляторів росту рослин і технологій вирощування. Фенологія також вивчає, які саме зміни відбуваються в розвитку рослин під впливом середовища [214].

Розвиток рослин кукурудзи починається з проростання зернівки. Швидкість проростання залежить від сукупності чинників: температури ґрунту, вологості й доступу кисню. В умовах України тривалість періоду від сівби до появи сходів може коливатися від 6 до 25 діб. У Північному Степу тривалість цього періоду становить 10,0–12,0 діб. Головним чинником, який визначає швидкість появи сходів рослин кукурудзи, є температура ґрунту на глибині загортання насіння – 10 см. Для більшості гібридів нижня межа температури, за якої починаються ростові процеси (тобто можливе проростання), становить 8–10 °С. За середньодобової температури ґрунту близько 13 °С сходів з'являються через 20 діб після сівби, за 15 °С – через 10 діб, а за 19 °С – через 6–7 діб. Досвід показує, що оптимальним строком є сівба кукурудзи за настання середньодобової температури повітря 13 °С. За умов швидкого наростання тепла це зумовлює появу сходів уже через 9–12 діб [214].

Як показали наші дослідження щодо визначення тривалості міжфазних періодів протягом 2020–2022 років (табл. 3.1), вони значною мірою залежали від погодних умов, а насамперед від температури, опадів та особливостей гібрида тощо. У середньому за роками досліджень цей термін становив 10–10,6 діб з невеликою тенденцією до зростання від ранньостиглого до середньопізнього.

Таблиця 3.1

Тривалість періоду «сівба–сходи» рослин кукурудзи залежно від факторів досліду, діб (середнє за 2020–2022 рр.)

Гібрид кукурудзи	Стимулятор росту рослин та його доза	Рік досліджень			
		2020	2021	2022	Середнє
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	9	10	11	10
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	9	10	11	10
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	9	10	11	10
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	9	10	11	10
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	9	10	11	10
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	9	10	11	10
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	9	10	11	10
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	9	10	11	10
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	9	10	11	10
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	9	10	11	10
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	9	11	12	10,6
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	9	11	12	10,6
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	9	11	12	10,6
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	9	11	12	
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	9	11	12	10,6
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	9	11	12	10,6
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	9	11	12	10,6
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	9	11	12	10,6
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	9	11	12	10,6
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	9	11	12	10,6

У вологі та теплі періоди на час посіву сходи з'являються раніше (початок травня 2020 року – 9 діб), більш холодніші та сухі періоди (початок травня 2021 та 2022 року – 10–12 діб). В ідеальних умовах за температури +12–14 °С та вологості ґрунту 70 % НВ на глибині залягання насіння кукурудзи сходи з'являються на 5–6 добу. За оптимальних умов насіння кукурудзи сходить не тільки раніше, сходи тут навіть стійкіші до захворювань, адже мають кращий імунітет, а це досить важливо для подальшого росту й розвитку рослин кукурудзи [215].

Надзвичайно важливими показником розвитку кукурудзи є тривалість періоду «сходи – цвітіння качанів». Варіювання термінів проходження цього періоду суттєво залежить від перегрівання рослин культури. Зокрема, гібриди з позитивною реакцією на перегрівання раніше зацвітають, ніж гібриди з нейтральною реакцією. Вплив екстремальних факторів змінює тривалість міжфазних періодів та неоднозначно впливає на генотипи з різною скоростиглістю через різну тривалість міжфазних періодів [216].

Виявлено, що тривалість періоду «сходи – цвітіння качанів» була стабільною та мало залежала від факторів, що вивчалися протягом років досліджень і варіювала в середньому від 50,3 до 58,0 діб (табл. 3.2).

Як показують результати досліджень, гібриди кукурудзи різних груп стиглості мали найвищий варіативний термін проходження періоду «сходи – цвітіння качанів». Відмічено поступове збільшення тривалості періоду «сходи – цвітіння качанів» у кукурудзи від ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 – 50,3–51,6 доби до середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 56–58 діб, тобто різниця між ними становила 5,3–6,4 доби.

Фактор внесення стимуляторів росту рослин мав мінімальний вплив на тривалість проходження фази «сходи – цвітіння качанів» на всіх гібридах кукурудзи різних груп стиглості через високу загальну ефективність препаратів. Відмічена лише невелика різниця в 1–2 доби між варіантами внесення стимуляторів росту рослин та контрольним варіантом без внесення стимуляторів росту. Тут ми можемо побачити невисоку ефективність

стимуляторів росту рослин, порівнюючи з контролем. Ці дані підтверджують тезу про те, що стимулятори росту мають позитивну дію на рослини кукурудзи.

Таблиця 3.2

Тривалість періоду «сходи – цвітіння качанів» рослин кукурудзи залежно від внесення стимуляторів росту, діб (середнє за 2020–2022 рр.)

Гібрид кукурудзи	Стимулятор росту рослин та його доза	Рік досліджень			
		2020	2021	2022	Середнє
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	50	51	50	50,3
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	51	52	50	51,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	51	52	51	51,3
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	51	52	51	51,3
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	51	52	52	51,6
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	52	53	51	52,0
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	53	54	52	53,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	53	54	52	53,0
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	53	54	52	53,0
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	53	54	52	53,0
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	53	54	52	53,0
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	54	55	53	54,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	54	55	53	54,0
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	54	55	53	54,0
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	55	56	54	55,0
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	56	57	55	56,0
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	57	58	56	57,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	57	58	56	57,0
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	58	59	57	58,0
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	58	59	57	58,0

Аналогічні результати, як і при попередніх фазах росту і розвитку, мав етап росту «сходи – фізіологічна стиглість» – як у середньому за 2020–2022 роки, так і за кожним роком окремо (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Тривалість періоду «сходи – фізіологічна стиглість» рослин кукурудзи залежно від гібридів та стимуляторів росту рослин, діб (середнє за 2020–2022 рр.)

Гібрид кукурудзи	Стимулятор росту рослин та його дози	Рік досліджень			
		2020	2021	2022	Середнє
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	105	107	106	106
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	105	107	106	106
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	106	108	107	107
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	106	108	107	107
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	106	108	107	107
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	113	115	114	114
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	114	116	115	115
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	114	116	115	115
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	114	116	115	115
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	114	116	115	115
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	120	122	121	121
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	121	123	122	122
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	122	124	123	123
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	122	124	123	123
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	122	124	123	123
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	125	127	126	126
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	125	127	126	126
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	126	128	127	127
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	126	128	127	127
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	126	128	127	127

Тобто протяжність періоду «сходи – фізіологічна стиглість» рослин кукурудзи змінювалася від ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 (106–107 діб) до середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 (126–127 діб). Різниця між групами стиглості становила 20 діб, що пояснюється фізіологічними особливостями гібридів кукурудзи, що мають різний період вегетації, який поступово зростає від ранньостиглого до середньопізнього гібрида. Середньоранній ДН Хортиця ФАО 240 та середньостиглий ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 гібриди закономірно займали проміжне положення.

Що стосується всіх досліджуваних стимуляторів росту, то відмічено лише незначну тенденцію до збільшення на 1–2 доби періоду «сходи – фізіологічна стиглість» рослин кукурудзи порівняно з контролем (без внесення препаратів).



Відмінностей між дією стимуляторів росту на період «сходи – фізіологічна стиглість» рослин кукурудзи не виявлено, адже в посівах кожного досліджуваного гібрида зазначений показник був однаковим і становив у ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 – 105–106 діб, середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 114 діб, середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 121–122 доби та середньопізннього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 125–136 діб. Тобто відмінностей у дії стимуляторів росту рослин між собою не було виявлено.

Висота рослин кукурудзи залежала від її групи стиглості й також збільшувалася у висхідному порядку від ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 до середньопізннього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 215,0–225,0 см (рис. 3.1).

Використані стимулятори росту сприяли незначному збільшенню висоти рослин кукурудзи, усього на 3,0–8,0 см (1,40–3,70%) порівняно з контролем (без внесення препаратів). Найвища тенденція до зростання висоти кукурудзи була відмічена при обробітку «Авангард Гроу Гумат» – 223,0–225,0 см.

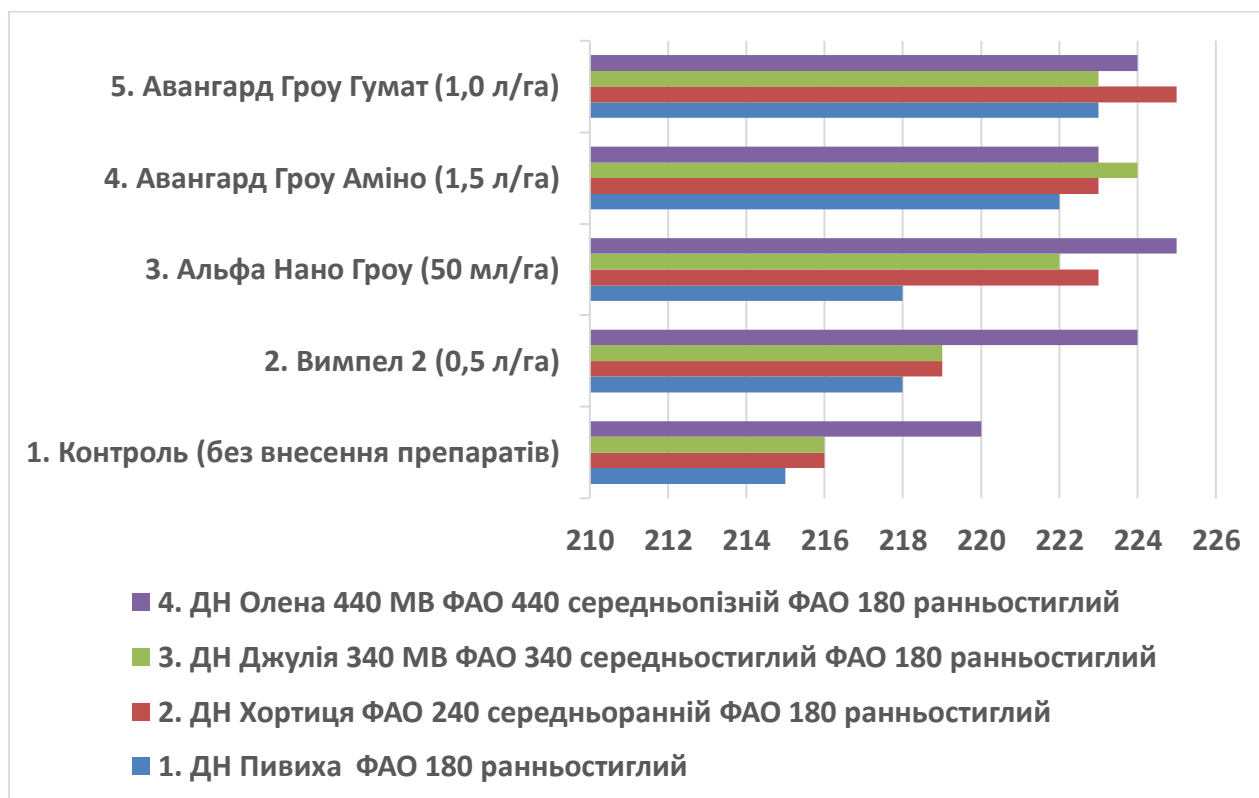


Рис. 3.1. Висота гібридів кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин у середньому за 2020–2022 рр.

Чисельність листків рослин кукурудзи пов'язана з біологічними особливостями гібридів. Так, зокрема, спостерігається поступове збільшення їх кількості від ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 – 10,7–11,3 шт/рослину до середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 13,4–14,4 шт/рослину. Виявлена тенденція до збільшення кількості листків після внесення стимуляторів росту порівняно з контролем (без внесення препаратів) на 3,50–5,60 % (табл. 3.4).

Таблиця. 3.4

Кількість листків на рослинах кукурудзи та їх площа під впливом стимуляторів росту рослин в середньому за 2020–2022 рр.

Стимулятор росту рослин та його доза	Гібриди кукурудзи							
	ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий		ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній		ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий		ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	
	Кількість листоків на рослинах, шт	Площа листків з однієї рослини, см <sup>2</sup>	Кількість листків на рослинах, шт	Площа листків з однієї рослини, см <sup>2</sup>	Кількість листків на рослинах, шт	Площа листків з однієї рослини, см <sup>2</sup>	Кількість листків на рослинах, шт	Площа листків з однієї рослини, см <sup>2</sup>
1. Контроль (без внесення препаратів)	10,7	329,8	11,1	381,9	12,0	499,2	13,4	538,8
2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	11,2	391,8	11,3	419,5	12,1	527,6	13,6	577,2
3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	11,2	421,8	11,4	459,6	12,2	592,1	13,6	594,6
4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	11,2	455,9	11,4	486,0	12,4	596,7	14,2	613,1
5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	11,3	460,3	12,1	498,9	12,8	619,5	14,4	636,9
НІР <sub>0,5</sub> , шт, см <sup>2</sup>	0,1	2,5	0,2	7,5	0,3	8,3	0,6	15,1

Прямо пропорційною кількості листків була їхня площа на одній рослині із такими самими тенденціями та закономірностями. Мінімальна площа листків однієї рослини була характерна для контролю 329,8–538,8 см<sup>2</sup>. Використання стимуляторів росту рослин призвело до збільшення листової площі на 5,30–



28,30 % без значної різниці між застосовуваними препаратами, тобто різниця між ними перебуває в межах помилки дослідів (табл. 3.4).

Підтвердити зазначені вище показники можна візуальним габітусом рослин кукурудзи у фазу ВВСН 32 (12 листків) за допомогою фото, зробленого 26.06.2020 року (рис 3.2–3.3).



Рис. 3.2. Габітус рослин кукурудзи у фазу ВВСН 32 (12 листків)



Рис. 3.3. Габітус рослин кукурудзи у фазу ВВСН 32 (12 листків) без тургорного стану за 2020 р.



Таким чином, за використання стимуляторів росту рослин виявлена тенденція до поліпшення біометричних показників рослин кукурудзи. Зокрема, незначне підвищення висоти рослин на 1,40–3,70 %, кількості листків на 3,5–5,6 % та їх площі на 5,30–28,30 % порівняно з контролем (без внесення препаратів) без значної різниці між застосовуваними препаратами, тобто різниця між ними перебуває в межах помилки досліду.

### **3.2. Зміна вмісту хлорофілу в листках кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин**

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на теорії формування врожаю як фотосинтезуючої системи та розробляються з урахуванням біологічних особливостей, зокрема й типу фотосинтезу рослин [217, 218]. У зв'язку з належністю до культур з С4-типом кукурудза значно ефективніше, ніж культури з С3-типом, засвоює вуглекислий газ і використовує сонячну радіацію на утворення сухої речовини посіву [219]. Це зумовлює суттєво вищу потенційну індивідуальну продуктивність рослин кукурудзи порівняно з іншими злаками, для реалізації якої у господарському врожаї потрібне оптимальне забезпечення факторами життя – світлом, теплом, водою та поживними речовинами. На сьогодні у зв'язку зі стійкими тенденціями до зміни клімату у напрямі потепління та зростання його посушливості основною зоною виробництва зерна кукурудзи є Лісостеп, а найвищі врожаї формуються у зоні Полісся, де лише 50 років тому вона була нетиповою культурою. Відповідно розроблення та удосконалення зональних технологій вирощування кукурудзи потрібно спрямовувати на формування оптимальних за морфоструктурою, стресостійких агроценозів з високою інтенсивністю фотосинтетичної діяльності, що максимально використовуватимуть агрокліматичні та виробничі ресурси. Це актуальне теоретико-прикладне завдання вирішується за рахунок інтегрованого

коригування основних елементів технологічного циклу – оптимізації норм висіву, строків сівби, доз та способів внесення мінеральних добрив, стимуляторів росту рослин у різних регламентах застосування, хімічних та механічних заходів контролювання сегетальної рослинності у посівах та ін. За оброблення стимуляторами росту рослин відбувається збільшення нагромадження фотосинтетичних пігментів (на 12–24 %) за зниження на 9,0–17,5 % вмісту водорозчинних цукрів, що свідчить про функціональну активність фотосинтетичного апарату [209].

Ефективною можливістю повнішого використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) сонця є забезпечення прискореного розвитку листкового апарату кукурудзи ще на початку вегетації за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема використання стимуляторів росту рослин та мікродобрив на гібридах кукурудзи різних груп стиглості, які сприяють підвищенню умісту хлорофілу в листках та зростанню врожайності зерна [165].

Значну дію на уміст хлорофілу в листках кукурудзи в наших дослідженнях мали всі використані в досліді стимулятори росту рослин. Збільшення кількості хлорофілу в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом відмічено в гібрида ДН Пивиха ФАО 180 на 8,10–9,10 одиниць (17,90–19,60 %), ДН Хортиця ФАО 240 – на 9,20–12,80 одиниць (18,20–23,70 %), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – на 2,30–6,60 одиниць (4,60–12,20 %), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – на 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3 %). Необхідно вказати на тенденцію зростання умісту хлорофілу при внесенні препаратів «Авангард Гроу Аміно» – 1,5 л/га та «Авангард Гроу Гумат» – 1,0 л/га порівняно з «Вимпел 2» – 0,5 л/га та «Альфа Нано Гроу» – 50 мл/га (табл. 3.5, рис. 3.4).

Ефективна дія всіх досліджуваних стимуляторів росту рослин на уміст хлорофілу з певним часом знижувалася, особливо це можна побачити на середньостиглому гібриді ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 та середньопізньому ДН Олена 440 МВ ФАО 440 із дещо довшим вегетаційним періодом, а це, зі свого боку, дає підстави для додаткового внесення стимуляторів у більш пізні фази росту та розвитку рослин кукурудзи з метою пролонгації їх дії на рослини,

а як наслідок – зростання вмісту хлорофілу та урожайності зерна [195, 203, 206–208].

Таблиця 3.5

Вплив стимуляторів росту рослин на уміст хлорофілу в листках кукурудзи в середньому за 2020–2022 рр., в одиницях SPAD

Гібрид кукурудзи	Стимулятор росту рослин та його доза	Уміст хлорофілу, одиниць SPAD
1. ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	37,1
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	45,5
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	45,4
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	45,2
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	46,2
2. ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	41,2
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	50,4
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	53,6
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	54,3
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	54,0
3. ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	47,1
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	49,5
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	49,4
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	53,5
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	53,7
4. ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	47,0
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	48,5
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	49,2
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	52,5
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	53,0
НІР <sub>0,5</sub> одиниць SPAD:		
для гібрида		3,3
для препарату		3,8
для взаємодії		4,3

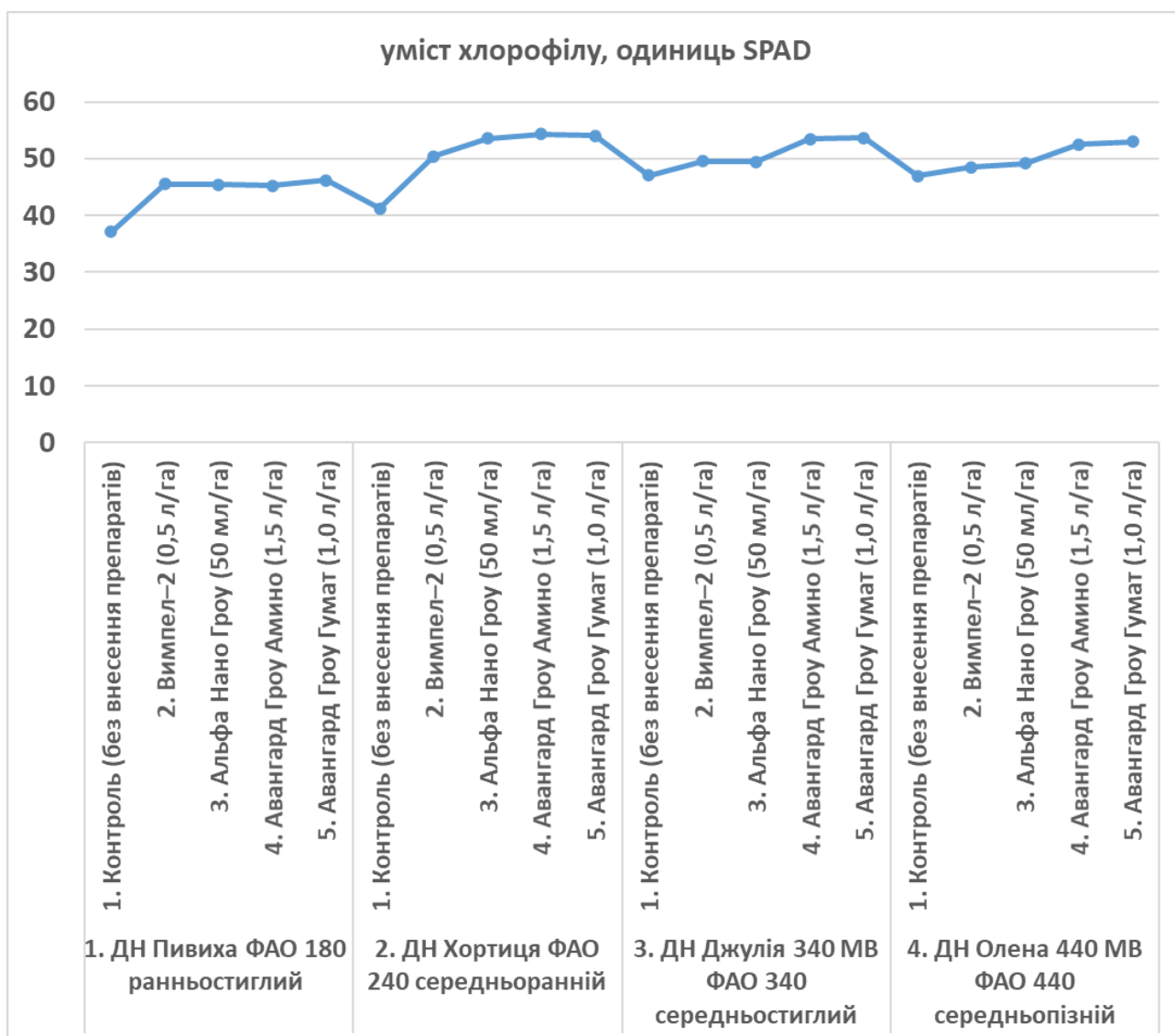


Рис. 3.4. Уміст хлорофілу в листках кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин в середньому за 2020–2022 рр., одиниць SPAD

Таким чином, стимулятори росту рослин сприяли збільшенню умісту хлорофілу в листках кукурудзи в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом. Так, у гібридів ДН Пивиха ФАО 180 збільшення становило 8,10–9,10 одиниць (17,90–19,60 %), ДН Хортиця ФАО 240 – 9,20–12,80 одиниць (18,20–23,70 %), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 2,30–6,60 одиниць (4,60–12,20 %), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3 %). Виявлена також тенденція зростання вмісту хлорофілу з внесенням препаратів «Авангард Гроу Аміно» – 1,5 л/га та «Авангард Гроу Гумат» – 1,0 л/га порівняно з «Вимпел 2» – 0,5 л/га та «Альфа Нано Гроу» – 50 мл/га.

### **3.3. Чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин**

Фотосинтез – це основний процес формування органічної речовини в природі шляхом перетворення енергії сонця в енергію хімічних зв'язків органічних речовин. На відсоток органічних речовин, утворених в процесі фотосинтезу, припадає близько 85,0 % загальної біомаси рослини. Тому зміна сухої маси може досить об'єктивно проявлятися на асиміляційній діяльності рослин. Саме цей показник покладено в основу методу визначення «нетто-асиміляції», або чистої продуктивності фотосинтезу [220].

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) відображає ефективність агротехнічних заходів вирощування та являє собою приріст сухої маси рослин у грамах за певний час (доба), віднесений до одиниці листової поверхні ( $m^2$ ). Її розраховують періодичним добором проб рослин, у яких визначають загальну масу, масу окремих органів і площу листків. Відомо, що продуктивність фотосинтезу істотно залежить від площі листової поверхні рослин, яка регулюється створенням оптимальної структури посіву. Це, зі свого боку, визначає основне завдання величини асиміляційної поверхні – вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту впродовж вегетаційного періоду рослин.

Одним із важливих та ефективних способів повнішого використання фотосинтетично активної радіації є сприяння прискореному розвитку листового апарату ще на початку періоду вегетації за рахунок застосування факторів інтенсифікації, зокрема використання стимуляторів росту та мікродобрив для гібридів кукурудзи різних груп стиглості [165].

Як видно з результатів досліджень, чиста продуктивність фотосинтезу істотно залежала від гібридів різних груп стиглості та змінювалася під впливом використаних стимуляторів росту й мікродобрив (табл. 3.6).



Таблиця 3.6

Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин кукурудзи залежно від факторів досліду, г/м<sup>2</sup> за добу за 2020–2022 рр.

Стимулятор росту рослин та його доза	Гібрид кукурудзи та періоди розвитку рослин											
	ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий			ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній			ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий			ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній		
	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів
1. Контроль (без внесення препаратів)	6,8	8,5	5,3	7,5	8,6	5,4	7,7	9,2	6,1	8,2	11,9	7,5
2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	7,5	8,8	5,5	7,8	8,9	5,6	8,0	9,7	6,5	8,5	12,5	7,9
3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	7,5	8,9	5,5	7,8	9,0	5,7	8,1	9,8	6,7	8,7	12,7	7,9
4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	7,6	9,0	5,7	7,9	9,0	5,7	8,2	9,8	6,7	8,8	12,7	8,0
5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	7,8	9,0	5,8	7,8	9,0	5,8	8,2	9,8	6,8	8,8	12,8	8,0
НІР <sub>0,5</sub> , г/м <sup>2</sup> за добу	0,2	0,22	0,25	0,25	0,21	0,2	0,25	0,3	0,24	0,3	0,31	0,25

Приріст сухої маси в ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 постійно збільшувався від міжфазного періоду сходи – 7 листків (6,8–7,8 г/м<sup>2</sup>) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків (8,5–9,0 г/м<sup>2</sup>), або в 1,15–1,25 раза, з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до 5,3–5,8 г/м<sup>2</sup> (або в 1,5–1,6 раза менше) через фізіологічне

сповільнення ростових процесів. Аналогічні закономірності зафіксовано й у інших гібридів: середньораннього ДН Хортиця ФАО 240, середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 та середньопізннього ДН Олена 440 МВ ФАО 440. Зокрема, у останнього зазначені показники були максимальними й становили від міжфазного періоду сходи – 7 листків ( $8,2-8,8 \text{ г/м}^2$ ) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків ( $11,9-12,8 \text{ г/м}^2$ ), або в 1,45 раза, з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до  $7,5-8,0 \text{ г/м}^2$  (або в 1,58–1,6 раза менше) через сповільнення фізіологічних ростових процесів.

Окрім різниці між гібридами стосовно чистої продуктивності фотосинтезу рослин кукурудзи відмічено також деякий вплив і стимуляторів росту рослин разом з мікродобривами. Так, якщо на контролі вказані показники були мінімальними й становили відповідно до визначених міжфазних періодів у ранньостиглого гібрида ДН Пивиха 6,8; 8,5 та  $5,3 \text{ г/м}^2$ , середньораннього ДН Хортиця 7,5; 8,6;  $5,4 \text{ г/м}^2$ , середньостиглого ДН Джулія 7,7; 9,2;  $6,1 \text{ г/м}^2$  середньопізннього ДН Олена 8,2; 11,9;  $7,5 \text{ г/м}^2$ , то після використання практично всіх препаратів (стимулятори росту рослин, мікродобрива) відбувалося деяке зростання приросту сухої речовини за добу, що становило в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 9,3–12,8 %, середньораннього ДН Хортиця – 3,8–5,1 %, середньостиглого ДН Джулія – 3,75–6,1 % та середньопізннього ДН Олена – 3,5–6,8 %.

Виявлено тенденцію до зростання приросту сухої речовини за добу в разі використання препаратів «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) порівняно з «Вимпел 2» (0,5 л/га) та «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га). Збільшення тут було мінімальним та становило лише 0,7–3,8 %.

Як бачимо з результатів дослідження, найбільш ефективними виявилися препарати саме на ранньостиглому гібриді ДН Пивиха із приростом сухої маси за добу – 9,3–12,8 %, що, ймовірно, свідчить про поступове сповільнення дії препаратів впродовж вегетації, тобто на кінець вегетації їхня дія практично

припиняється, у той час як на ранньостиглому гібриді з коротшим періодом вегетації вони ще мають вплив на рослини. Так, середньопізній гібрид ДН Олена мав довший фізіологічний період росту 126–127 діб порівнюючи з середньораннім (114–115 діб) та ранньостиглим (106–107 діб). А це свідчить про те, що необхідно повторно вносити препарати для подовження їх дії на рослини, особливо на пізніх гібридах з подовженим періодом вегетації.

Значним фактором, що визначає величину продуктивності й відображає фотосинтетичну активність рослин кукурудзи є фотосинтетичний потенціал. Для життєдіяльності кукурудзи необхідні відповідні температурні та світлові режими. Важливим проявом життєдіяльності рослин кукурудзи є їх ростові процеси, що пов'язані з кількісними змінами. У ході вирощування рослин кукурудзи необхідно враховувати їхні адаптивні можливості, тобто чуттєва реакція до умов вирощування. Інтенсивність ростових процесів рослин кукурудзи залежить від групи стиглості гібридів кукурудзи, стимуляторів росту та мікродобрив, погодних умов, а також елементів технології вирощування [216, 221].

Нашими дослідженнями визначено, що фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи дещо залежав від погодних умов, фаз розвитку рослин, груп стиглості гібридів та внесених стимуляторів росту (табл. 3.7).

З табл. 3.7 відразу видно, що всі внесені препарати, які містять стимулятори росту росли та мікродобрива, суттєво підвищували фотосинтетичний потенціал кукурудзи. Так, підвищення фотосинтетичного потенціалу від використання зазначених препаратів зростало в найбільш інтенсивний міжфазний період росту (7 листків – 12–13 листків) в ранньостиглого ДН Пивиха на 5,6–15,1 %, середньораннього ДН Хортиця на 5,6–9,2 %, середньостиглого ДН Джулія на 5,6–8,4% та середньопізнього ДН Олена на 5,6–7,25 %. Відмічається така сама закономірність, як і при визначенні ЧПФ, а саме: максимальних показників фотосинтетичного потенціалу в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 5,6–15,1% з поступовим його зменшенням

в посівах середньораннього ДН Хортиця, середньостиглого ДН Джулія до мінімальних значень підвищення у середньопізнього ДН Олена – 5,6–7,25 %. Що стосується відмінностей між самими препаратами, то тут, як і при визначенні ЧПФ, тенденцію у перевазі мали препарати «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га), що викликали максимальне зростання фотосинтетичного потенціалу відповідно до 6,96–14,9 % та 7,25–15,1 %.

Таблиця 3.7

Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин, тис. м<sup>2</sup>/га днів (середнє за 2020–2022 рр.)

Стимулятор росту рослин та його доза	Гібрид кукурудзи та періоди розвитку рослин											
	ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий			ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній			ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий			ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній		
	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	сходи – 7 листків	7 листків – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів
1. Контроль (без внесення препаратів)	751	1285	630	770	1381	672	781	1392	681	890	1483	709
2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	796	1362	668	816	1464	712	827	1475	721	943	1571	751
3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	790	1450	670	825	1471	715	831	1472	722	945	1574	755
4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	807	1510	677	830	1512	722	839	1520	732	956	1594	762
5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	805	1515	676	827	1522	721	835	1521	733	958	1599	770
НІР <sub>0,5</sub> , г/м <sup>2</sup> за добу	26	25	34	25	22	23	34	28	33	24	36	28

Відмічена також закономірність зростання фотосинтетичного потенціалу від початкового міжфазного періоду сходи – 7 листків до 7 листків – 12–13 листків та поступовим зниженням у кінцевий міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів.

### Висновки до розділу 3

1. Чиста продуктивність фотосинтезу істотно залежала від гібридів різних груп стиглості та змінювалася під впливом використаних стимуляторів росту та мікродобрив. Приріст сухої маси в ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 постійно збільшувався від міжфазного періоду сходи – 7 листків (6,8–7,8 г/м<sup>2</sup>) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків (8,5–9,0 г/м<sup>2</sup>), або в 1,15–1,25 раза, з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до 5,3–5,8 г/м<sup>2</sup> (або в 1,5–1,6 раза менше) через фізіологічне сповільнення ростових процесів. Аналогічні закономірності спостерігаються й у інших гібридів: середньораннього ДН Хортиця ФАО 240, середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 та середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440. У гібрида ДН Олена зазначені показники були максимальними й становили від міжфазного періоду сходи – 7 листків (8,2–8,8 г/м<sup>2</sup>) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків (11,9–12,8 г/м<sup>2</sup>), або зросли в 1,45 раза з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до 7,5–8,0 г/м<sup>2</sup> (або в 1,58–1,6 раза менше) через сповільнення фізіологічних ростових процесів.

2. Виявлено тенденцію зростання приросту сухої речовини за добу в разі використання препаратів «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) порівняно з «Вимпел 2» (0,5 л/га) та «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га). Збільшення тут було мінімальним та становило лише 0,7–3,8 %.

3. Стимулятори росту росли та мікродобрива суттєво підвищували фотосинтетичний потенціал кукурудзи. Так, у найбільш інтенсивний

міжфазний період росту (7 листків – 12–13 листків) підвищення становило в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 5,6–15,1 %, середньораннього ДН Хортиця – 5,6–9,2 %, середньостиглого ДН Джулія – 5,6–8,4% та середньопізннього ДН Олена – 5,6–7,25 %.

4. Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу виявлені у ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 5,6–15,1% з поступовим його зменшенням в посівах середньораннього ДН Хортиця, середньостиглого ДН Джулія до мінімальних значень підвищення у середньопізннього ДН Олена – 5,6–7,25 %. Препарати «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) сприяли максимальному зростанню показників фотосинтетичного потенціалу відповідно до 6,96–14,9 % та 7,25–15,1 %.

Основні наукові результати розділу 3 авторкою опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [195, 198–208].

## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА ЗЕРНОВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН КУКУРУДЗИ

#### 4.1. Формування елементів структури врожаю кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин

Відомо, що показники врожайності кукурудзи суттєво залежать від кількості та діаметра качанів, кількості зерен у качанах, маси 1000 зерен та інших складових структури врожаю, що поєднані між собою відповідними кореляційними зв'язками. Цей взаємозв'язок залежить не тільки від морфологічних властивостей гібридів кукурудзи, а й від агротехнічних заходів, які застосовуються в технологічному процесі, зокрема й застосування стимуляторів росту рослин, мікродобрив тощо. Кількість качанів на рослинах – стабільна генотипова ознака кожного конкретного біотипу, проте вона може змінюватися під впливом як погодних умов, так і інших факторів довкілля [222, 223]. У сприятливі роки кількість рослин, які формують розвинені другі качани, досягає максимуму, завдяки чому з'являються додаткові можливості одержання більш високого урожаю. У менш сприятливі роки їх число зменшується, а в посушливі вони можуть бути зовсім відсутні. У стресових умовах великого значення набуває використання стимуляторів росту рослин та мікродобрив, які суттєво підвищують імунітет рослин, їхню толерантність та стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища, а саме: коливань температури, вологості ґрунту й повітря.

Наші експерименти щодо вивчення елементів структури врожаю (довжина качана, кількість рядів зернин, кількість зернин з качана, маса зерна з качанів, маса 1000 зерен) показали закономірну тенденцію їх підвищення залежно від групи стиглості гібридів кукурудзи, тобто зростання зазначених

показників від ранньостиглого до середньопізнього. Крім цього всі елементи структури врожаю залежали від використаних препаратів, що включають до свого складу стимулятори росту, мікродобрива тощо (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Вплив стимуляторів росту рослин на елементи структури врожаю кукурудзи в середньому за 2020–2022 рр.

Гібрид	Варіанти досліду	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість рядів зерен, шт	Кількість зернин із качана, шт	Маса зерна із качана, г	Маса 1000 зерен, г
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	17,30	3,60	14,0	443,30	65,50	202,80
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	17,60	3,800	15,20	474,40	71,10	212,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	17,40	3,60	14,20	485,0	77,30	210,90
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	17,90	4,10	15,60	479,50	85,90	212,20
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	17,70	4,10	14,60	499,60	95,50	232,80
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	18,0	3,50	13,20	375,0	87,10	210,80
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	18,30	3,50	13,20	422,90	96,70	216,20
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	18,60	3,80	14,40	447,10	94,60	216,40
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	18,90	4,0	14,50	447,0	101,40	231,70
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	19,0	3,80	14,70	446,80	107,0	249,80
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	18,10	3,90	14,60	441,20	87,70	215,40
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	19,60	4,0	15,10	543,80	94,70	236,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	19,20	4,10	15,30	595,10	97,70	239,80
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	19,50	4,90	15,00	535,30	104,50	249,20
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	19,80	4,90	15,50	544,0	109,50	265,40
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	18,40	4,30	13,20	467,0	100,50	269,90
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	18,50	4,20	14,60	510,20	107,10	280,80
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	18,50	3,90	14,80	583,0	108,10	288,90
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	18,70	4,30	14,90	594,10	108,60	285,0
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	18,90	3,70	14,70	571,50	110,50	289,90



Рослини кукурудзи на контрольних варіантах усіх гібридів мали мінімальні показники довжини качана, а використання всіх стимуляторів росту дало можливість підвищити його на 0,50–1,70 см (2,60–8,60 %) особливо за використання «Авангард Гроу Гумат» та «Авангард Гроу Аміно». Максимальну довжину качана мав середньостиглий гібрид ДН Джулія – 18,1–19,8 см, а найкоротшими були качани в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 17,3–17,9 см (рис. 4.1).

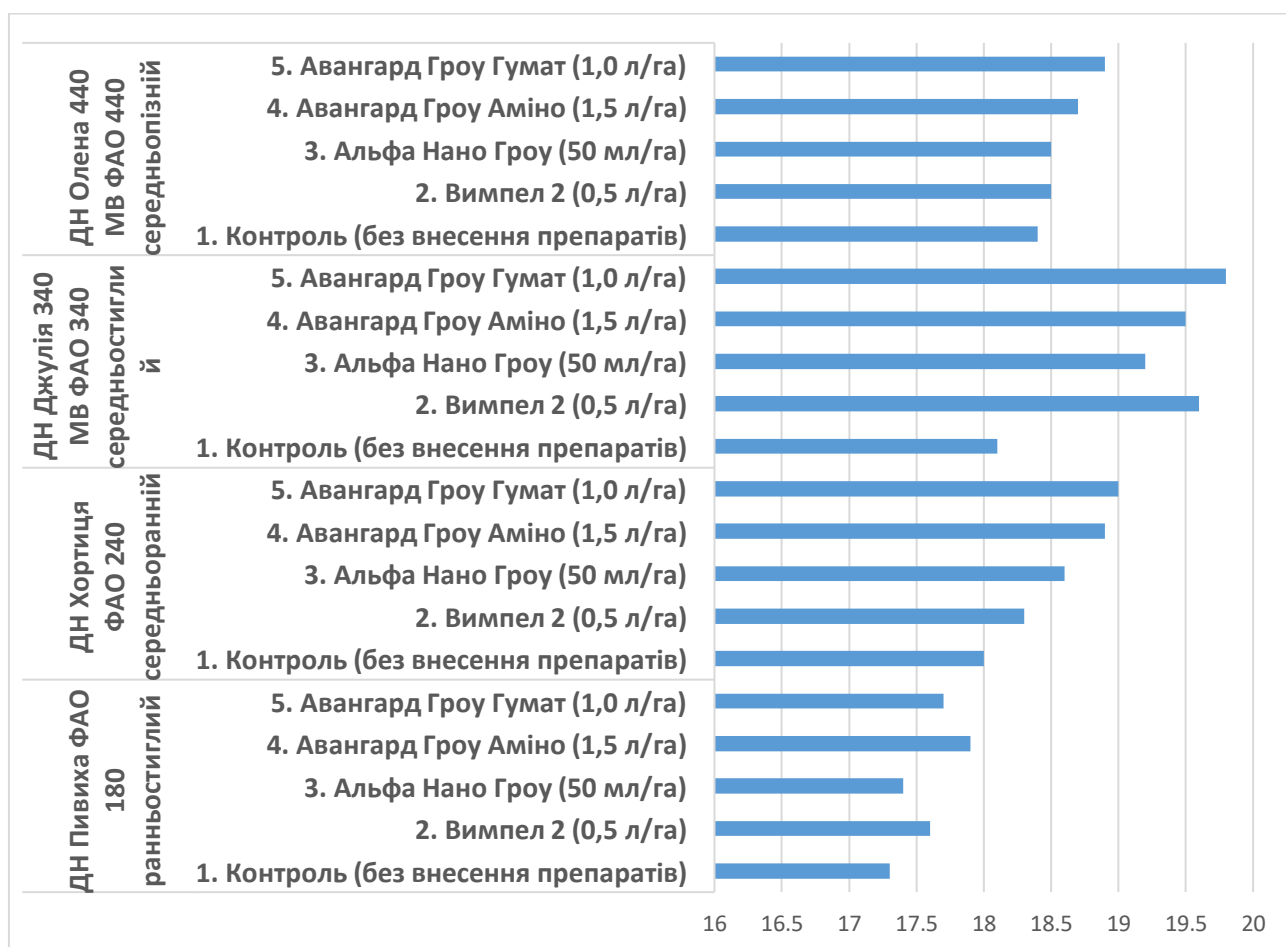


Рис. 4.1. Довжина качанів кукурудзи залежно від гібридів різних груп стиглості та використаних стимуляторів росту рослин у середньому за 2020–2022 рр.

Відмічено збільшення кількості зерен з качана під впливом стимуляторів росту рослин в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 на 31,10–56,30 шт (6,50–11,20 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 47,90–71,80 шт (11,30–16,0 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 102,60–102,80

шт (18,80–18,90 %) та у середньостиглого ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 43,20–104,50 шт (8,40–18,30 %) (рис. 4.2). Вищезазначені показники корелюють з довжиною качанів кукурудзи різних груп стиглості.

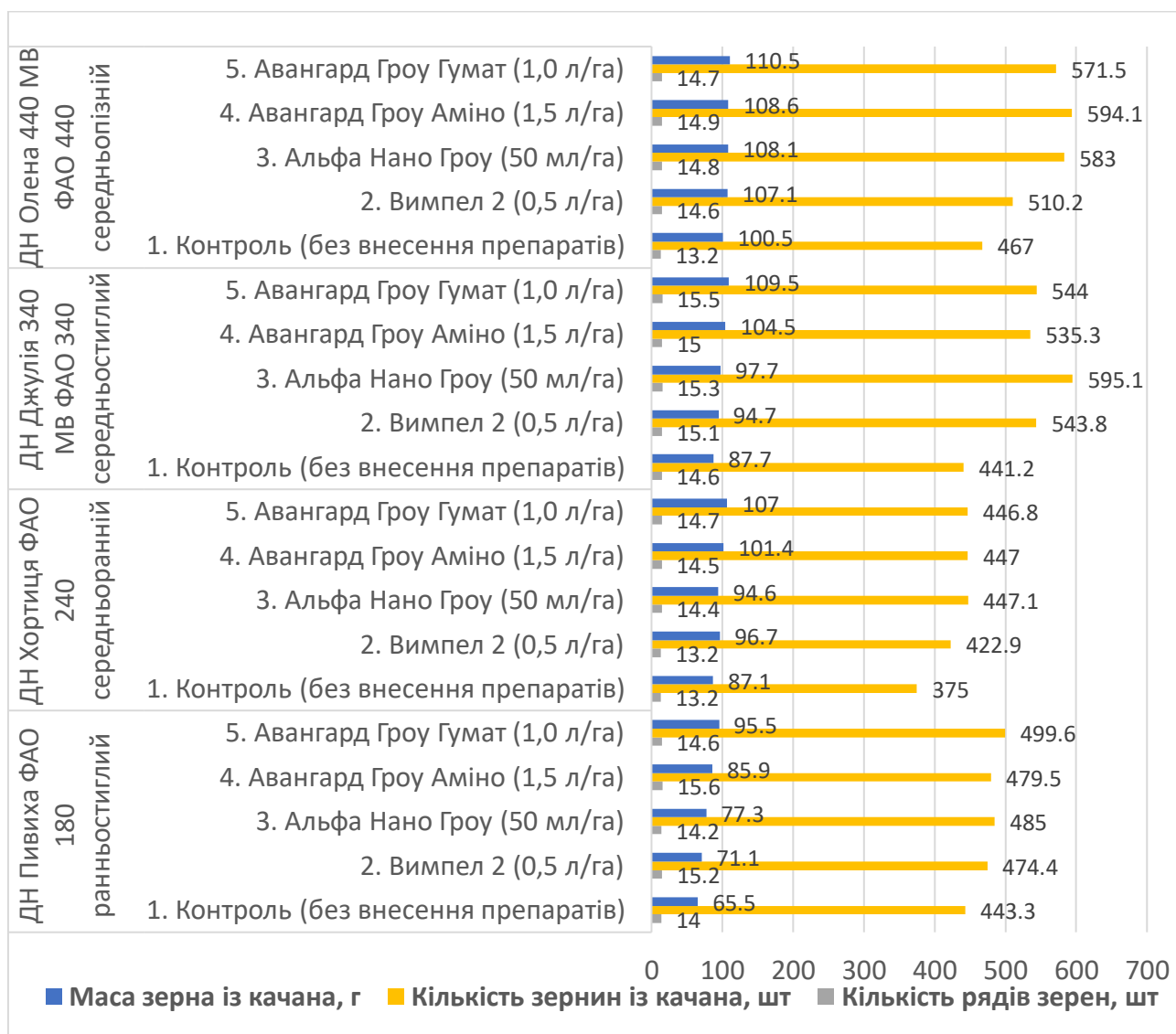


Рис. 4.2 Кількість зерен з качана під впливом стимуляторів росту рослин у гібридів різних груп стиглості в середньому за 2020–2022 рр.

Аналогічна закономірність виявлена у визначенні маси зерна із качана та маси 1000 зернин. Так, маса зерна із качана підвищувалася під впливом стимуляторів росту рослин по гібридах кукурудзи в середньому на 5,61–30,1 г (7,82–31,42 %), а маса 1000 зернин – на 5,41–50,2 г (2,50–18,81 %). Із внесених стимуляторів слід виділити «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард

Гроу Гумат» (1,0 л/га), які мали максимальну тенденцію до зростання зазначених показників (рис. 4.3).

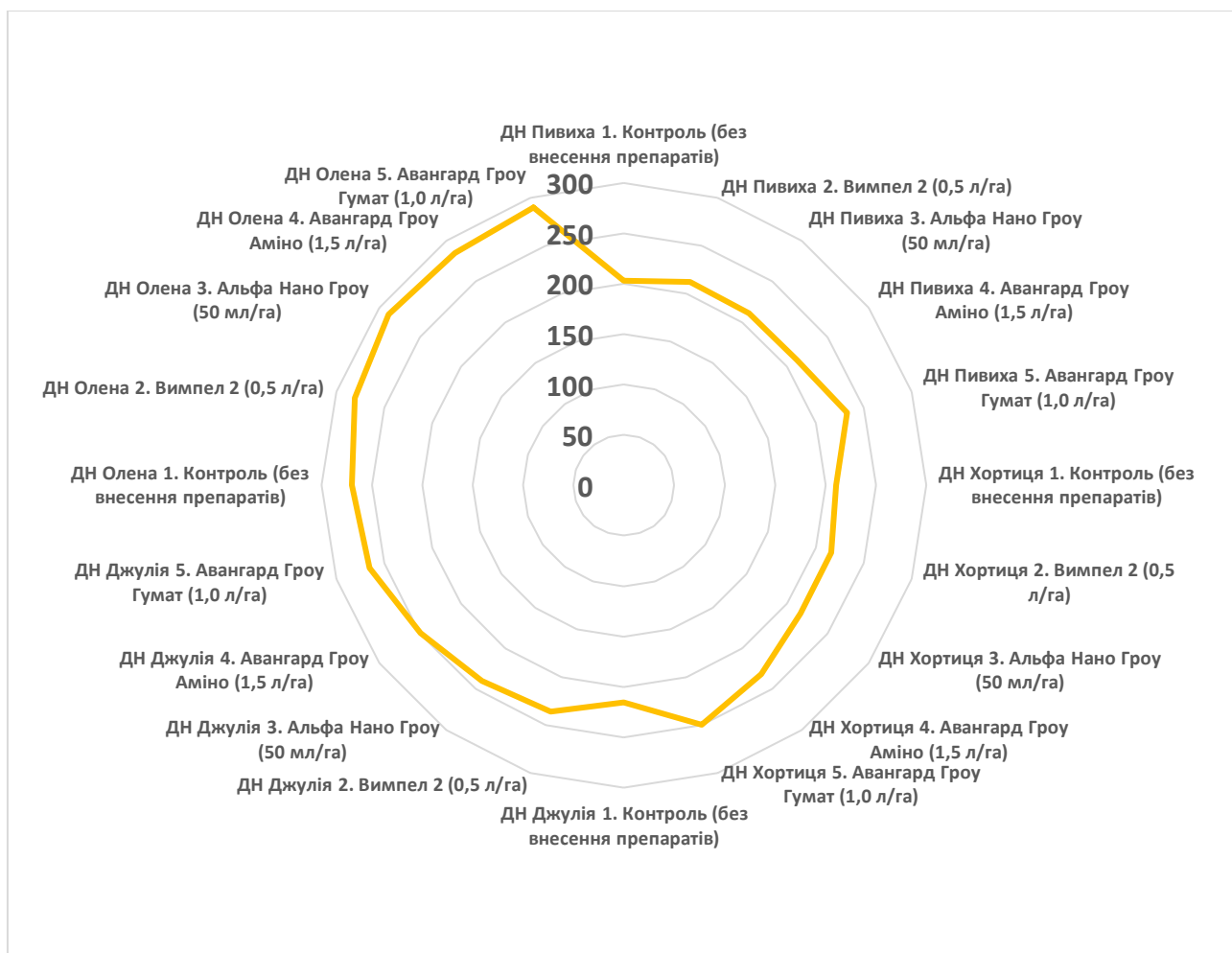


Рис. 4.3. Маса 1000 зерен кукурудзи гібридів різних груп стиглості під впливом стимуляторів росту рослин та мікродобрів у середньому за 2020–2022 рр.

#### 4.2. Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від стимуляторів росту рослин

Головною метою сільськогосподарського виробництва є одержання високих та сталих врожаїв польових культур високої якості. Величина отриманого урожаю та його якість визначається сумісною дією багатьох факторів, зокрема кліматичними умовами, зволоженням ґрунту, режимом живлення, особливістю продуктивних властивостей кукурудзи. Чим повніше

фактори середовища задовольняють біологічні вимоги кукурудзи, тим краще проявляються природні можливості її продуктивності [224, 225, 226].

Урожайність кукурудзи в роки проведення досліджень, коли протягом вегетації спостерігалися неоднорідні погодні умови, певною мірою зумовлювалася впливом різних умов, зокрема внесеними препаратами, які містять різні стимулятори росту рослин та мікродобрива, гібридами різних груп стиглості тощо. Досліджувані фактори впливали на продуктивність рослин, зафіксовано зміни фотосинтетичної діяльності досліджуваних гібридів, процесів формування маси їх рослин та структури врожаю, що загалом позначилося на урожайності зерна різних за скоростиглістю гібридів.

Уміст хлорофілу в листках кукурудзи який зростав від використання препаратів, що містять стимулятори росту рослин та мікродобрива, помітно корелював з урожайністю зерна. Тобто за підвищення показників умісту хлорофілу закономірно зростала й урожайність зерна. Прибавка від застосування стимуляторів росту рослин становила в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 – 0,12–0,36 т/га (2,60–7,60 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 0,840–1,070 т/га (16,50–18,40 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,21 т/га (3,190–3,30 %), середньопізннього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,040–0,52 т/га (0,640–7,50 %) (табл. 4.2, рис. 4.4).

Слід відмітити особливості вологого 2021 року, коли урожайність зерна кукурудзи, як видно з таблиці 4.2 та рисунку 4.4, на внесених варіантах препаратів у більшості випадків навіть зменшувалася у ранньостиглого гібрида ДН Пивиха на 0,58–0,64 т/га (12,2–13,5 %), середньораннього ДН Хортиця на 0,07–0,8 т/га (1,25–1,4 %), середньостиглого ДН Джулія на 0,33–1,33 т/га (4,9–19,9 %), середньопізннього ДН Олена на 0,82–1,32 т/га (14,3–18,9 %). Серед гібридів практично не знижував урожай середньоранній гібрид ДН Хортиця, що можна пояснити його біологічними особливостями. Зниження врожаю, ймовірно, можна пояснити інтенсивним розвитком вегетативної маси, внаслідок чого значна частина елементів живлення та пластичних речовин витрачалася на формування листків, стебел, а не качанів та зерна. В умовах

зволоження також зростала поширеність та ураженість кукурудзи хворобами, що в загущеніших посівах на тлі підвищеної вологості давало зниження продуктивності рослин.

Таблиця 4.2

Урожайність кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин за 2020–2022 рр., т/га

Гібрид кукурудзи	Стимулятор росту рослин та його доза	Урожайність за роками, т/га			
		2020	2021	2022	середнє
1. ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,51	4,74	4,87	4,37
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	3,67	4,81	5,00	4,49
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	3,85	4,41	5,67	4,64
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	3,90	4,49	5,81	4,73
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,00	4,16	6,03	4,73
2. ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,43	5,59	5,16	4,72
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	4,08	5,52	5,64	5,08
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	4,38	5,87	6,45	5,56
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,53	5,94	6,77	5,74
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,63	5,51	7,24	5,79
3. ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,99	6,68	6,65	5,77
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	4,14	6,68	7,06	5,96
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	4,25	6,35	7,31	5,97
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,27	5,65	7,95	5,95
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,38	5,35	8,09	5,94
4. ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,79	6,95	7,82	6,18
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	3,96	7,28	8,80	6,68
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	4,06	6,13	9,05	6,41
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,11	6,02	8,55	6,22
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,25	5,63	9,00	6,29
NIP <sub>0,5</sub> , т/га		0,11	0,18	0,22	–



Рис. 4.4. Урожайність зерна кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин у середньому за 2020–2022 рр., т/га

У посушливий (2020 р.) та помірно вологий роки (2022 р.) навпаки відбувалося зростання рівня врожайності зерна кукурудзи під дією стимуляторів росту рослин та мікродобрив.

### 4.3. Якість зерна кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин

Високі врожаї зерна кукурудзи формуються за сприятливого поєднання численних факторів, серед яких можна виокремити ґрунтово-кліматичні умови, рівень та культуру агротехніки. Однак, окрім зазначених непорушних факторів, в умовах сьогодення з'явилися сучасні інструменти, використання яких здатне оперативнo та ефективно підвищити врожайність зерна. Одним із таких інструментів є стимулятори росту рослин. Вони можуть бути природного чи штучного (отримані в результаті синтезу людиною) походження. Усі синтезовані препарати є аналогами фітогормонів. Завдяки їх використанню стало можливим значно збільшити швидкість настання тих чи інших фенологічних фаз, а як результат – скорочення періоду вегетації, раціональне використання ґрунтової вологи та підвищення якості продукції, можливість раціональнішого використання сільськогосподарської техніки під час збирання врожаю. Насінневий матеріал або рослини, оброблені стимуляторами росту, краще реагують на несприятливі умови довкілля. Завдяки своєму походженню речовини цієї групи є безпечними та нетоксичними як для людини, так і для довкілля [222–223].

Внесення практично всіх стимуляторів росту рослин на кукурудзі в нашому досліді давало можливість поліпшити якість зерна гібридів різних груп стиглості (табл. 4.3). Отримані експериментальні дані прямо корелювали із біометричними показниками, елементами структури врожаю та врожайністю зерна. Так, використання стимуляторів росту підвищувало уміст сирого протеїну у ДН Пивиха на 0,03–0,65 в.п. (відсоткових пункти), ДН Хортиця 0,58–1,04 в.п., ДН Джулія – 0,1–0,74 в.п., ДН Олена – 0,15–0,68 в.п., максимальна прибавка сирого протеїну відмічена в середньораннього гібрида ДН Хортиця. Серед використаних препаратів слід виділити «Авангард Гроу Аміно» та «Авангард Гроу Гумат», які мали тенденцію до зростання вмісту сирого протеїну до 6,42–8,4 %, або на 0,12–0,48 в.п. більше. Що стосується гібридів, то максимальні показники вмісту сирого протеїну відмічені саме в ранньостиглого гібрида ДН

Пивиха – 7,75–8,4 %. Зафіксована також тенденція до зниження вмісту сирого протеїну із подовженням вегетаційного періоду від ранньостиглого гібрида до середньопізннього, що, ймовірно, пов'язано із поступовим сповільненням дії препаратів у часі та потребує додаткових досліджень із застосуванням додаткового (третього) внесення препаратів на більш пізніх гібридах.

Таблиця 4.3

Якість зерна кукурудзи під впливом гібридів різних груп стиглості та стимуляторів росту рослин за 2020–2022 рр.

Гібрид	Варіанти препаратів	Урожайність зерна, т/га	Сирий протеїн, %	Сирий жир, %	Вологість зерна, %
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	4,37	7,75	4,02	14,08
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	4,49	7,78	4,68	13,91
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	4,64	7,92	4,76	13,82
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,73	8,21	4,82	14,03
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,73	8,40	4,81	13,83
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	4,72	6,08	3,55	14,02
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	5,08	6,66	5,06	13,06
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	5,56	7,12	4,33	14,14
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	5,74	6,86	4,48	14,01
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	5,79	7,10	4,45	13,93
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	5,77	6,32	3,53	14,34
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	5,96	6,55	3,73	14,04
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	5,97	6,43	4,43	14,12
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	5,95	6,42	4,11	14,32
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	5,94	7,06	4,10	14,18
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізнній	1. Контроль (без внесення препаратів)	6,18	6,05	4,71	14,50
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	6,68	6,20	4,77	14,53
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	6,41	6,62	5,38	13,80
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	6,22	6,73	5,52	14,44
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	6,29	6,60	5,17	14,45



Уміст сирого жиру мав обернену кореляцію по відношенню до вмісту сирого протеїну, тобто відмічено збільшення його умісту на середньопізньому гібриді порівняно із ранньостиглими. Так, у середньопізнього ДН Олена отримано максимальні показники вмісту жиру 4,71–5,38 %, решта гібридів дещо поступалася (на 0,32–1,18 в.п.).

Стимулятори росту підвищували вміст сирого жиру порівняно з контролем (3,53–4,71 %) до 3,73–5,52 %, або на 0,2–0,81 в.п., найбільш позитивну тенденцію тут мали препарати «Авангард Гроу Аміно», «Авангард Гроу Гумат» та «Вимпел 2».

#### Висновки до розділу 4

1. Застосування регуляторів росту рослин дало можливість підвищити довжину качана кукурудзи на 0,50–1,70 см (2,60–8,60 %) особливо за використання препаратів «Авангард Гроу Гумат» та «Авангард Гроу Аміно». Максимальну довжину качана мав середньостиглий гібрид ДН Джулія – 18,1–19,8 см, а найкоротшими були качани в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 17,3–17,9 см.

2. Виявлено збільшення кількості зерен з качана під впливом стимуляторів росту рослин у ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 на 31,10–56,30 шт (6,50–11,20 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 47,90–71,80 шт (11,30–16,0 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 102,60–102,80 шт (18,80–18,90 %) та у середньостиглого ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 43,20–104,50 шт (8,40–18,30 %). Кількість зерен корелює з довжиною качанів кукурудзи різних груп стиглості.

3. Доведено збільшення маси зерна кукурудзи із качанів під впливом стимуляторів росту рослин по гібридах у середньому на 5,61–30,1 г (7,82–31,42 %), а маса 1000 зернин на 5,41–50,2 г (2,50–18,81 %). Із внесених стимуляторів слід виділити «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат»

(1,0 л/га), що мали максимальну тенденцію до зростання зазначених показників.

4. Прибавка урожаю зерна корелювала із умістом хлорофілу в листках, тобто з підвищенням умісту хлорофілу зростала й урожайність кукурудзи. Прибавка урожаю від застосування стимуляторів росту рослин становила в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 – 0,12–0,36 т/га (2,60–7,60 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 0,840–1,070 т/га (16,50–18,40 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,21 т/га (3,190–3,30 %), середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,040–0,52 т/га (0,640–7,50 %).

5. Встановлено вищу ефективність стимуляторів росту рослин за стресових умов посушливого (2020 р.) та помірно вологого року (2022 р.), коли відбувалося зростання рівня урожайності зерна кукурудзи під дією стимуляторів росту рослин та мікродобрив. Водночас у вологий 2021 рік виявлено зниження врожаю через інтенсивний розвиток вегетативної маси, коли значна частина елементів живлення та пластичних речовин витрачалася на формування листків, стебел, а не качанів і зерна.

6. Під дією стимуляторів росту рослин підвищувався вміст сирого протеїну в ДН Пивиха на 0,03–0,65 в.п., ДН Хортиця – 0,58–1,04 в.п., ДН Джулія – 0,1–0,74 в.п., ДН Олена – 0,15–0,68 в.п., максимальна прибавка сирого протеїну відмічена у середньораннього гібрида ДН Хортиця. Серед використаних препаратів найбільшу ефективність виявили «Авангард Гроу Аміно» та «Авангард Гроу Гумат», які сприяли зростанню вмісту сирого протеїну на 6,42–8,4 %, або на 0,12–0,48 в.п. Що стосується гібридів, то максимальні показники вмісту сирого протеїну відмічені саме в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 7,75–8,4 %. Відмічена також тенденція до зниження умісту сирого протеїну із подовженням вегетаційного періоду від ранньостиглого гібрида до середньопізнього, що, ймовірно, пов'язано із поступовим сповільненням дії препаратів у часі та потребує додаткових досліджень із застосуванням додаткового (третього) внесення препаратів на більш пізніх гібридах.

7. Уміст сирого жиру мав обернену кореляцію по відношенню до вмісту

сирого протеїну, тобто відмічено збільшення його умісту на середньопізньому гібриді порівняно із ранньостиглими. Так, у середньопізнього ДН Олена отримано максимальні показники вмісту жиру 4,71–5,38 %, решта гібридів дещо поступалася на 0,32–1,18 в.п. Стимулятори росту підвищували уміст сирого жиру порівняно з контролем (3,53–4,71 %) до 3,73–5,52 %, або на 0,2–0,81 в.п., найбільш позитивну тенденцію тут мали препарати «Авангард Гроу Аміно», «Авангард Гроу Гумат» та «Вимпел 2».

Основні наукові результати розділу 4 авторкою опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [195, 198–208].

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

#### 5.1. Економічна ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом стимуляторів росту

Використання різних елементів технології під час вирощування зерна кукурудзи завжди повинно супроводжуватися економічним аналізом їх доцільності. Використання нових елементів технології повинно знижувати енергоємність зерна кукурудзи без зниження рівня продуктивності культури. Під час розрахунку економічної ефективності враховували прямі матеріальні витрати, що містили витрати виробничі, вартість насіння, добрив, гербіцидів, паливно-мастильних матеріалів, витрати на оплату праці, виплати у фонд соціального страхування, пенсійний фонд, відрахування на амортизацію і поточний ремонт.

Кукурудза різних груп стиглості на тлі різних препаратів, що містять стимулятори росту рослин та мікродобрива, відзначалася неоднаковою урожайністю зерна, що залежала від біологічних властивостей гібридів, використання стимуляторів росту та мікродобрив, що, зрештою, обумовлювало величину виробничих витрат, які необхідні для проведення технологічних циклів робіт в технології вирощування кукурудзи (табл. 5.1).

Так, загальні витрати в технологічному циклі робіт вирощування кукурудзи на дослідному полі науково освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету становили 19 900 грн/га (витрати на матеріали, оплата праці, амортизаційні відрахування). Вартість використаних у досліді препаратів станом на 2022 маркетинговий рік становила: «Вимпел 2» – 400 грн/л, «Альфа Нано Гроу» – 550 грн/0,1 л, «Авангард Гроу Аміно» – 188 грн/л, «Авангард Гроу Гумат» – 133,0 грн/л.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин у середньому  
за 2020–2022 роки

Гібрид	Варіанти препаратів	Урожайність зерна, т/га	Ціна реалізації зерна, грн/т	Витрати на препарати, грн/га	Виробничі витрати всього, грн/га	Вартість вальної продукції, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	Надбавка відсоткових пункти
ДН Пивиха ранньостиглий ФАО 180	1. Контроль (без внесення препаратів)	4,37	7900	–	19900	34523	14623	73,4	–
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	4,49	7900	200,0	20100	35471	15371	76,4	3,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	4,64	7900	275,0	20175	36656	16481	81,6	8,2
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,73	7900	282,0	20182	37367	17185	85,1	11,7
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,73	7900	133,0	20033	37367	17334	86,5	13,1
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	4,72	7900	–	19900	37288	17388	87,3	–
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	5,08	7900	200,0	20100	40132	20032	99,6	12,3
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	5,56	7900	275,0	20175	43924	23749	117,7	30,4
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	5,74	7900	282,0	20182	45346	25164	124,6	37,3
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	5,79	7900	133,0	20033	45741	25708	128,3	41,0
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	5,77	7900	–	19900	45583	25683	129,0	–
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	5,96	7900	200,0	20100	47084	26984	134,2	5,2
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	5,97	7900	275,0	20175	47163	26988	133,7	4,7
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	5,95	7900	282,0	20182	47005	26823	133,8	4,8
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	5,94	7900	133,0	20033	46926	26893	134,2	5,2
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	6,18	7900	–	19900	48822	28922	145,3	–
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	6,68	7900	200,0	20100	52772	32672	162,5	17,0
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	6,41	7900	275,0	20175	50639	30464	150,9	5,6
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	6,22	7900	282,0	20182	49138	29001	143,4	–1,9
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	6,29	7900	133,0	20033	49691	29658	148,0	2,7

Як видно з таблиці 5.1, максимальні загальні виробничі витрати були відмічені за використання препаратів «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) – 282 грн/га (у загальному – 20 182 грн/га) та «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га) – 275,0 грн (у загальному 20 175 грн/га) у зв'язку з дещо вищою вартістю зазначених препаратів.

За однакових виробничих витрат 19 900–20 182 грн/га гібриди різних груп стиглості формували неоднакову урожайність зерна (зростання урожайності від ранньостиглого гібрида до середньопізнього), а відповідно змінювалися і економічні показники. Максимальну урожайність та рентабельність виробництва зерна забезпечував середньопізній гібрид ДН Олена 440 МВ – 145,3–148,0 %. Дещо поступалися середньоранній ДН Хортиця та середньостиглий ДН Джулія 340 МВ, а за мінімальних показників урожайності (4,37–4,73 т/га) мінімальну рентабельність виробництва зерна забезпечував ранньостиглий гібрид ДН Пивиха – 73,4–86,5 %.

Досить цікаві економічні показники отримано від дії стимуляторів росту на рослини кукурудзи. Максимальну прибавку відсоткових пунктів (в.п.) рентабельності від використання препаратів по відношенню до контролю отримано на ранньостиглому ДН Пивиха (3,0–13,1 в.п.) та середньоранньому ДН Хортиця (12,3–41,0 в.п.) гібридах. Найкращі економічні показники тут мав препарат «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) з найкращою надбавкою в.п. по відношенню до контролю (+ 13,1–41,0 в.п.).

Середньостиглий ДН Джулія та середньопізній ДН Олена гібриди мали мінімальне зростання рентабельності від використаних препаратів, усього лише відповідно 4,7–5,2 та 2,7–17,0 в.п. через невеликі прибавки зерна від використання препаратів. На зазначених гібридах кукурудзи кращі результати забезпечував «Вимпел 2» (0,5 л/га): зростання рівня рентабельності на 5,2–17,0 в.п. Пояснити кращу ефективність препаратів на ранньостиглому й середньоранньому гібридах можна кращою дією препаратів на початку вегетації рослини і поступовим її затуханням з часом. Середньостиглий та середньопізній гібриди в міру своїх біологічних особливостей мають довший період вегетації, а відповідно потребують довшої пролонгації дії препаратів, тобто тут необхідно

додатково застосовувати препарати в більш пізніші фази росту й розвитку для отримання найбільшої прибавки зерна та зростання рівня рентабельності виробництва зерна.

## 5.2. Біоенергетична ефективність технології вирощування кукурудзи

Вирощування кукурудзи та підвищення рівня її продуктивності завжди супроводжується надто високими витратами енергії та коштів, тому запровадження менш енергоємних технологій неодмінно позначається на зменшенні собівартості виробництва зерна і на позитивному зростанні рентабельності виробництва.

Узагальнюючим енергетичним показником ефективності технології вирощування кукурудзи є співвідношення кількості енергії, акумульованої в зерні в процесі фотосинтезу, із сукупними витратами на використані для її виробництва матеріали й засоби ( коефіцієнт енергетичної ефективності ), що виражаються в кілокалоріях (Ккал) чи мегаджоулях (МДж) [227].

Коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ) залежить від елементів технології вирощування кукурудзи: кількості застосованих енергозасобів, машин, добрив, засобів захисту, та рівня її продуктивності [227].

Усі витрати енергії під час вирощування кукурудзи визначаються шляхом сумування енергетичних витрат елементів технології вирощування зернової культури [227 – 229]. Але затрачена енергія в цілому компенсувалася урожаєм кукурудзи (3,75–5,40 т/га сухої речовини) з валовим вмістом енергії 66 000–101 024 МДж/га, про що свідчить високий показник енергетичного коефіцієнта – 4,9–7,5, тобто повернення енергії з отриманим урожаєм було у 5–7,5 разів вищим, аніж затраченої. Коефіцієнт енергетичної ефективності суттєво залежав від урожаю основної продукції кукурудзи (зерно); побічну продукцію (стебла кукурудзи) не враховували, адже вони не використовувалися та залишалися на полі як органічне добриво. В одній тонні зерна кукурудзи містилося 17 600 МДж/га енергії (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Вплив стимуляторів росту на біоенергетичну ефективність технології вирощування кукурудзи за 2020–2022 роки

Гібрид	Варіанти препаратів	Урожайність зерна (сухої речовини), т/га	Валовий вміст енергії, МДж/га	Загальні витрати енергії, МДж/га	Витрати енергії на стимулятори росту рослин, МДж/га	Витрати енергії на 1 т урожаю (сухої речовини)	Енергетичний коефіцієнт (К <sub>еє</sub> )
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,75	66000	13384,0	–	3569,0	4,90
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	3,86	67936	13427,4	43,4	3478,6	5,05
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	3,90	68640	13404,3	20,3	3437,0	5,12
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,06	71456	13514,2	130,2	3328,6	5,28
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,06	71456	13470,8	86,8	3317,9	5,30
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	4,05	71280	13384,0	–	3304,6	5,32
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	4,36	76736	13427,4	43,4	3079,6	5,71
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	4,78	84128	13404,3	20,3	2804,2	6,27
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	4,93	86768	13514,2	130,2	2741,2	6,42
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	4,97	87472	13470,8	86,8	2710,4	6,49
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	4,96	87296	13384,0	–	2698,3	6,50
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	5,12	90112	13427,4	43,4	2622,5	6,71
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	5,10	89760	13404,3	20,3	2628,2	6,69
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	5,11	89936	13514,2	130,2	2644,6	6,65
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	5,10	89760	13470,8	86,8	2641,3	6,66
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	5,31	93456	13384,0	–	2520,5	6,98
	2. «Вимпел 2» (0,5 л/га)	5,74	101024	13427,4	43,4	2339,2	7,50
	3. «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га)	5,51	96976	13404,3	20,3	2432,7	7,23
	4. «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га)	5,34	93984	13514,2	130,2	2530,7	6,95
	5. «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га)	5,40	95040	13470,8	86,8	2494,5	7,05



Підвищення урожаю зерна від використання стимуляторів росту прямо корелює із енергетичним коефіцієнтом, тобто із зростанням урожайності зростає вихід валової енергії та енергетичний коефіцієнт. Так, енергетичний коефіцієнт на контролі становив 4,9–6,98 незалежно від висіяних гібридів. Застосування всіх стимуляторів росту рослин підвищувало цей показник на 1,0–18,0 %, причому максимальне зростання відмічено на ранньостиглому та середньоранньому гібридах (табл. 5.2).

Серед використаних препаратів слід виділити на середньостиглому та середньоранньому гібридах «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га), а середньопізньому гібриді – «Вимпел 2». Зазначені препарати мали найбільшу тенденції приросту урожаю зерна та Кее.

### Висновки до розділу 5

1. Максимальну рентабельність виробництва зерна забезпечував середньопізній гібрид ДН Олена 440 МВ – 145,3–148,0 %. Дещо поступалися середньоранній ДН Хортиця та середньостиглий ДН Джулія 340 МВ. Мінімальну рентабельність виробництва зерна забезпечував ранньостиглий гібрид ДН Пивиха – 73,4–86,5 % у зв'язку з мінімальною його урожайністю (4,37–4,73 т/га).

2. Максимальну приросту відсоткових пунктів (в.п.) рентабельності від використання препаратів по відношенню до контролю отримано на ранньостиглому ДН Пивиха (3,0–13,1 в.п.) та середньоранньому ДН Хортиця (12,3–41,0 в.п.) гібридах. Максимальні економічні показники тут мав препарат «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) з найкращою надбавкою в.п. по відношенню до контролю (+ 13,1–41,0 в.п.).

3. Використання всіх стимуляторів росту рослин поряд із зростанням урожайності зерна підвищувало також валовий вихід енергії в основній продукції (зерно) до 13427,4 МДж/га (Кее – 7,5). Застосування всіх стимуляторів росту рослин підвищувало цей показник на 1,0–18,0%, причому

максимальне зростання відмічено на ранньостиглому та середньоранньому гібридах. Найбільшу тенденцію до прибавки урожаю зерна та Кеє мав препарат «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) на середньостиглому та середньоранньому гібридах, а середньопізньому гібриді – «Вимпел 2».

Основні наукові результати розділу 5 авторкою опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [207, 208].

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично узагальнено та вирішено важливе завдання, що полягає в науковому обґрунтуванні, удосконаленні та розробці сучасних елементів агротехніки вирощування кукурудзи з урахуванням морфобіологічних особливостей гібридів різних груп стиглості, їх реакції на застосування регуляторів росту та мікродобрив. Дослідженнями встановлено:

1. За використання стимуляторів росту рослин виявлена тенденція до поліпшення біометричних показників рослин кукурудзи. Зокрема, незначне підвищення висоти рослин на 1,40–3,70 %, кількості листків на 3,5–5,6 % та їх площі на 5,30–28,30 % порівняно з контролем (без внесення препаратів) без значної різниці між застосовуваними препаратами, тобто різниця між ними перебуває в межах помилки досліду.

2. Стимулятори росту рослин сприяли збільшенню вмісту хлорофілу в листках кукурудзи в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом. Так, у гібридів ДН Пивиха ФАО 180 збільшення становило 8,10–9,10 одиниць (17,90–19,60 %), ДН Хортиця ФАО 240 – 9,20–12,80 одиниць (18,20–23,70 %), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 2,30–6,60 одиниць (4,60–12,20 %), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3 %). Виявлена також тенденція зростання вмісту хлорофілу після внесення препаратів «Авангард Гроу Аміно» – 1,5 л/га та «Авангард Гроу Гумат» – 1,0 л/га порівняно з «Вимпел 2» – 0,5 л/га та «Альфа Нано Гроу» – 50 мл/га.

3. Чиста продуктивність фотосинтезу істотно залежала від гібридів різних груп стиглості та змінювалася під впливом використаних стимуляторів росту і мікродобрив. Приріст сухої маси в ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 постійно зростав від міжфазного періоду сходи – 7 листків (6,8–7,8 г/м<sup>2</sup>) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків (8,5–9,0 г/м<sup>2</sup>), або в 1,15–1,25 раза, з подальшим поступовим зниженням в міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до 5,3–5,8 г/м<sup>2</sup> (або в 1,5–1,6 раза менше) через фізіологічне сповільнення ростових процесів. Аналогічні закономірності відмічені й у інших

гібридів: середньораннього ДН Хортиця ФАО 240, середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 та середньопізннього ДН Олена 440 МВ ФАО 440. У гібрида ДН Олена вказані показники були максимальними й становили від міжфазного періоду сходи – 7 листків ( $8,2-8,8 \text{ г/м}^2$ ) до міжфазного періоду 7 листків – 12–13 листків ( $11,9-12,8 \text{ г/м}^2$ ), або в 1,45 раза, з подальшим поступовим зниженням у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів до  $7,5-8,0 \text{ г/м}^2$  (або в 1,58–1,6 раза менше) через сповільнення фізіологічних ростових процесів.

4. Виявлено тенденцію зростання приросту сухої речовини за добу після використання препаратів «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) порівняно з «Вимпел 2» (0,5 л/га) та «Альфа Нано Гроу» (50 мл/га), збільшення тут було мінімальним та становило лише 0,7–3,8 %.

5. Стимулятори росту рослин та мікродобрива суттєво підвищували фотосинтетичний потенціал кукурудзи. Так, у найбільш інтенсивний міжфазний період росту (7 листків – 12–13 листків) підвищення становило в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 5,6–15,1 %, середньораннього ДН Хортиця – 5,6–9,2 %, середньостиглого ДН Джулія – 5,6–8,4% та середньопізннього ДН Олена – 5,6–7,25 %.

6. Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу виявлені в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 5,6–15,1% з поступовим його зменшенням в посівах середньораннього ДН Хортиця, середньостиглого ДН Джулія й до мінімальних значень підвищення у середньопізннього ДН Олена – 5,6–7,25 %. Препарати «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) сприяли максимальному зростанню показників фотосинтетичного потенціалу відповідно до 6,96–14,9 % та 7,25–15,1 %.

7. Використання стимуляторів росту рослин дало можливість підвищити довжину качана кукурудзи на 0,50–1,70 см (2,60–8,60 %), особливо за використання «Авангард Гроу Гумат» та «Авангард Гроу Аміно». Максимальну довжину качана мав середньостиглий гібрид ДН Джулія – 18,1–19,8 см, а найкоротшими були качани в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 17,3–

17,9 см.

8. Встановлено збільшення кількості зерен з качана під впливом стимуляторів росту рослин в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 на 31,10–56,30 шт (6,50–11,20 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 47,90–71,80 шт (11,30–16,0 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 102,60–102,80 шт (18,80–18,90 %) та у середньостиглого ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 43,20–104,50 шт (8,40–18,30 %). Кількість зерен корелює з довжиною качанів кукурудзи різних груп стиглості.

9. Маса зерна із качана підвищувалася під впливом стимуляторів росту рослин за гібридами кукурудзи в середньому на 5,61–30,1 г (7,82–31,42 %), а маса 1000 зернин – на 5,41–50,2 г (2,50–18,81 %). Із внесених стимуляторів слід виділити «Авангард Гроу Аміно» (1,5 л/га) та «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га), використання яких показало максимальне зростання зазначених показників.

10. Надбавка урожаю зерна кукурудзи помітно корелювала із умістом хлорофілу в листках, тобто з підвищенням умісту хлорофілу зростала й урожайність кукурудзи. Прибавка від застосування стимуляторів росту рослин становила в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха ФАО 180 – 0,12–0,36 т/га (2,60–7,60 %), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 0,840–1,070 т/га (16,50–18,40 %), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,21 т/га (3,190–3,30 %), середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,040–0,52 т/га (0,640–7,50 %).

11. Стимулятори росту були більш ефективними в стресових умовах посушливого (2020 р.) та помірно вологого року (2022 р.), коли відбувалося зростання рівня урожайності зерна кукурудзи під дією стимуляторів росту рослин та мікродобрих. Водночас у вологий 2021 рік виявлено зниження врожаю через інтенсивний розвиток вегетативної маси, коли значна частина елементів живлення та пластичних речовин витрачалася на формування листків, стебел, а не качанів і зерна.

12. Використання стимуляторів росту підвищувало вміст сирого протеїну у ДН Пивиха на 0,03–0,65 в.п., ДН Хортиця 0,58–1,04 в.п., ДН Джулія – 0,1–

0,74 в.п., ДН Олена – 0,15–0,68 в.п., максимальна прибавка сирого протеїну відмічена в середньораннього гібрида ДН Хортиця. Серед використаних препаратів слід виокремити «Авангард Гроу Аміно» та «Авангард Гроу Гумат», які сприяли зростанню вмісту сирого протеїну до 6,42–8,4 %, або на 0,12–0,48 в.п. Що стосується гібридів, то максимальні показники вмісту сирого протеїну відмічені саме в ранньостиглого гібрида ДН Пивиха – 7,75–8,4 %. Зафіксовано також тенденцію до зниження вмісту сирого протеїну із подовженням вегетаційного періоду від ранньостиглого гібрида до середньопізнього, що, ймовірно, пов'язано із поступовим сповільненням дії препаратів у часі та потребує додаткових досліджень із застосуванням додаткового (третього) внесення препаратів на більш пізніх гібридах.

13. Уміст сирого жиру мав обернену кореляцію по відношенню до вмісту сирого протеїну, тобто відмічено збільшення його вмісту на середньопізньому гібриді порівняно із ранньостиглішими. Так, у середньопізнього ДН Олена отримано максимальні показники вмісту жиру – 4,71–5,38 %, решта гібридів дещо поступалася (на 0,32–1,18 в.п.).

Стимулятори росту підвищували вміст сирого жиру порівняно з контролем (3,53–4,71 %) до 3,73–5,52 %, або на 0,2–0,81 в.п., найбільш позитивну тенденцію тут мали препарати «Авангард Гроу Аміно», «Авангард Гроу Гумат» та «Вимпел 2».

14. Максимальна рентабельність виробництва зерна отримана за використання середньопізнього гібрида ДН Олена 440 МВ – 145,3–148,0 %. Дещо поступалися середньоранній ДН Хортиця та середньостиглий ДН Джулія 340 МВ, а за мінімальних показників урожайності (4,37–4,73 т/га) мінімальну рентабельність виробництва зерна забезпечував ранньостиглий гібрид ДН Пивиха – 73,4–86,5 %. Максимальну прибавку відсоткових пунктів (в.п.) рентабельності від використання препаратів отримано на ранньостиглому ДН Пивиха (3,0–13,1 в.п.) та середньоранньому ДН Хортиця (12,3–41,0 в.п.) гібридах. Найкращі економічні показники тут мав препарат «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) з найкращою прибавкою в.п. по відношенню до контролю

(+ 13,1–41,0 в.п.).

15. Стимулятори росту рослин підвищували валовий вихід енергії в основній продукції (зерно) до 13427,4 МДж/га (К<sub>е</sub>е – 7,5), що підвищувало зазначений показник на 1,0–18,0 %, причому максимальне зростання відмічено на ранньостиглому (ДН Пивиха) та середньоранньому (ДН Хортиця) гібридах. Найбільшу тенденцію до прибавки урожаю зерна та К<sub>е</sub>е демонстрував препарат «Авангард Гроу Гумат» (1,0 л/га) на середньостиглому та середньоранньому гібридах, а на середньопізньому гібриді – «Вимпел 2».

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Північного Степу України з метою отримання високих урожаїв зерна кукурудзи високої якості на рівні до 7,0 т/га та стабілізації її валових зборів з високими показниками економічної ефективності виробництва слід рекомендувати дворазовий обробіток рослин кукурудзи (у фазі 5–7 та 10–12 листків) стимуляторами росту «Авангард Гроу Аміно» в дозі 1,5 л/га або «Авангард Гроу Гумат» дозою 1,0 л/га.



**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Анішин Л. А. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2002. № 10. 2004. С. 58.
2. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 105.
3. Бурчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція*. 2013. № 5. С. 74–75.
4. Вакуленко В. В., Шаповал О. А. Регуляторы роста растений. *Защита и карантин растений*. 2000. № 11. С. 41–42.
5. Волкогон В. В., Волкогон М. В., Дімова С. Б. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2010. 463 с.
6. Головка О. Високі врожаї завдяки вітчизняним біостимуляторам. *Урядовий кур'єр*, 1997. №34. С. 9.
7. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантелєєв В. К., Слюсаренко О. М. Імунітет рослин. Київ : Колобіг, 2004. 304 с.
8. Меркушина А. С. Фіторегулятори та мікроелементи в захисті рослин. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 66. С. 54–57.
9. Пономаренко С. П. Регулятори росту. Екологічні аспекти застосування. *Захист рослин*. 1999. № 12. С.15
10. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин на основі N–оксидів похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність). Київ : Техніка, 1999. 272 с.
11. Пономаренко С. П., Боровик Г. С. Регулятори росту рослин. *Захист рослин*. 1997. № 11. С. 2–5.
12. Радцева Г. Е., Радцев В. С. Физиологические аспекты действия химических регуляторов роста на растения. Москва : Наука, 1982. 148 с.
13. Ракитин Ю. В. Управление жизнедеятельностью растений. Москва : Знание, 1956. 54 с.

14. Скуротівська О. В., Білітюк А. П. Регулятори росту у формуванні врожайності. *Захист рослин*. 2000. № 10. С. 21–23.
15. Лихочвор В. В. Застосування регуляторів росту рослин на посівах зернових культур. *Пропозиція*. 2003. № 4. С. 57.
16. Мананков М. К., Мусиенко Н. Н., Мазанкова О. П. Регуляторы роста растений и практика их применения. Київ : Український фітосоціологічний центр, 2002. 183 с.
17. Меркушина А. С. Фіторегулятори та мікроелементи в захисті рослин. *Вісник аграрної науки*. Спец. випуск. 1999. С. 54–57.
18. Кулаева О. Н. Этилен в жизни растений. *Соросовский образоват. журн.* 1998. № 11. С. 78–84.
19. Муромцев Г.С. Регуляторы роста растений. Москва : Колос, 1979. 211 с.
20. Оканенко А. С., Починок Х. Н., Голик К. Н., Смелянская Е. П. Фотосинтез и продуктивность в связи с водным режимом растений. *Фотосинтез, рост и устойчивость растений*. Київ : Наукова думка, 1971. С. 5–28.
21. Руденко Ю. М., Токар В. В. Биосил – регулятор роста растений : практикум. Київ : КНУ им. Т. Шевченка, 2013. 224 с.
22. Шевченко А. О. Регулятори росту рослин у землеробстві. Київ : Агроресурси, 1998. 43 с.
23. Зінченко О. І., Коротєєв А. В., Коленська С. М. Рослинництво : практикум. Вінниця : Нова Книга, 2008. 536 с.
24. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
25. Калінін Л. Ф. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ : Урожай, 1989. 167 с.
26. Князюк О. В. Вплив агроекологічних факторів і технологічних прийомів на ріст, розвиток і формування продуктивності кукурудзи. *Вісник Білоцерківського держ. аграр. ун-ту*. Біла Церква, 2004. № 30. С. 59–65.

27. Косаківська І. В., Войтенко Л. В., Устінова А. Ю. Вплив короточасних температурних стресів на вміст абсцизової кислоти у рослин із різними типами екологічних стратегій. *Український ботанічний журн.* 2012. № 6. С. 926–933.
28. Косаківська І. В. Фізіолого–біохімічні основи адаптації рослин до стресів. Київ : Сталь, 2003. 191 с.
29. Кравченко Л. О. Регулятори росту в умовах інтенсифікації виробництва. *Наукові основи ведення зернового господарства.* Київ : Урожай, 1994. С. 185–192.
30. Кулаева О. Н. Как регулируется жизнь растений. *Соросовский образоват. журн.* 1995. № 1. С. 20–27.
31. Казарян В. О., Даниелян Т. С., Арустамян Л. В. Ауксин–ингибиторная активность листьев ювенильных растений различных жизненных форм. *Биологический журнал Армении.* 1997. №1–2 (50). С. 3–7.
32. <https://www.eridon.ua/vidi-diyalnosti/zasobi-zahistu-roslin/biostimulyatori-ta-regulyatori-rostu/biostimulyatori-ta-regulyatori-rostu-dlya-kukurudzi>
33. Красновський С. Ефективне удобрення кукурудзи. *Агроном.* 2019. № 3. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvne-udobrennya-kukurudzy/> (дата звернення 29.03.2022).
34. 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* : зб. наук. пр. 2016. № 65. С. 128–131.
35. Регулятори росту: все про діючі речовини та чинники, що впливають на ефективність. 2020. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/regulatori-rostu-vse-prodiuci-recovini-ta-cinniki-so-vplivaut-na-efektivnist> (дата звернення 29.03.2022).
36. Савенко В.Ю. Вплив регуляторів росту на формування насінневої продуктивності кукурудзи. 2019. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/7001>(дата звернення 29.03.2022).

37. Черячукін М., Андрієнко О., Григор'єва О. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні*. 2011. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiiasiogodni/296-regulatory-rostu-roslyn.html> (дата звернення 29.03.2022).
38. 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> (дата звернення 29.03.2022).
39. Ласло О. О., Олєпир Р. В. Вплив композицій регулятора росту Вимпел-2 та Оракул мультикомплекс на урожайність середньостиглих гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 79–84.
40. Горова А. І., Орлов Д. С. Гумінові речовини. Київ : Наукова думка, 1995. С. 185–216.
41. Лихочвор В. М. Застосування регуляторів росту на посівах зернових культур. Київ : Пропозиція, 2003. № 4. С. 56–57.
42. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин. Київ, 2003. 219 с.
43. Шевченко А. О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. *Регулятори росту в землеробстві*. Київ : УДНДПТІ “Агроресурси”, 1998. С. 9–13.
44. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління у сільськогосподарському виробництві. Івано-Франківськ, 2008. 21 с.
45. Екологічно чиста продукція для сільськогосподарських культур / ПП “Біоконверсія”. Івано-Франківськ : “Місто-НВ”, 2010. 18 с.
46. Андреевко С. С., Куперман Ф. М. Физиология кукурузы (очерки по физиологии развития, роста, фотосинтеза, минерального питания и водного режима) / под общ. ред. Б. А. Рубина. Москва : Изд-во МГУ, 1959. 289 с.
47. Asanishvili N. M., Serbeniuk H. A. Physiology of corn (essays on the physiology of development, growth, photosynthesis, mineral nutrition and water regime) / pod obshhej redakciej B. A. Rubina. Moscow : Izd-vo MGU, 1959. 289 p.

48. Асанішвілі Н. М., Сербенюк Г. А., В Бондарчук А. А. Фотосинтетична діяльність і продуктивність агрофітоценозів кукурудзи залежно від елементів технології вирощування у Північному Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2012. Вип. 3/4. С. 75–81.
49. Влашук А. М., Конащук О. П., Дробіт О. С. Динаміка накопичення сирої та сухої надземної біомаси рослинами кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Наукові доп. НУБіП України*. 2018. № 4 (74). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.006>.
50. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. Москва : Агропромиздат, 1986. 189 с.
51. Вплив площі живлення рослин сорго цукрового та кукурудзи на їх ріст, розвиток та урожайність зеленої маси в сумісних посівах / М. Б. Грабовський та ін. *Наукові доп. НУБіП України*. 2018. № 5 (75). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.024>.
52. Вплив строків сівби на урожайність кукурудзи, структурні показники рослин та її водоспоживання / С. І. Капустін та ін. *Науковий вісн. Луганського нац. аграр. ун-ту. Серія: «Сільськогосподарські науки»*. 2009. № 11. С. 22–29.
53. Циков В. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1, № 1. С. 75–79.
54. Заїка С. П. Скоростигла кукурудза (селекція, особливості насінництва та інтенсивної технології). Київ : Урожай, 1987. 200 с.
55. Князюк О. В., Липовий В. Г. Фізіолого-біологічні особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2016. № 1. С. 47–53.
56. Корсун С. Г., Буслаєва Н. Г., Довбаш Н. І. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи на зерно в умовах забруднення агроєкотопів свинцем, кадмієм, цинком. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 32–36.
57. Шпаар Д. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование. Киев : Изд. дом «Зерно», 2012. 464 с.

58. Кушенов Б. М. Густота посева и продуктивность фотосинтеза. *Кукуруза и сорго*. 1995. № 5. С. 8–9.
59. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи та фотосинтетичні показники посіву при краплинному способі поливу в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 4. С. 122–128.
60. 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.
61. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 1/2. С. 108–114. <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014>.
62. Мамчур О. В. Роль фізіологічно активних речовин в онтогенезі рослин кукурудзи. *Науковий вісник Львівського нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 109–119.
63. Мамчур О. В. Фізіологобіохімічні особливості формування продуктивності кукурудзи за впливу регуляторів росту рослин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 1 (2). С. 152–160.
64. Маслійов С. В. Вплив густоти рослин на урожайність кременистої кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Вісник Полтавської держ. аграрної акад.* 2016. № 3. С. 11–14.
65. Морфобіологічні показники посівів кукурудзи гібриду Крос 221 М залежно від умов зволоження, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин / В. Г. Пілярський та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 52–56.
66. Надь Я. Кукурудза. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.
67. Наукові основи ведення зернового господарства / В. Ф. Сайко та ін. ; за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Урожай, 1994. 336 с.

68. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур / В. Ф. Камінський та ін. Київ : Вид-чий дім «Вініченко», 2017. 580 с.
69. Ничипорович А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений. Физиология растений. 1977. № 8. С. 38–44.
70. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах: методы и задачи учета в связи с формированием урожаев. Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1961. 135 с.
71. Панников В. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. Москва : Колос, 1977. 416 с.
72. Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : Арт-прес, 2009. 224 с.
73. Семина С. А., Гаврюшина И. В., Палийчук А. С. Влияние минеральных удобрений и густоты растений на параметры фотосинтеза и продуктивность кукурузы. *Земледелие*. 2017. № 4. С. 15–18.
74. Сендецький В. М. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів кукурудзи залежно від застосування соломи та сидератів в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Дніпропетровського держ. аграрно-економічного ун-ту*. 2017. № 4 (46). С. 71–76.
75. Томашук О. В., Каменщук Б. Д. Фотосинтетична продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський наук. вісн.* 2018. № 100, т. 2. С. 91–97.
76. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика кукурузы. Селекция и генетика отдельных культур. Полтава : ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
77. Шевченко Л. Дія мікробного препарату поліміксобактерину – стимулятора росту рослин на фотосинтетичну активність рослин кукурудзи. *Вісник Львівського нац. аграр. ун-ту : агрономія*. 2017. № 21. С. 62–68.

78. Шевченко Л. А., Токмакова Л. М. Формування і продуктивність фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи за дії поліміксобактерину – стимулятора росту рослин. *Науковий вісник Львівського нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. Т. 20, № 89. С. 47–51. <https://doi.org/10.32718/nvlvet8908>
79. Застосування біологічного стимулятора росту рослин «Екостим» у сільськогосподарському виробництві / М. Г. Василенко, Ю. В. Терновий, І. К. Швиденко. *Агроекологічний журнал : науково-теоретич. журн.* 2020. № 3. С. 96–101.
80. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Івано-Франківськ : ПП «НВ Місто», 2011. 14 с.
81. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин. Київ, 2003. 219 с.
82. Григор'єв М. І., Григор'єва Т. М., Аліценко В. В. Порівняльна ефективність регуляторів росту рослин в технології вирощування ячменю ярого в умовах Північного Степу України. *Зб. наук. пр. Уманського нац. ун-ту садівництва*. 2012. № 78. С. 45–49.
83. Музафаров Н. М., Манько К. М., Музафаров І. М. Урожайність сучасних гібридів кукурудзи залежно від застосування засобів захисту рослин та регулятору росту. *Селекція і насінництво*. 2012. № 102. URL: <http://journals.uran.ua/pbsd/article/view/59847>.
84. Бортнік Т. П., Гаврилюк В. А., Бортнік А. М., Ковальчук Н. С. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин на біометричні параметри рослин та формування врожайності зерна кукурудзи в умовах Волинської області. *Вісник НУВГП*. 2019. Вип. 1 (85). С. 132–138.
85. Буряк О. І., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І., Клименко І. В. Посівні якості та врожайні властивості насіння ячменю ярого залежно від попередника і фону живлення та спосіб їх підвищення. *Селекція і насінництво*. 2017. № 112. С. 164–170.



86. Ретьман С. В., Шевчук О. В. Протруюємо насіння. *Насінництво*. 2006. № 3. С. 23–27.
87. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Залежність фізіологічних процесів та продуктивності посівів ярого ячменю від застосування різних норм гербіциду гранстару окремо і в сумішах з регулятором росту рослин емістимом С. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. 2004. Вип. 58. С. 147–152.
88. Леонтюк І. Б. Ефективність гербіцидів та їх сумісного застосування з біостимуляторами росту на посівах озимої пшениці в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2001. 16 с.
89. Моргун В. В. Проблема регуляторів росту в світі та її вирішення в Україні. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2002. № 5. С. 371–375.
90. Анішин Л. М., Анішин С. Л. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці. *Новини захисту рослин*. 1999. № 7–8. С. 29–30.
91. Скачок Л. М., Потапенко Л. В., Ярош Т. М. Ефективність біологічних добрив і стимуляторів росту на польових культурах. *Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* 2008. № 7. URI: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/handle/123456789/24725>.
92. Tsygankova V. A. et al. Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development. *New plant growth regulators: basic research and technologies of application*. 2011. Ch. 3. 211 p.
93. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку НАН України*. Київ, 2009. С. 565–587.
94. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області: монографія / за ред. О. І. Фурдичка. Київ : ДІА, 2015. 736 с.
95. Василенко М. Г., Драга М. В., Зацаріна Ю. О., Бакай І. Д. Регулятори росту рослин природного походження на посівах ярої пшениці в умовах Північного Лісостепу України. *Агроекологічний журн.* 2014. № 4. С. 36–39.

96. Тетерук О. О., Фещенко В. П., Ландін В. П., Швиденко І. К. Перспективи використання олійних культур, вирощених на радіоактивно забруднених територіях. *Агроекологічний журн.* 2018. № 3. С. 59–65.
97. Наукові основи промислового виробництва в зоні Лісостепу України / за ред. М. В. Зубця. Київ : Аграрна наука, 2010. 980 с.
98. Lavrinenko Y. O., Mikhailenko I. V., Khomenko T. M. Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2019. № 15 (1). P. 71–79. DOI: 10/21498/2518–1017.15.2019.162486.
99. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Особливості формування фотосинтетичного потенціалу і урожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення та застосування стимулятора росту. *Plant Varieties Studying and protection.* 2020. Том. 16. № 2. С. 191–198. DOI: <http://doi.org/10.21498/2518–1017.16.2.2020.209239>.
100. Ретьман С., Ткаленко Г., Михайленко С. Сучасні агротехнології із застосуванням біопрепаратів та регуляторів росту. *Пропозиція.* 2015. С. 18–20.
101. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Пропозиція.* Спецвипуск. 2015. С. 6–14.
102. Шевелуха В. С. Регуляторы роста растений. Москва : Агропромиздат, 1990. 185 с.
103. Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки.* 2020. № 10. С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009–01>.
104. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Пилипенко Л. А. та ін. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях. Київ : НААН, 2015. 248 с.
105. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами.* 2018. № 53. С. 185–191.

106. Parnell J. J., Berka R., Young H. A. et al. From the Lab to the Farm: an Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms. *Front Plant Sci.* 2016. 67 V. 7. P. 1110. Doi: 10.3389/fpls.2016.01110.
107. Van Lenteren J. C., Bolckmans K., Köh J. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *Bio Control.* 2018. V. 63. P. 39–59. Doi: 10.1007/s10526–Doi: 10.1007/s10526017–9801–4.
108. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. Спецвипуск «Пропозиція». *Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів і регуляторів росту.* 2015. С. 2–15.
109. Леманова Н. Б., Пынзару Б. В. Потенциал использования PGPR бактерий при выращивании кукурузы. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами.* 2018. № 53. С. 191–196.
110. Ростоцький О. Біологічні препарати в технології вирощування кукурудзи. *Аграрник.* 2014. № 8. С. 16.
111. Черчель В. Ю., Шевченко М. С. Агроресурси і наукове моделювання виробництва 100 мільйонів тон зерна. *Зернові культури.* Том 4. № 1. 2020. С. 53–63. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523–4544/0106>.
112. Кирпа М. Я., Ковальов Д. В. Особливості проростання насіння гібридів кукурудзи залежно від його крупності. *Зернові культури.* Том 4. № 1. 2020. С. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523–4544/0105>.
113. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та рістстимулятора залежно від агрофону / В. В. Волкогон та ін. *Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації:* матеріали міжнар. наук.–прак. конф. (Чернігів, 2004 р.). Чернігів; Харків, 2004. С. 20–29.
114. Агрохімія : підручник / Городній М. М. та ін.; за ред. М. М. Городнього. Київ : Алефа, 2003. 775 с.

115. Носко Б. С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва : рекомендації. Київ : Аграрна наука, 1999. с. 68
116. Соколов В. М. Эффективность ЭМ–технологии при выращивании кукурузы. *Надежда планеты*. 2006. № 3. С. 11–12.
117. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 5–13.
118. Оничко В. І., Штукін М. О. Оптимальні строки сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Серія: Агронія і біологія*. 2016. Вип. 2. С. 214–218.
119. 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. 86–89.
120. Красновський С. Ефективне удобрення кукурудзи. *Агроном*. 2019. № 3. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvne-udobrennya-kukurudzy/>
121. 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: зб. наук. пр.* 2016. № 65. С. 128–131.
122. Регулятори росту: все про діючі речовини та чинники, що впливають на ефективність. 2020. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/regulatori-rostu-vse-prodiuci-recovini-ta-cinniki-so-vplivaut-na-efektivnist>
123. Савенко В. Ю. Вплив регуляторів росту на формування насінневої продуктивності кукурудзи. 2019. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/7001>
124. Черячукін М., Андрієнко О., Григор'єва О. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні*. 2011. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiiasiogodni/296-regulatory-rostu-roslyn.html>

125. Білокінь О. А. Ефективність стимуляторів росту і органо-мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зелену масу в Лісостепу. *Енергозберігаючі технології в землеробстві за ринкових умов господарювання* : матеріали наук.-практ. конф. (27–29 листоп. 2006 р., Чабани). Київ : ЕКМО, 2006. С. 27–28.
126. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / [Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. та ін.]. Київ : Аграрна наука, 2006. 311 с.
127. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно – гарантія стабілізації урожайності на рівні 90–100 ц/га: практичні рекомендації / Держ. установа Ін-т с.-г. степової зони. Дніпропетровськ, 2012. 88 с.
128. Bunting E. S., Pain B. F., Phips R. H., Wilkinson J. M., Gunn R. E. Forage Maize production and utilization London: Agricultural research council, 1978. 342 p.
129. Гож О. А. Лавриненко Ю.О., Марченко Т. Ю. Дослід науковців в практику аграріїв. *Аграрник*. 2014. № 2 (223). С.22–23.
130. 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.
131. Гож О. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю. Вплив стимуляторів росту на продуктивність гібридів кукурудзи при зрошенні. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України* : зб. наук. пр. за матеріалами IV Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнародною участю (15–16 травня 2014 р.). Тернопіль : Тернопільська ДСГДС ІКСГП НААН, 2014. Ч. 1. С. 60–62.
132. Гож О.А. Марченко Т. Ю., Глушко Т. В. Застосування мікродобрив – резерв підвищення врожаю зерна кукурудзи. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : зб. наук. пр. за матеріалами міжнарод. наук. конф. (20–22 червня 2014 р.). Херсон, 2014. С. 31–32.
133. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.

134. Гож О. А., Лавриненко Ю. О. Вплив ріст стимулюючих препаратів на урожайність насіння батьківських форм кукурудзи в умовах зрошення. *Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату* : зб. матеріалів Міжнародної науково–практичної конференції молодих вчених (24 квітня 2015 р.) Херсон. 2015. С. 89–91.
135. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Вплив стимуляторів росту і мікродобрив на урожайність зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2015. Вип. 63. С. 58–61.
136. Лавриненко Ю. А., Марченко Т. Ю., Гож А. А. Эффективность применения стимулятора роста при выращивании гибридов кукурузы в условиях орошения Украины. *Инновационные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства* : сб. международной юбилейной научно–практ. конф. Рязань. 2014. С. 88–90.
137. Глушко Т. В., Сова Р. С., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Аграрна наука: розвиток і перспективи*: зб. тез за матеріалами міжнародної наук.–практ. інтернет–конф. (5 жовтня 2015 р.). Миколаїв, 2015. С. 6.
138. Гож О. А., Лавриненк Ю. О. Вплив стимуляторів росту та мікродобрив на урожайність зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Аграрна наука: розвиток і перспективи*: зб. тез за матеріалами міжнародної наук.–практ. інтернет–конф. (5 жовтня 2015 р.). Миколаїв, 2015. С.4.
139. Лавриненко Ю. О. Марченко Т. Ю., Глушко Т. В., Гож О. А., Нужна М. В. Створення нових гібридів кукурудзи для умов зрошуваного землеробства. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2014. Вип. 62. С. 79–81.
140. 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*. Херсон, 2016. Вип. 65. С. 64–68.
141. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ефективність стимуляторів росту та мікродобрив на посівах гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах

- зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство. Херсон, 2015*. Вип. 64. С. 14–20.
142. 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. Vo. 3, No. 1. P. 55–60.
143. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Грабовський П. В., Конащук І. О. Перспективи використання ГІС–технологій у зрошуваному землеробстві півдня України. *Зрошуване землеробство. Херсон : Айлант, 2010*. Вип. 53. С. 136–152.
144. Katsvario T. W., Cox W. J., Van Es Harold M. Spatial Growth and Nitrogen Uptake Variability of corn at two Nitrogen Levels. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1000–1011.
145. Calvino P. A., Andradeb F. A., Sadrasb V. O. Maize Yield as Affected by Water Availability, Soil Depth, and Crop Management. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 275–281.
146. Медведєв В. В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харків : ТОВ «ЕДЕНА», 2010. 202 с.
147. Мотрук Б. Н. Рослинництво: підруч. для студ. аграр. вузів. Київ : Урожай, 1999. 462 с.
148. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2010. 986 с.
149. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. Київ : Аграрна наука, 2009. 624 с.
150. Нікішенко В. Л., Нетіс І. Т., Орлюк А. П. Науково-методичні рекомендації з формування технологій вирощування озимих культур в господарствах Херсонської області під урожай 2009 року. Херсон : Айлант, 2008. 14 с.
151. Маренич М. М., Гангур В. В., Попова К. М., Ляшенко В. В., Кабак Ю. І. Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння

- зернових культур. *Вісник Полтавської держ. аграрної акад.* 2020. Вип. 3. С. 70–78. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.08>
152. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. Київ, 2003. 312 с.
153. Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ : ЗАТ «Ніч лава», 2008. 345 с.
154. Калинин Ф. Л. Биологически активные вещества в растениеводстве. Київ : Наук. думка, 1984. 316 с.
155. Никелл Л. Д. Регуляторы роста растений. Москва : Колос, 1984. 91 с.
156. Моргун В. В., Яворська В. К., Драговоз І. В. Проблеми регуляторів росту у світі та їх вирішення в Україні. *Физиология и биохимия растений.* 2003. Т. 34, № 5. С. 371–375.
157. Тимофійчук О. Б. Ефективність використання регуляторів росту нового покоління в технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Дніпропетровського держ. аграрного ун-ту.* 2012. № 2. С. 40–42. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau\\_2012\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2012_2_10)
158. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки.* 2016. №7. С. 17–21.
159. Чемерис В. С. Ефективність стимулятора росту та мікродобрив при вирощуванні кукурудзи в Центральній Україні: кваліфікаційна магістерська робота : спец. 201 «Агрономія» / наук. кер. Ф. П. Топольний; Центральноукраїн. нац. техн. ун–т. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. 58 с.
160. Каленська С. М. Регулятори росту в інтенсивних технологіях вирощування зернових культур. Регулятори росту рослин у рослинництві. *Агроресурс.* 1998. С. 65–69.
161. Яворська В. К., Драговоз І. В., Богданович А. В. Регулятори росту природного походження як засоби підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2008. Т. 40. № 4.



162. Filippova O. I., Kulikova N. A., Konstantinov A. I., Grigoryeva I. O., Zhilkibayev O. T., Perminova I. V. Beneficial effect of «EldORost» on seed germination energy of wheat, mung beans and radish. URL: [https://www.researchgate.net/publication/336407366\\_Beneficial\\_effect\\_of\\_EldORost\\_on\\_seed\\_germination\\_energy\\_of\\_wheat\\_mung\\_beans\\_and\\_radish](https://www.researchgate.net/publication/336407366_Beneficial_effect_of_EldORost_on_seed_germination_energy_of_wheat_mung_beans_and_radish)
163. Цехмейструк М. Г. Технологія вирощування кукурудзи на зерно в умовах Східного Лісостепу України. *Посібник українського хлібороба*. 2014. № 1. С. 189–197.
164. Цехмейструк М. Г., Музафаров Н. М., Манько К. М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 8 (279). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2212-aspekty-vyroschuvannia-kukurudzy.html>
165. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.
166. Гаврилюк В. М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми. *Насінництво*. 2015. № 3/4. С. 4–7.
167. Корнійчук О. В. Кукурудза в сучасних агроценозах Правобережного Лісостепу України в умовах дефіциту вологи. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 8–20.
168. Штукін М. О., Оничко В. І. Екологічне вивчення гібридів кукурудзи в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. 2013. № 3. С. 187–191.
169. Лебідь Є. М. Продуктивність кукурудзи на зерно в паровій ланці сівозмін залежно від обробітку та удобрення ґрунту. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 7. С. 108–111.
170. Капустін А. С. Вплив мінеральних добрив на урожай нових гібридів кукурудзи. *Науковий вісник Луганського нац. аграрного ун-ту : сільськогосподарські науки*. 2011. № 33. С. 19–23.

171. Зубець М. В., Малієнко А. М., Носко Б. С. та ін. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2010. 986 с.
172. Докучаєв В. В. Труды по геологии и сельскому хозяйству Москва : Сельхозгиз, 1949. Т. 2. 424 с.
173. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 223 с.
174. Цандур М. О. Наукові основи землеробства Південного Степу України. Одеса : Папірус, 2006. 180 с.
175. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. *Агроном*. 2006. №4 (14). С. 12–13.
176. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном*. 2007. №1. С. 8–9.
177. Просунько В. Чого чекати від глобального потепління. *Пропозиція*. 2001. № 12. С. 40–41.
178. Ромащенко М. І. Деякі завдання аграрної науки, зумовлені змінами клімату. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 1. С. 16–20.
179. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. *Агроном*. 2006. № 4 (14). С. 12–13.
180. Іващенко О. О., Рудник–Іващенко О. І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 10–12.
181. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України Київ : Аграрна наука, 2005. С. 144–156.
182. Науково-методичні рекомендації. Каталог сортів та гібридів ДУ Інститут зернових культур НААН України / В. Ю. Черчель, Б. В. Дзюбецький, М. Я. Кирпа, А. Д. Гирка, Ю. М. Прядко, Н. А. Боденко. Дніпро : ІЗК, 2021. 131 с.
183. Стимулятор росту Вимпел-2 1 л. URL: [https://agroretail.com.ua/ua/p591779726-regulyator-rosta-vympel.html?gclid=Cj0KCQjwlmhBhClARIsABO6pxl34nAbrHgy4Efeh6PT-hnA5Gd9rCb0AvH3D4GXx-zdQU696Y1LoaAsN4EALw\\_wcB](https://agroretail.com.ua/ua/p591779726-regulyator-rosta-vympel.html?gclid=Cj0KCQjwlmhBhClARIsABO6pxl34nAbrHgy4Efeh6PT-hnA5Gd9rCb0AvH3D4GXx-zdQU696Y1LoaAsN4EALw_wcB)

184. Стимулятор росту Альфа-нано-гроу. URL:  
<https://agrokomplekt2000.com.ua/ua/p4273568-stimulyator-rosta-alfa.html>
185. Добриво Авангард Гроу Аміно 150 мл Укравіт. URL:  
[https://agroretail.com.ua/ua/p1403875630-udobrenie-avangard-grou.html?gclid=Cj0KCQjwIumhBhClARIsABO6p-ySWvX8eVrINQDDpFWBKZNSsrudxL15mHqUFkysSkAv6-XALiI8-FsaAgD7EALw\\_wcB](https://agroretail.com.ua/ua/p1403875630-udobrenie-avangard-grou.html?gclid=Cj0KCQjwIumhBhClARIsABO6p-ySWvX8eVrINQDDpFWBKZNSsrudxL15mHqUFkysSkAv6-XALiI8-FsaAgD7EALw_wcB)
186. <https://www.ukravit.ua/avangard-grou-gumat/>
187. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 54 с.
188. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / за ред. О. М. Шпичака. Київ : ІАЕ, 2003. – 484 с.
189. Рибка В. С., Черенков А. В., Шевченко М. С. Поелементні нормативи затрат на виконання технологічних операцій при вирощуванні та збиранні зернових культур в зоні Степу України і методичні рекомендації по їх розробці та застосуванні. Дніпропетровськ : Ін-т сільського господарства Степової зони НААН України, 2012. 172 с.
190. Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рибка В. С. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) : монографія. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.
191. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика) / за ред. П. Т. Саблука, Ю. Ф. Мельника, М. В. Зубця [та ін.]. Київ, 2008. (Т.2. Нормативна собівартість та ціни на сільськогосподарську продукцію. Київ, 2008. 650 с.).
192. Методические рекомендации про биенергетической оценке технологий возделывания кукурузы. Москва : ВНИИ кукурузы, 1988. 52 с.
193. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Грищенко Л. Д. Біоенергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарського виробництва. Київ : Наукова думка, 2005. 199 с.

194. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
195. Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 59–66.
196. Цилюрик О. І., **Сологуб І. М.** Вирощування кукурудзи: закладаємо основи доброго врожаю. *Агробізнес сьогодні* (газета підприємців АПК). 2020. №21 (436). С. 30–33.
197. Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Ефективність гербіцидів у посівах кукурудзи. *Агробізнес сьогодні* (Журнал та мультимедійна платформа успішного аграрія). 2022. № 03 (466). С. 32–34.
198. Цилюрик О. І., **Сологуб І. М.** Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від регуляторів росту в умовах Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : мат. V міжнарод. наук.–прак. конф. (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р. / ДДАЕУ). С. 81–83.
199. Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.**, Сумятіна О. О. Вплив регуляторів росту рослин на формування продуктивності гібридів кукурудзи. *Зрошення – вагома складова сталого розвитку аграрного сектора в Україні: матеріали* : мат. Всеукр. наук.–прак. конф., присвяч. пам'яті док. с.-г. наук, проф., член-кор. НААН, засл. агронома України, лаур. Держ. премії України, (25 березня 2021 року, м. Херсон / ІЗЗ НААН). С. 168–171.
200. Цилюрик О. І., **Сологуб І. М.** Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від регуляторів росту рослин. *Новітні системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур. Вклад молодих вчених* : мат. наук.–прак. Інтернет–конф. молод. учен. і спеціал. в Україні (м. Київ, 18 листопада 2021 р. / ІЗ НААН). С. 32–34.
201. Цилюрик О. І., **Сологуб І. М.** Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від регуляторів росту рослин. *Новітні системи землеробства та*

- технології вирощування сільськогосподарських культур: вклад молодих вчених* : мат. наук.-прак. Інтернет-конф. молод. учен. і спец. (сmt Чабани.–Вінниця. ТОВ: «ТВОРИ» 18 листопада 2021 р./ННЦ «ІЗ НААН». 2021). С. 32–34.
202. Циліорик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Ефективність регуляторів росту рослин в посівах кукурудзи. *Теоретичні та практичні питання аграрної науки* : мат. міжнар. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 18 травня 2022 р. / ДДАЕУ). С. 59–60.
203. Циліорик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Уміст хлорофілу в листках та урожайність кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин в Північному Степу. *Інноваційні технології в рослинництві – запорука сталого розвитку сільського господарства* : мат. всеукр. наук.-прак. Інтернет-конф., присв. 90-річчю з дня народ. Віталія Карповича Чуйка (2 грудня 2022 р. м. Полтава / ПДСГДС ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН України). 2022. С. 64–67.
204. Циліорик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.**, Шугай А. В. Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах кукурудзи Північному Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : мат. VI міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р. ДДАЕУ). 2022. С. 55–57.
205. Tsyliuryk O. I., Izhboldin O. O., **Sologub I. M.**, Shuhai A. V. Effect of plant growth stimulants on biometric parameters and yield of corn in the Northern Steppe. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : мат. VI міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р. ДДАЕУ). 2022. С. 58–59.
206. Циліорик О. І., **Сологуб І. М.** Ефективність стимуляторів росту рослин на кукурудзі в Північному Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 259–268. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.37>

207. Циліорик О. І., Сологуб І. М. Регулятори росту в посівах кукурудзи Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 237–248. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.29>
208. Tsyliuryk, O., Izhboldin, O., Sologub, I. Efficiency of growth regulators in of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. 26(10). P. 59–67. doi: 10.48077/scihor10.2023.59.
209. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5–те вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
210. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель–Веселяка. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.
211. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С.В., Писаренко П. В. та ін. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України : монографія / за ред. Ю. О. Лавриненка. Херсон : Айлант, 2009. 428 с.
212. Troyer A. F. Background of U. S. hybrid corn: II. Breeding, climate, and food. *Crop Sci*. 2004. № 44(2). P. 370–380.
213. Квітка Г. Кукурудза – «за» євроінтеграцію! *Пропозиція*. 2013. № 12 (222). С. 38–40.
214. Гавриленко В. Ф. Избранные главы физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. В. Гусев, К. А. Никитина. Москва : Изд–во Моск. ун–та, 1986. 440 с.
215. Дробіт О. С. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво» / Інститут зрошеного землеробства Національної академії аграрних наук України; ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». Херсон, 2018.
216. Домашнев П. П. Морфобиологические признаки и их значение при селекции. Основы селекции семеноводства гибридной кукурузы. Москва : Колос, 1968. С. 152–188.

217. Заїка С. П. Скоростигла кукурудза (селекція, особливості насінництва та інтенсивної технології). Київ : Урожай, 1987. 200 с.
218. Сайко В. Ф. та ін. Наукові основи ведення зернового господарства за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
219. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар и др. Киев : Изд. дом «Зерно», 2012. 464 с.
220. Weatherhead E., Danert K. Weatherhead E. Survey of irrigation of outdoor crops in England. Cranfield University. Bedford, 2002. P. 44–48.
221. Циков В. С., Пащенко Ю. М., Костенко Ю. В. Строки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. Дніпропетровськ, 1996. № 1. С. 63–68.
222. Бондар В.П. Формування продуктивності кукурудзи під впливом обробітку ґрунту, добрив та строків сівби в північному Степу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.00.09 / Ін-т кукурудзи УААН. Дніпропетровськ, 1996. – 164 с.
223. Mazur V. A., Shevchenko N. V. The influence of technological methods of cultivation on the formation of quality indicators of corn grain. *Agriculture and forestry*. 2017. № 6. P. 7–13. URL: <http://forestry.vsau.org/files/pdfa/3645.pdf>
224. Цилюрик О. І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Північного Степу України: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01 – загальне землеробство. Дніпропетровськ, 2014. 447 с.
225. Цилюрик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія. Львів : Новий Світ–2000, 2019. 298 с.
226. Цилюрик О. І. Сучасні системи мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія. Одеса : Олді+, 2023. 344 с.
227. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
228. Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Нора–прінт, 2001. 59 с.

229. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Грищенко Л. Д. Біоенергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарського виробництва. Київ : Наукова думка, 2005. 199 с.



# ДОДАТКИ

## Додаток А

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

1. Tsyliuryk, O., Izhboldin, O., & **Sologub, I.** (2023). Efficiency of growth regulators in of Ukraine. *Scientific Horizons*, 26(10), 59–67.
2. Циліурик О. І., Іжболдін О.О., **Сологуб І. М.** Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 59–66.
3. Циліурик О. І., **Сологуб І. М.** Ефективність стимуляторів росту рослин на кукурудзі в Північному Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 259–268.
4. Циліурик О. І., **Сологуб І. М.** Регулятори росту в посівах кукурудзи Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 237–248.
5. Циліурик О. І., **Сологуб І. М.** Вирощування кукурудзи: закладаємо основи доброго врожаю. *Агробізнес сьогодні (газета підприємців АПК)*. 2020. № 21 (436). С. 30–33.
6. Циліурик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.** Ефективність гербіцидів у посівах кукурудзи. *Агробізнес сьогодні (Журнал та мультимедійна платформа успішного аграрія)*. 2022. № 03 (466). С. 32–34.
7. Циліурик О. І., **Сологуб І. М.** Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від регуляторів росту в умовах Степу України. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: мат. V міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р. / ДДАЕУ). С. 81–83.
8. Циліурик О. І., Іжболдін О. О., **Сологуб І. М.**, Сумятіна О. О. Вплив регуляторів росту рослин на формування продуктивності гібридів кукурудзи.

*Зрошення – вагома складова сталого розвитку аграрного сектора в Україні: матеріали: мат. Всеукр. наук.-прак. конф., присвяч. пам'яті док. с.-г. наук, проф., член-кор. НААН, засл. агронома України, лаур. Держ. премії України, (25 березня 2021 року, м. Херсон / ІЗ НААН). С. 168–171.*

**9.** Цилюрик О. І., Сологуб І. М. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від регуляторів росту рослин. *Новітні системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур. Вклад молодих вчених: мат. наук.-прак. Інтернет-конф. молод. учен. і спеціал. в Україні (м. Київ, 18 листопада 2021 р. / ІЗ НААН). С. 32–34.*

**10.** Цилюрик О.І., Сологуб І.М. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від регуляторів росту рослин. *Новітні системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур: вклад молодих вчених: мат. наук.–прак. Інтернет–конф. молод. учен. і спец. (сmt Чабани.–Вінниця. ТОВ: «ТВОРИ» 18 листопада 2021 р./ННЦ «ІЗ НААН». 2021. С. – 32–34.*

**11.** Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М. Ефективність регуляторів росту рослин в посівах кукурудзи. *Теоретичні та практичні питання аграрної науки : мат. міжнар. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 18 травня 2022 р. / ДДАЕУ). С. 59–60.*

**12.** Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М. Уміст хлорофілу в листках та урожайність кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин в Північному Степу. *Інноваційні технології в рослинництві – запорука сталого розвитку сільського господарства: мат. всеукр. наук.-прак. Інтернет-конф. присв. 90-річчю з дня народ. Віталія Карповича Чуйка. (2 грудня 2022 р. м. Полтава / ПДСГДС ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН України). 2022. С. 64–67.*

**13.** Цилюрик О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М., Шугай А. В. Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах кукурудзи Північному Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: мат. VI міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р. ДДАЕУ). 2022. С. 55–57.*

14. Tsyliuryk O. I., Izhboldin O. O., **Sologub I. M.**, Shuhai A. V. Effect of plant growth stimulants on biometric parameters and yield of corn in the Northern Steppe. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*. мат. VI міжнарод. наук.–прак. конф. (м. Дніпро, 16–17 листопада 2022 р. ДДАЕУ). 2022. С. 58–59.
15. Циліурік О. І., Іжболдін О. О., Сологуб І. М. Вплив стимуляторів росту рослин на вміст хлорофілу в листках та урожайність зерна кукурудзи. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі*: мат. IV Всеукр. наук-прак. конф., присвяченої пам'яті вченого-селекціонера в галузі баштанництва І. І. Колесника (29 листопада 2022 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна). Дніпро, 2022. С. 161–163.

## Додаток В

## АКТ

## впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Ефективність регуляторів росту рослин та мікродобрив в посівах кукурудзи”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: С(Ф)Г «Атлант»
4. Складові елементи розробки: Внесення у фазу 3-5 листків та 10-12 листків (гібрид ДН Хортиця) наступних стимуляторів росту рослин: Вимпел 2 (0,5 л/га); Альфа-нано-гроу (50 мл/га); Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га); Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2021 р., площа 45 га
6. Вид продукції: кукурудза, врожайність 6,0 т/га, приріст врожайності до стандарту Вимпел 2 - 0,25 т/га; Альфа-нано-гроу - 0,20 т/га; Авангард Гроу Аміно - 0,35 т/га; Авангард Гроу Гумат - 0,36 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість продукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
14122	17133	18810	19920	5050	4810

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):
  - а) від об'єкта впровадження: керівник Приходько Олександр Анатолійович
  - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідувач кафедри рослинництва д. с-г. наук, професор Циліорик О.Г., асистент Сологуб І.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено „09” листопада 2021 р.

Сторони, що виконують впровадження:

від господарства

від ДДАЕУ



Приходько О.А.  
Сологуб І.М.  
Циліорик О.Г.

## Додаток С

## АКТ

## впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Ефективність регуляторів росту рослин та мікродобрив в посівах кукурудзи”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: ТОВ «Авангард»
4. Складові елементи розробки: Внесення у фазу 3-5 листків та 10-12 листків (гібрид ДН Хортиця) наступних стимуляторів росту рослин: Вимпел 2 (0,5 л/га); Альфа-нано-гроу (50 мл/га); Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га); Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2022 р., площа 35 га
6. Вид продукції: кукурудза, врожайність 6,18 т/га, приріст врожайності до
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість п. редукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
14623	17334	19900	20182	5220	4967

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):
  - а) від об'єкта впровадження: керівник Ушаков Дмитро Євгенійович
  - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідувач кафедри рослинництва д. с-г. наук, професор Циліорик О.І., асистент Сологуб І.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено „ 27” жовтня 20-2 2 р.

Сторони, що виконують впровадження:

від господарства

від ДДАЕУ



*Циліорик О.І.*  
*Сологуб І.М.*  
*Ушаков Дмитро Євгенійович*

## Додаток D

## АКТ

## впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Ефективність регуляторів росту рослин та мікродобрив в посівах кукурудзи”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: Фермерське господарство «Зоря», Дніпропетровська область, Новомосковський район.
4. Складові елементи розробки: Внесення у фазу 3-5 листків та 10-12 листків (гібрид ДН Хортиця) наступних стимуляторів росту рослин: Вимпел 2 (0,5 л/га); Альфа-нано-гроу (50 мл/га); Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га); Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2022 р., площа 35 га
6. Вид продукції: кукурудза, врожайність 6,18 т/га, приріст врожайності до стандарту Вимпел 2 - 0,45 т/га; Альфа-нано-гроу - 0,23 т/га; Авангард Гроу Аміно - 0,55 т/га; Авангард Гроу Гумат - 0,58 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість продукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
14623	17334	19900	20182	5220	4967

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):
  - а) від об'єкта впровадження: Голова фермерського господарства «Зоря», к.с.-г.н. Горщар О.А.
  - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідувач кафедри рослинництва д. с-г. наук, професор Циліорик О.Е., асистент Сологуб І.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено „29” березня 2023 р.

Сторони, що виконують впровадження:

від ФГ «Зоря»

від ДДАЕУ



Горщар О.А.

Циліорик О.І

Сологуб І.М.

## Додаток Е

**BIOSAFETY-CENTER**

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Науково-дослідний центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК

Атестат про акредитацію № 201727 від 16.06.2021 р.  
Сертифікат ОС "УБЦС" № LB 13/22 від 26.12.2022 р.

Юридична адреса: вул. Сергія Єфремова, 25, м.  
Дніпро, Україна, 49600

Фактична адреса: вул. Мандриківська,  
276, м. Дніпро, Україна, 49100  
+38 (095) 063 05 31  
+38 (095) 093 03 76  
plppm@ua.fm

Затверджую  
Директор НДЦ



Д.М.М асюк

**ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ**  
**№ НТ/8538 від 10.05.2023**

Замовник: Сологуб Ірина Миколаївна

Об'єкт випробування та реєстраційний код зразків: зерно кукурудзи продовольчої №1 (В-18602/1), зерно кукурудзи продовольчої №2 (В-18602/2), зерно кукурудзи продовольчої №3 (В-18602/3), зерно кукурудзи продовольчої №4 (В-18602/4), зерно кукурудзи продовольчої №5 (В-18602/5), зерно кукурудзи продовольчої №6 (В-18602/6), зерно кукурудзи продовольчої №7 (В-18602/7), зерно кукурудзи продовольчої №8 (В-18602/8), зерно кукурудзи продовольчої №9 (В-18602/9), зерно кукурудзи продовольчої №10 (В-18602/10), зерно кукурудзи продовольчої №11 (В-18602/11), зерно кукурудзи продовольчої №12 (В-18602/12), зерно кукурудзи продовольчої №13 (В-18602/13), зерно кукурудзи продовольчої №14 (В-18602/14), зерно кукурудзи продовольчої №15 (В-18602/15), зерно кукурудзи продовольчої №16 (В-18602/16), зерно кукурудзи продовольчої №17 (В-18602/17), зерно кукурудзи продовольчої №18 (В-18602/18), зерно кукурудзи продовольчої №19 (В-18602/19), зерно кукурудзи продовольчої №20 (В-18602/20),

Замовлення: Рахунок №П/23/04/070 від 24.04.2023

Дата одержання зразків: 24 квітня 2023 р.

Дата проведення випробувань: 10 травня 2023 р.

Коментар:

**Результати випробувань**

№ з/п	Показники, що визначали	Фактичне значення на натуральну вологу	НД на методи випробувань
<b>зерно кукурудзи продовольчої №1 (В-18602/1)</b>			
1	Сирий протеїн, %	7,78	ДСТУ 7169:2010
2	Сирий жир, %	4,76	ДСТУ ISO 6492:2003
3	Вологість, %	14,08	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №2 (В-18602/2)</b>			
1	Сирий протеїн, %	7,75	ДСТУ 7169:2010
2	Сирий жир, %	4,68	ДСТУ ISO 6492:2003
3	Вологість, %	13,91	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №3 (В-18602/3)</b>			
1	Сирий протеїн, %	7,92	ДСТУ 7169:2010
2	Сирий жир, %	4,02	ДСТУ ISO 6492:2003
3	Вологість, %	13,82	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №4 (В-18602/4)</b>			
1	Сирий протеїн, %	8,21	ДСТУ 7169:2010
2	Сирий жир, %	5,52	ДСТУ ISO 6492:2003
3	Вологість, %	14,03	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №5 (В-18602/5)</b>			
1	Сирий протеїн, %	8,40	ДСТУ 7169:2010
2	Сирий жир, %	4,81	ДСТУ ISO 6492:2003
3	Вологість, %	13,83	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №6 (В-18602/6)</b>			
1	Сирий протеїн, %	6,66	ДСТУ 7169:2010
2	Сирий жир, %	3,55	ДСТУ ISO 6492:2003
3	Вологість, %	14,02	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №7 (В-18602/7)</b>			
1	Сирий протеїн, %	6,08	ДСТУ 7169:2010



## Продовження додатку Е

2 Вологість, %	13,06	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	5,06	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №8 (В-18602/8)</b>		
1 Сирий протеїн, %	7,12	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	14,14	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	4,33	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №9 (В-18602/9)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,86	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	14,01	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	4,48	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №10 (В-18602/10)</b>		
1 Сирий протеїн, %	7,10	ДСТУ 7169:2010
2 Сирий жир, %	4,45	ДСТУ ISO 6492:2003
3 Вологість, %	13,93	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №11 (В-18602/11)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,55	ДСТУ 7169:2010
2 Сирий жир, %	3,73	ДСТУ ISO 6492:2003
3 Вологість, %	14,34	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №12 (В-18602/12)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,32	ДСТУ 7169:2010
2 Сирий жир, %	3,53	ДСТУ ISO 6492:2003
3 Вологість, %	14,04	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №13 (В-18602/13)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,43	ДСТУ 7169:2010
2 Сирий жир, %	4,43	ДСТУ ISO 6492:2003
3 Вологість, %	14,1 <sup>^</sup>	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №14 (В-18602/14)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,42	ДСТУ 7169:2010
2 Сирий жир, %	4,11	ДСТУ ISO 6492:2003
3 Вологість, %	14,32	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №15 (В-18602/15)</b>		
1 Сирий протеїн, %	7,06	ДСТУ 7169:2010
2 Сирий жир, %	4,10	ДСТУ ISO 6492:2003
3 Вологість, %	14,18	ГОСТ 13586.5-93
<b>зерно кукурудзи продовольчої №16 (В-18602/16)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,05	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	14,50	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	5,38	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №17 (В-18602/17)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,20	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	14,53	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	4,77	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №18 (В-18602/18)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,62	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	13,80	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	4,71	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №19 (В-18602/19)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,73	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	14,44	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	4,82	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>зерно кукурудзи продовольчої №20 (В-18602/20)</b>		
1 Сирий протеїн, %	6,60	ДСТУ 7169:2010
2 Вологість, %	14,45	ГОСТ 13586.5-93
3 Сирий жир, %	5,17	ДСТУ ISO 6492:2003

Відповідальні виконавці:

Завідувач відділу фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічних досліджень

Єфімов В.Г.

Фахівець II категорії сектору фізико-хімічних методів досліджень

/

Севастьянова О.Ю.

Примітки:

1. Цей протокол випробувань відноситься тільки до зразків, які пройшли випробування.

2. Цей протокол випробувань не підлягає тиражуванню, як повністю так і частково, без дозволу НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ. "КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"