

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

Кваліфікаційна наукова праця на
правах рукопису

ОСТАПЧУК ЯРОСЛАВ ВІКТОРОВИЧ

УДК 633.854.78 : 631. 81

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ РІЗНИХ ГРУП
СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ
ПІДЗОНИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

201 – Агрономія

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

Я.В. Остапчук



Науковий керівник:
Циліорик Олександр Іванович
доктор сільськогосподарських наук,
професор

Дніпро – 2025

АНОТАЦІЯ

Останчук Я.В. Продуктивність гібридів соняшнику 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 – Агронімія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2025.

У дисертаційній роботі досліджено теоретичне узагальнення та пропонується нове рішення важливого наукового завдання, спрямованого на вдосконалення агротехнічних заходів вирощування соняшнику (*Helianthus annuus*), з особливим акцентом на урахування погодних умов, морфобіологічних особливостей різних гібридів соняшнику, а також їх реакції на використання стимуляторів та регуляторів росту. Вперше в умовах підзони Північного Степу України визначено ефективність та раціональність застосування різних регуляторів росту рослин, досліджено динаміку росту і розвитку соняшнику, формування елементів структури врожаю у гібридів різних груп стиглості соняшнику.

Генетичний потенціал соняшнику є досить високим та здатний забезпечити урожайність понад 5,5 тон на гектар, проте в умовах посушливого Степу його генетичний потенціал урожайності реалізується лише на 45-50%. Показники продуктивності гібридів соняшнику визначаються їхніми біологічними особливостями, агрометеорологічними умовами вирощування та використовуваними елементами технологій, особливо такими як використання регуляторів росту рослин.

Важливо відзначити, що урожайність та якість насіння соняшнику значно залежать від формування репродуктивних органів, таких як розмір кошика, маса 1000 насінин, рівень лушпинності тощо. Ці фактори визначають формування врожаю та його величину. Тобто, вивчення та оптимізація цих біологічних аспектів стає ключовим завданням для підвищення якості та величини врожаю

соняшнику в умовах посушливого Степу.

У рамках вирішення даної проблеми важливо вдосконалити продуктивність соняшнику шляхом введенням нових регуляторів росту рослин, різних за природою походження та впливу на рослини, таких як "Вимпел К-2", "Церон", "Архітект". Варто врахувати, що інформація про ефективність цих стимуляторів росту рослин у вирощуванні соняшнику на сьогоднішній день є обмеженою та може містити суперечливі відомості.

Головна мета нашого дослідження полягає в глибокому вивченні впливу різних регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток та продуктивність соняшнику різних груп стиглості в умовах підзони Північного Степу України. Ціль досліджень полягає також в розробці практичних рекомендацій щодо використання найбільш ефективних стимуляторів росту рослин, таких як "Вимпел К-2", "Церон", "Архітект", з метою покращення прискореного росту та розвитку соняшнику, підвищенню стійкості до екстремальних температурних режимів, зміцненню листкової поверхні, збільшенню вмісту жирів і протеїну в насінні соняшнику, а також підвищенню врожайності та якості його насіння.

Для досягнення зазначеної мети планувалося вирішити наступні завдання:

- виявити оптимальні стимулятори росту рослин соняшнику для гібридів різних груп стиглості;
- вивчити динаміку параметрів режиму вологи, в посівах соняшнику залежно від стимуляторів росту та гібридів;
- визначити вплив різних стимуляторів росту на ріст, розвиток, формування елементів структури урожаю, урожайність і якість насіння соняшнику;
- дослідити вплив різних регуляторів росту на вміст хлорофілу, фотосинтетичну активність;
- виявити реакцію гібридів соняшнику різних груп стиглості на застосування регуляторів росту.
- провести еколого – економічну оцінку застосування різних стимуляторів росту на гібридах соняшнику різних груп стиглості.

Наукова новизна. За умов Північного Степу України вперше дана оцінка ефективності найбільш раціональних регуляторів росту рослин соняшнику, дослідженні особливості динаміки росту, розвитку, формування елементів структури урожаю та фітосанітарного стану гібридів соняшнику різних груп стиглості.

Уперше:

- визначено особливості росту, розвитку та формування насінневої продуктивності рослин соняшнику різних груп стиглості в умовах Північного Степу України;
- виявлено вміст хлорофілу та його вплив на врожайність і якість насіння соняшнику;
- визначено вплив регуляторів росту на процеси формування насінневої продуктивності.

Удосконалено:

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

Набули подальшого розвитку:

- наукові підходи щодо обґрунтування елементів агротехнічних заходів вирощування соняшнику в умовах Північного Степу;
- економічна та екологічна доцільність впровадження елементів технологічних рішень вирощування соняшнику.

Для виконання завдання використовувалися різноманітні загальнонаукові методи досліджень, серед них: польовий – для дослідження взаємодії гібридів соняшнику різних груп стиглості та стимуляторів росту з біологічними і абіотичними факторами; лабораторний – аналіз рослин та насіння з метою вивчення взаємодії між рослиною та умовами навколишнього середовища; вимірювально-ваговий – для встановлення динаміки росту, біометричних вимірювань, умісту хлорофілу, визначення елементів структури урожаю та врожайності насіння; розрахунково-порівняльний для оцінки економічної

ефективності; методи математичної статистики: дисперсійний, кореляційний аналізи. Для наукового підґрунтування мети та втілення поставлених завдань, а також для узагальнення результатів експериментів, були використані різноманітні методи, зокрема: діалектичний аналіз, формулювання гіпотез, синтез даних, індуктивний підхід, використання статистичних методів, спостереження та інші наукові прийоми.

За допомогою зібраних експериментальних даних вдалося удосконалити існуючі технології вирощування соняшнику та розробити нові підходи для господарств різних форм власності на землю, незалежно від їх фінансово-матеріального та технічного забезпечення.

Отримані результати експериментів успішно впроваджено та перевірено в реальних виробничих умовах на господарствах Північного Степу. Досліджені елементи технологій були впроваджені в різних сільськогосподарських підприємствах, зокрема в СФГ "Україна 2000" Синельниківського району Дніпропетровської області (загальна площа 68 га), СГ "Східне" Синельниківського району Дніпропетровської області (47 га), СФГ "Елада" Синельниківського району Дніпропетровської області (76 га) та СФГ "Сокіл" Синельниківського району Дніпропетровської області (34 га), охоплюючи загальну площу 225 га.

У результаті впровадження нових елементів технологій було зафіксоване щорічне зростання врожайності насіння та досягнуто високий економічний ефект.

Структура дисертації включає в себе вступ, п'ять розділів, висновки, рекомендації для виробництва, список використаних літературних джерел та додатки.

У процесі наукових випробувань встановлено, що біометричні показники гібридів соняшнику різних груп стиглості демонструють зміни у фізіологічних параметрах рослин. Зокрема, використання регуляторів росту, зокрема Церону і Архітекту в технології вирощування середньораннього гібриду соняшнику Sumiko HTS, середньостиглого SY Курова, середньопізнього Subaro HTS має

позитивну тенденцію потовщення стебла до 2,9–3,0 см. Виявлена тенденція до зростання ефективності регуляторів росту на середньоранньому гібриді Sumiko HTS з поступовим послабленням ефективності на середньопізньому Subaru HTS, що є доказом поступового сповільнення дії препаратів впродовж вегетації, тобто в кінці вегетації дія препаратів практично припиняється, в той час як на середньоранньому гібриді із більш коротшим вегетаційним періодом вони ще мають позитивну дію в більш пізніші фази розвитку.

Всі регулятори росту рослин на соняшнику забезпечували зниження висоти рослин та підвищували стійкість стебел до поникнення і вилягання. Максимальне зниження висоти рослин забезпечував регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) – 193 до 201 см та «Церон» (0,5 л/га) – 198–203 см, що було менше за контроль відповідно на 18–41 см (9,2–21,2 %) та 11–36 см (5,4–18,1 %). Окрім цього виявлена закономірність зниження висоти рослин соняшнику по низхідній від середньопізнього до середньораннього гібридів.

Внесення регуляторів росту забезпечувало сталу тенденцію зростання кількості листків у соняшнику, незалежно від гібридів та препаратів на 0,3–2,3 листки (1,03–8,24%). Серед регуляторів росту найбільш ефективним препаратом був «Архітект» (0,5 л/га), що забезпечував максимальне збільшення кількості листків до рівня 8 %. Середньопізній гібрид Subaru HTS формував максимальну кількість листків за дії всіх регуляторів росту. Практично не поступався йому середньостиглий гібрид SY Kurava – 1,7 шт.

Регулятори росту мали тенденцію впливу на площу листкової поверхні середньораннього гібриду Sumiko HTS та середньопізнього Subaru HTS, яка була максимальною за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) відповідно 67,5–71,4 та 69,1–75,1 тис. м²/га. В посівах середньостиглого гібриду SY Kurava найефективнішим був «Архітект» (0,5 л/га), який сприяв формуванню площі листкової поверхні на рівні 69,9–77,6 тис. м²/га. В цілому використання регуляторів росту забезпечувало тенденцію зростання площі листків у середньораннього гібриду Sumiko HTS на 1,8–3,9 тис. м²/га (2,6–5,5 %),

середньостиглого SY Курава на 5,5–7,7 тис. м³/га (7,2–9,9 %), середньопізнього Subaro HTS на 2,2–6 тис. м³/га (3,1–7,9 %).

Використання регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) скорочувало вегетаційний період середньостиглого гібриду соняшнику SY Курава на 4,6 дні. Це ж стосується і регулятора росту «Архітект» (0,5 л/га) де також відбувалося скорочення вегетаційного періоду на 4,3 дні. Регулятори росту пришвидшували фізіологічні процеси, а відповідно і фази росту та розвитку рослин соняшнику через пришвидшення синтезу етилену в меристематичних клітинах. Препарат «Вимпел К-2» мав менш виражений вплив на ріст і розвиток рослин у межах помилки досліду.

Максимальне сумарне водоспоживання соняшнику (використання із ґрунту + опади вегетаційного періоду) було відмічено саме на варіантах застосування регуляторів росту рослин, особливо при використанні «Архітект» (0,5 л/га) та «Церон» (0,5 л/га) відповідно 3187–3189 м³/га та 3185–3188 м³/га. Дещо нижчі показники були відмічені на ділянках «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 3073–3180 м³/га. Мінімальними зазначені показники закономірно були на контролі – 3007–3173 м³/га через нижчий габітус рослин та врожайність олійної культури.

Незважаючи на збільшення витрат води на одиницю площі, більш ефективніше волога використовувалася на варіантах внесення регуляторів росту. Коефіцієнт водоспоживання мінімальним був за обробітку рослин «Архітект» (0,5 л/га) та «Церон» (0,5 л/га), відповідно 1705,2–2138,7 та 1760,8–2181,7 м³/т. Дещо вищим за використання «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 1893,1–22,87,8 м³/т. Найбільшу кількість води на одиницю продукції рослини соняшнику витрачали на контролі без використання препаратів – 2178,9–2439,6 м³/т. Адже регулятори росту рослин на соняшнику сприяють раціональнішому використанню води на одиниці продукції, хоча сумарна кількість витраченої води дещо вища через кращу розвиненість рослин та вищі показники врожайності.

Застосування регуляторів росту на рослинах соняшнику гібридів Subaro HTS (середньопізній), SY Курава (середньостиглий), Sumiko HTS

(середньоранній) демонструють достовірне зростання вмісту хлорофілу, за використання регуляторів росту в порядку спадання: «Церон» – 6,15–6,66 мг/г; «Архітект» – 6,17–6,52 мг/г; «Вимпел К-2» – 5,58–5,86 мг/г. В той час як на контролі без обробітку препаратами він становить 4,45–4,64 мг/г, що було на 1,13–2,02 мг/г (20,2–30,3 %) меншим.

Співвідношення умісту хлорофілів "А"/"В" при використанні «Архітект» та «Церон» було на рівні 2,41–2,43 та 2,55–2,61 відповідно, що свідчить про високу активність хлорофілу "А" та високу його продуктивність. За внесення регулятора росту «Вимпел К-2» співвідношення "А"/"В" зменшувалося до 1,28–1,96, що вказує на вищу стійкість рослин до негативних чинників навколишнього середовища при використанні зазначеного препарату, завдяки збільшенню умісту хлорофілів "В" у листках соняшнику до 1,92–2,02 мг/г.

Максимальні показники збільшення діаметра кошика, по відношенню до контролю, забезпечував регулятор росту «Церон» (0,5 л/га) на середньоранньому гібриді Sumiko HTS – 3,1 см (14,3 %), середньостиглому SY Курава – 3,7 см (19,6 %), середньопізньому Subaru HTS – 3,4 см (11,8 %). Деякі відмінності між гібридами соняшнику можна пояснити їх біологічними особливостями. В цілому приріст діаметра кошика соняшнику від «Церон» становив 11,8–19,6 %.

Найбільша кількість квіток зафіксована при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 1049–1136 шт., що було на 61–100 шт. (5,8–8,8%) більше за контрольний варіант без препаратів (988–1108 шт.). Високі показники за кількістю сформованих квіток мав препарат «Архітект» (0,5 л/га) – 1019 –1128 шт., який перевищував контроль на 31,0–92,0 шт. (3,0–8,1 %). Виявлена пряма кореляція між збільшенням діаметра кошика та кількістю квіток у ньому. Запилення квіток соняшника як на контролі так і за внесення всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») був практично однаковим 75,0–78,2 % з невеликою тенденцією 3,2 в. п. (відсоткових пункти) до підвищення за використання регуляторів росту.

Регулятори росту мали деякий вплив на масу 1000 насінин соняшнику, зокрема такі препарати як «Церон» (0,5 л/га) та «Архітект» (0,5 л/га),

збільшували масу насіння на 6,5–15,7 %. При цьому практично не виявлено різниці у масі 1000 насінин між досліджуваними гібридами, яка варіювала у межах – 46,7–55,7 г незалежно від групи стиглості.

Внесення регуляторів росту рослин, зокрема «Церон» (0,5 л/га) і «Архітект» (0,5 л/га), значно збільшувало урожайність насіння соняшнику порівняно із контрольним варіантом (без препаратів) на 9,35–29,2 % за рахунок підвищення стійкості та толерантності гібридів соняшнику до несприятливих факторів навколишнього середовища, зокрема посушливих умов у серпні. Мінімальну надбавку від використання регуляторів росту рослин забезпечував «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 0,13–0,4 т/га, що становило 9,35–23,8 %. Середньопізній гібрид Subaru HTS в критичні фази росту і розвитку рослин соняшнику (фаза цвітіння, налив насіння) потрапляв у жорсткіші умови вологозабезпеченості та знижував врожайність на 0,12–0,38 т/га, або на 8,6–20,3 % порівнюючи із середньораннім та середньостиглим гібридами.

Застосування регуляторів росту рослин на соняшнику практично не впливало на натуру насіння та його лушпинність, водночас давало можливість підвищити олійність за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) до 51,95–53,87 %, «Архітект» (0,5 л/га) до 51,95–52,91 %, що перевищувало контроль (без обробки препаратами) на 2,89–7,69 та 3,85–5,77 в. п. Відмічено підвищення олійності у середньораннього гібриду Sumiko HTS до 46,18–53,87 %. Що ймовірно пов'язано з кращими умовами вологозабезпеченості у середньораннього гібриду порівнюючи з середньостиглим і середньопізнім.

Виявлено максимальні показники вмісту білка відмічені за використання «Церон» (0,5 л/га) – 22,17–22,50 % та «Архітект» (0,5 л/га) – 22,17–22,40 %, що перевищувало контроль відповідно на 0,44 – 1,07 та 0,40–0,80 в. п., або 1,98–4,75 та 1,80–3,57 %. Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) проявляв невелику тенденцію до збільшення умісту білку у насінні соняшника на 0,16–0,44 в. п, або 0,7–2,0 %, а вміст білку був однаковим та варіював у межах 21,9–22,50 %.

Ефективнішим з економічної точки зору є препарат «Церон» (0,5 л/га) на гібриді SY Курава (середньостиглий) який забезпечував рівень рентабельності

на рівні – 199,3 % та на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) – 192,6 %. Слід виділити також препарат «Архітект» (0,5 л/га) на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) із рівнем рентабельності – 185,7 %. Кращі економічні показники мали більш ранньостигліші гібриди соняшнику, зокрема седньостиглий SY Курава забезпечував максимальні показники рентабельності – 129,2–199,3 %, дещо нижчі середньоранній Sumiko HTS – 111,2–192,6 %.

Середньопізній гібрид Subaru HTS забезпечував мінімальну рентабельність виробництва насіння соняшнику – 98,5–126,6 %, що пов'язано із нижчими показниками врожайності за посушливих умов у серпні, коли більш пізні гібриди потрапляли у несприятливі умови вологозабезпеченості в час наливання насіння соняшнику, а це призводило до збільшення кількості невиповненого насіння.

Витрачена енергія в технології вирощування соняшнику компенсувалася його урожаєм (1,26–1,87 т/га) із валовим вмістом енергії 21798–32351 МДж/га, що доводить досить високий показник енергетичного коефіцієнта (K_{ee}) – 3,1, або повернення енергії з отриманим урожаєм було в 3,1 рази вищим, а ніж затраченої.

В результаті проведених експериментів вдосконалено традиційні методи вирощування соняшнику завдяки впровадженню нових регуляторів росту на основі стимуляторів та мікродобрих. Це сприяє максимальному використанню потенціалу насінневої продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу та одночасно зменшує витрати на виробництво.

Ключові слова: *соняшник, регулятори росту рослин, біометричні показники, хлорофіл, врожайність та якість насіння, економічна ефективність*

ABSTRACT

Ostapchuk Ya. V. Productivity of sunflower hybrids of different maturity groups depending on growth regulators in the conditions of the Northern Steppe subzone of Ukraine. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 – Agronomy. – Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, 2025.

The thesis investigates the theoretical generalisation and offers a new solution to an important scientific problem aimed at improving agrotechnical methods of sunflower (*Helianthus annuus*) cultivation, taking into account weather conditions, morphobiological characteristics of different sunflower hybrids, as well as their response to the use of stimulants and growth regulators. For the first time in the conditions of the Northern Steppe subzone of Ukraine, the effectiveness and rationality of applying various plant growth regulators were determined, the dynamics of sunflower growth and development, and the formation of elements of the yield structure in hybrids of different sunflower maturity groups were studied.

The genetic potential of sunflower is quite high and capable of ensuring yields of over 5.5 tons per hectare; however, in the conditions of the arid Steppe, its genetic yield potential is realized only at 45–50%. The productivity indicators of sunflower hybrids are determined by their biological characteristics, agrometeorological conditions of cultivation, and the elements of technologies used, especially such as the application of plant growth regulators.

It is important to note that the yield and quality of sunflower seeds greatly depend on the formation of reproductive organs, such as the size of the basket, the weight of 1000 seeds, the level of huskiness, etc. These factors determine the formation of the crop and its size. Therefore, studying and optimizing these biological aspects becomes a key task for increasing the quality and quantity of sunflower yield in the conditions of the arid Steppe.

As part of addressing this issue, it is important to improve the productivity of sunflower by introducing new plant growth regulators, different in nature of origin and

impact on plants, such as "Vympel K-2," "Ceron," "Architect." It is worth considering that information about the effectiveness of these plant growth stimulants in sunflower cultivation is currently limited and may contain contradictory data.

The main goal of our research is to deeply study the influence of different plant growth regulators on the morphogenesis, growth, development, and productivity of sunflower of different maturity groups in the conditions of the Northern Steppe subzone of Ukraine. The aim of the research is also to develop practical recommendations for the use of the most effective plant growth stimulants, such as "Vympel K-2," "Ceron," "Architect," with the purpose of improving accelerated growth and development of sunflower, increasing resistance to extreme temperature regimes, strengthening leaf surface, increasing the content of fats and proteins in sunflower seeds, as well as increasing yield and quality of its seeds.

To achieve the stated goal, the following tasks were planned to be addressed:

- identify optimal plant growth regulators for sunflower hybrids of different maturity groups;
- study the dynamics of moisture regime parameters in sunflower crops depending on growth stimulants and hybrids;
- determine the influence of various growth stimulants on the growth, development, formation of yield structure elements, yield, and quality of sunflower seeds;
- investigate the effect of different growth regulators on chlorophyll content, photosynthetic activity;
- identify the response of sunflower hybrids of different maturity groups to the application of growth regulators;
- conduct an eco-economic assessment of the application of various growth stimulants on hybrids of sunflower of different maturity groups.

Scientific novelty. Under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, for the first time, an assessment of the effectiveness of the most rational plant growth regulators for sunflower has been assessed; the study of the dynamics of growth, development, formation of yield structure elements, and the phytosanitary condition of

sunflower hybrids of different maturity groups have been conducted.

For the first time:

- the peculiarities of growth, development, and formation of seed productivity of sunflower plants of different maturity groups in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine have been determined;
- the chlorophyll content and its impact on the yield and quality of sunflower seeds have been identified;
- the influence of growth regulators on the processes of seed productivity formation has been determined.

Improved:

- existing elements of sunflower cultivation technology in the conditions of the Northern Steppe, which allow for a broader realization of the seed productivity potential of sunflower hybrids of different maturity groups and reduce technological costs.

Further developments include:

- scientific approaches to substantiating the elements of agronomic practices for sunflower cultivation in the conditions of the Northern Steppe;
- economic and ecological feasibility of implementing elements of technological solutions for sunflower cultivation.

To accomplish the task, various interdisciplinary research methods were used, including: field research: to investigate the interaction of sunflower hybrids of different maturity groups and growth stimulants with biological and abiotic factors; laboratory analysis: to analyze plants and seeds to study the interaction between the plant and environmental conditions; measurement and weighing methods: to establish growth dynamics, biometric measurements, chlorophyll content, determination of yield structure elements, and seed yield; comparative analysis: for assessing economic efficiency; mathematical statistical methods: variance analysis, correlation analysis.

For the scientific substantiation of the goal and implementation of the set tasks, as well as for generalizing the results of experiments, various methods were used, including dialectical analysis, hypothesis formulation, data synthesis, inductive

approach, statistical methods, observation, and other scientific techniques.

With the help of the collected experimental data, existing sunflower cultivation technologies were improved, and new approaches were developed for farms of various ownership forms, regardless of their financial, material, and technical resources.

The obtained results of the experiments were successfully implemented and tested in real production conditions on the farms of the Northern Steppe. The researched elements of technology were implemented in various agricultural enterprises, in particular in the PFE "Ukraine 2000" of Synelnykove district of Dnipropetrovsk region (with a total area of 68 hectares), PF "Skhidne" of Synelnykove district of Dnipropetrovsk region (47 hectares), PFE "Elada" of Synelnykove district of Dnipropetrovsk region (76 hectares) and PFE "Sokil" of Synelnykove district, Dnipropetrovsk region (34 hectares), covering a total area of 225 hectares.

As a result of the implementation of new technological elements, an annual increase in seed yield was recorded, and a high economic effect was achieved.

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

In the process of scientific testing, it was established that the biometric indicators of sunflower hybrids of different maturity groups demonstrate changes in physiological plant parameters. Specifically, the use of growth regulators, such as Ceron and Architect, in the cultivation technology of the mid-early sunflower hybrid Sumiko HTS, mid-ripening SY Kupava, and mid-late Subaru HTS, shows a positive trend towards stem thickening to 2.9–3.0 cm. A tendency was observed for the effectiveness of growth regulators to increase in the mid-early hybrid Sumiko HTS with gradual weakening of effectiveness in the mid-late Subaru HTS, which is evidence of a gradual slowdown in the action of the preparations throughout the vegetation period. This means that by the end of the vegetation period, the action of the preparations practically ceases, whereas on the mid-ripening hybrid with a shorter vegetation period, they still have a positive effect in later stages of development.

All plant growth regulators on sunflower ensured a decrease in plant height and increased the resistance of stems to drooping and lodging. The maximum reduction in

plant height was provided by the growth regulator "Architekt" (0.5 l/ha) - 193 to 201 cm and "Ceron" (0.5 l/ha) - 198-203 cm, which was less than the control by 18- 41 cm (9.2–21.2 %) and 11–36 cm (5.4–18.1 %). In addition, the regularity of the decrease in the height of sunflower plants in descending order from mid-late to mid-early hybrids was revealed.

The application of growth regulators ensured a consistent trend of increasing leaf number in sunflower, regardless of hybrids and preparations, by 0.3–2.3 leaves (1.03–8.24%). Among the growth regulators, the most effective preparation was "Architekt" (0.5 l/ha), which provided the maximum increase in the number of leaves to 8%. The mid-late hybrid Subaru HTS formed the maximum number of leaves under the action of all growth regulators. It was practically not inferior to the mid-ripening hybrid SY Kupava with 1.7 leaves.

Regulators of growth tended to influence the leaf area of the mid-early hybrid Sumiko HTS and the mid-late hybrid Subaru HTS, which was maximal with the use of the "Ceron" preparation (0.5 l/ha) at 67.5–71.4 and 69.1–75.1 thousand m²/ha, respectively. In crops of the mid-ripening hybrid SY Kupava, "Architekt" (0.5 l/ha) was the most effective, contributing to the formation of leaf area at the level of 69.9–77.6 thousand m²/ha. Overall, the use of growth regulators tended to increase the leaf area in the mid-early hybrid Sumiko HTS by 1.8–3.9 thousand m²/ha (2.6–5.5%), in the mid-ripening hybrid SY Kupava by 5.5–7.7 thousand m²/ha (7.2–9.9%), and in the mid-late hybrid Subaru HTS by 2.2–6 thousand m²/ha (3.1–7.9%).

The use of the growth regulator "Ceron" (0.5 L/ha) shortened the vegetative period of the mid-ripening sunflower hybrid SY Kupava by 4.6 days. The same applies to the growth regulator "Architekt" (0.5 L/ha), where there was also a reduction in the vegetative period by 4.3 days. Growth regulators accelerated physiological processes, and consequently, the growth and development phases of sunflower plants were accelerated due to the accelerated synthesis of ethylene in meristematic cells. The "Vympel K-2" preparation had a less pronounced effect on the growth and development of plants within the experimental error.

The maximum total water consumption of sunflower (including soil moisture and precipitation during the vegetative period) was observed in the variants where plant growth regulators were applied, especially when using "Architect" (0.5 L/ha) and "Ceron" (0.5 L/ha), corresponding to 3187–3189 m³/ha and 3185–3188 m³/ha, respectively. Slightly lower values were recorded in plots treated with "Vympel K-2" (0.7 L/ha), ranging from 3073–3180 m³/ha. The minimum values were naturally observed in the control plots, ranging from 3007–3173 m³/ha, due to the smaller size of plants and the lower yield of the oil crop.

Despite the increased water consumption per unit area, moisture was more efficiently used in the variants where plant growth regulators were applied. The water consumption coefficient was minimal for the treatment of plants with "Architect" (0.5 L/ha) and "Ceron" (0.5 L/ha), at 1705.2–2138.7 and 1760.8–2181.7 m³/ton, respectively. Slightly higher values were observed for the use of "Vympel K-2" (0.7 L/ha), ranging from 1893.1–2287.8 m³/ton. The highest amount of water per unit of sunflower production was consumed in the control plots without the use of agents, at 2178.9–2439.6 m³/ton. Plant growth regulators in sunflower cultivation contribute to a more rational use of water per unit of production, although the total amount of water consumed is slightly higher due to better plant development and higher yield indicators.

The application of growth regulators on sunflower hybrids Subaru HTS (mid-late), SY Kupava (mid-ripening), Sumiko HTS (mid-early) demonstrates a significant increase in chlorophyll content, with the use of growth regulators in the following order of decline: "Ceron" – 6.15–6.66 mg/g; "Architect" – 6.17–6.52 mg/g; "Vympel K-2" – 5.58–5.86 mg/g. Meanwhile, in the control without treatment with the preparations, it amounted to 4.45–4.64 mg/g, which was 1.13–2.02 mg/g (20.2–30.3%) lower.

The ratio of chlorophylls "A"/"B" content when using "Architect" and "Ceron" was at the level of 2.41–2.43 and 2.55–2.61 respectively, indicating a high activity of chlorophyll "A" and its productivity. With the application of the growth regulator "Vympel K-2", the ratio of "A"/"B" decreased to 1.28–1.96, indicating higher plant resistance to negative environmental factors when using this preparation, due to the increase in chlorophyll "B" content in sunflower leaves to 1.92–2.02 mg/g.

The maximum increase in the diameter of the basket, in relation to the control, was provided by the growth regulator "Ceron" (0.5 l/ha) on the mid-early hybrid Sumiko HTS - 3.1 cm (14.3 %), the mid-ripening hybrid SY Kupava - 3.7 cm (19.6 %), the mid-late hybrid Subaru HTS – 3.4 cm (11.8 %). Some differences between sunflower hybrids can be explained by their biological characteristics. In general, the increase in the diameter of the sunflower basket from "Ceron" was 11.8–19.6%.

The highest number of flowers was recorded when using the growth regulator "Ceron" (0.5 l/ha) – 1049–1136 pieces, which was 61–100 pieces (5.8–8.8%) more than the control variant without the use of the preparations (988–1108 pieces). The "Architect" preparation (0.5 l/ha) showed high indicators in terms of the number of formed flowers – 1019–1128 pieces, exceeding the control by 31.0–92.0 pieces (3.0–8.1%). A direct correlation was found between the increase in basket diameter and the number of flowers in it. Pollination of sunflower flowers, both in the control and with the application of all growth regulators ("Vympel K-2", "Ceron", "Architect"), was practically the same at 75.0–78.2%, with a slight tendency of 3.2 percentage points towards an increase when using growth regulators.

The growth regulators had some effect on the mass of 1000 sunflower seeds, particularly the preparations such as "Ceron" (0.5 l/ha) and "Architect" (0.5 l/ha), increasing the seed mass by 6.5–15.7%. However, practically no difference in the mass of 1000 seeds was found among the studied hybrids, which ranged from 46.7–55.7 g regardless of the ripening group.

The application of plant growth regulators, specifically "Ceron" (0.5 l/ha) and "Architect" (0.5 l/ha), significantly increased the sunflower seed yield compared to the control variant (without any agents) by 9.35–29.2%. This increase was achieved by enhancing the hybrids' sunflower tolerance and resistance to adverse environmental factors, particularly dry conditions in August. The minimal increase in yield from the use of plant growth regulators was provided by "Vympel K-2" (0.7 l/ha) – 0.13–0.4 t/ha, representing 9.35–23.8%. The mid-late hybrid Subaru HTS faced harsher moisture conditions during critical growth and development phases (flowering, seed

filling), resulting in yield reductions of 0.12–0.38 t/ha, or 8.6–20.3% compared to mid-early and mid-ripening hybrids.

The application of plant growth regulators on sunflowers had virtually no effect on seed size and its hulling, while allowing to increase the oil content using the "Ceron" (0.5 l/ha) to 51.95–53.87%, "Architect" (0.5 l/ha) to 51.95–52.91%, exceeding the control (without treatment with the preparations) by 2.89–7.69 and 3.85–5.77 percentage points, respectively. An increase in oil content was noted in the mid-early hybrid Sumiko HTS to 46.18–53.87%, possibly due to better moisture conditions in the mid-early hybrid compared to the mid-ripening and late-ripening ones.

The maximum protein content was found with the use of "Ceron" (0.5 l/ha) – 22.17–22.50% and "Architect" (0.5 l/ha) – 22.17–22.40%, exceeding the control by 0.44–1.07 and 0.40–0.80 percentage points, or 1.98–4.75 and 1.80–3.57%, respectively. The "Vympel K-2" preparation (0.7 l/ha) showed a slight tendency to increase the protein content in sunflower seeds by 0.16–0.44 percentage points, or 0.7–2.0%, with the protein content remaining consistent and ranging from 21.9% to 22.50%.

More economically efficient is the use of the "Ceron" growth regulator (0.5 l/ha) on the SY Kupava hybrid (mid-ripening), which provided a profitability level of 199.3%, and on the Sumiko HTS hybrid (mid-early), with a profitability level of 192.6%. Also noteworthy is the "Architect" preparation (0.5 l/ha) on the Sumiko HTS hybrid (mid-early) with a profitability level of 185.7%. The best economic indicators were observed in the earlier maturing sunflower hybrids, particularly the mid-ripening SY Kupava, which provided maximum profitability rates of 129.2–199.3%, slightly lower for the mid-early Sumiko HTS at 111.2–192.6%.

The mid-late hybrid Subaru HTS provided the minimum profitability of sunflower seed production – 98.5–126.6%, which is associated with lower yields during dry conditions in August, when later hybrids faced unfavourable moisture conditions during sunflower seed filling, leading to increased amounts of unfulfilled seeds.

The energy expended in sunflower cultivation technology was compensated by

its yield (1.26–1.87 t/ha) with a gross energy content of 21,798–32,351 MJ/ha, demonstrating a relatively high energy coefficient (EC) of 3.1, indicating that the energy return from the obtained yield was 3.1 times higher than the energy expended.

As a result of the conducted experiments, traditional sunflower cultivation methods have been improved through the implementation of new growth regulators based on stimulants and micronutrients. This contributes to the maximum use of sunflower seed productivity potential in the conditions of the Northern Steppe while simultaneously reducing production costs.

Keywords: *sunflower, plant growth regulators, biometric indicators, chlorophyll, yield and seed quality, economic efficiency.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті в наукових фахових виданнях України

1. Циліурік О.І., **Остапчук Я.В.** Вміст хлорофілу та фотосинтетична активність соняшнику під впливом регуляторів росту рослин в посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 185-195. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).
2. Циліурік О.І., **Остапчук Я.В.** Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. №22. С. 108-117 (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).
3. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin, O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., & **Ostapchuk, Y. V.** Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology*, 2022. № 5(1), 27–34. (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).
4. Циліурік О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., **Остапчук Я. В.** Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному Степу України. *Зернові культури*. Том 6. № 1. 2022. 69–81 (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).
5. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., **Ostapchuk, Y.V.**, Chornobai, V.H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. № 11 (3). 106-116. (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).
6. Tsyliuryk, A.I., Shevchenko, S.M., **Ostapchuk, Ya.V.**, Shevchenko, A.M., Derevenets-Shevchenko E.A. Control of infestation and distribution of Broomrape in

sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(1), 487–497. (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

Статті в науково-практичних виданнях

1. Цилюрик О.І., Румбах М.Ю., Іжболдін О.О., Бондаренко О.В., Ноздріна Н.Л., **Остапчук Я.В.** Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику. *Агроном*. 2023. № 3 (81). 62-66 (Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

Тези і матеріали наукових конференцій

1. Цилюрик О.І., **Остапчук Я.В.** Баланс вологи у посівах соняшнику під впливом обробітку ґрунту та удобрення. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої видатному вченому, викладачу, організатору сільськогосподарського виробництва, засновнику Херсонського земського сільськогосподарського училища, кандидату сільського господарства і лісівництва К.І. Тархову (22 травня 2020 р., м. Херсон Херсонська обл., Україна). Херсон: ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 33-35. (Особистий внесок 50 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

2. Цилюрик О.І., **Остапчук Я.В.** Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах соняшнику Північного Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурс оощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур (За матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р.)). Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2020. 84-90 (Особистий внесок 50 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

3. Цилюрик О.І., **Остапчук Я.В.** Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники рослин соняшнику. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Дніпро, 25 лютого, 2021 р.) / НААН, ДУ Інститут зернових культур. Дніпро. 2021. 272-274*

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

4. Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., **Остапчук Я.В.** Ефективність біопрепаратів в посівах соняшнику Степу України. *Сучасні технології та системи захисту рослин: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції* (23 березня 2021 р., м. Херсон). Херсон: «ХДАЕУ». 2021. 3-6. *(Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

5. Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., **Остапчук Я.В.** Ріст і розвиток рослин соняшнику під впливом мілкового обробітку ґрунту та удобрення в Північному Степу. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* (За матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 25-26 листопада 2021 р.)). Харків: ДБТУ. 2021. 262-265 *(Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

6. Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., **Остапчук Я.В.** Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах соняшнику Степу України. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження Орлюка Анатолія Павловича – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур* (Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки (м. Херсон, 24 грудня 2021 р.)). Херсон: ІЗЗ НААН. 2021. 166-168 *(Особистий внесок 40 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

7. Цилюрик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., **Остапчук Я. В.** Ефективність біопрепаратів на соняшнику в Північному Степу України. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН,*

135-річчю від дня народження Єремеева Івана Максимовича, 125-річчю від дня народження Фрідріха Антона Йосиповича, 115-річчю від дня народження Ремесла Василя Миколайовича (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.). Центральне. 2022. 159-160. *(Особистий внесок 30 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).*

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	26
РОЗДІЛ 1	ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ВИБРАНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	32
	1.1 Значення фітогормонів у життєвому циклі рослин.....	33
	1.2 Особливості синтезу фітогормонів у рослинах соняшнику.	38
	1.3 Особливості регулювання росту рослин соняшнику	43
	1.4 Роль регуляторів росту рослин в попередженні вилягання соняшнику.....	49
	1.5 Вплив регуляторів росту на продуктивність фотосинтезу.....	51
	1.6 Вплив регуляторів росту на врожайність та якість насіння соняшнику.....	53
РОЗДІЛ 2	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	56
	2.1. Кліматичні та погодні умови	56
	2.2. Ґрунтові умови дослідного поля.....	63
	2.3. Агротехніка при проведенні досліджень.....	65
	2.4. Характеристика гібридів соняшнику.....	69
	2.5. Характеристика регуляторів росту.....	70
	2.6. Методика проведення досліджень.....	73
РОЗДІЛ 3	БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ	78
	3.1 Діаметр стебла.....	79
	3.2. Висота рослин.....	82
	3.3. Кількість листків соняшнику залежно від регуляторів росту рослин	86
	3.4 Площа листкової поверхні.....	89

3.5	Тривалість міжфазних періодів.....	93
3.6.	Водоспоживання рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин.....	97
3.7	Продуктивність фотосинтезу	102
РОЗДІЛ 4	ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ.....	110
4.1.	Елементи структури урожаю соняшнику.....	110
4.1.1.	Діаметр кошика.....	110
4.1.2.	Кількість квіток та насіння у кошику.....	115
4.1.3.	Маса 1000 насінин соняшнику.....	120
4.2.	Вплив регуляторів росту рослин на урожайність соняшнику	124
4.3.	Якість насіння соняшнику залежно від регуляторів росту..	127
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	136
	ВИСНОВКИ.....	144
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	150
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	151
	ДОДАТКИ.....	175

ВСТУП

У зв'язку зі зростанням екологічних проблем, зміни клімату у Північному Степу України, галузь рослинництва стає особливо чутливою до гідротермічних змін, які стають неодмінною частиною сучасних кліматичних умов. Відтак, актуальним стає адаптація сучасних технологій вирощування польових культур, зокрема і соняшнику, до нових умов з метою підвищення його продуктивності. У зв'язку із цим виникає потреба у вдосконаленні елементів технології вирощування соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в ґрунтово-кліматичних умовах Північного Степу, що вимагає оптимізації основних агротехнічних заходів з метою підвищення виробництва насіння високої якості.

Одним із сучасних нововведень є застосування регуляторів росту рослин на соняшнику, що спрямовано на стабілізацію продуктивності культури та зростання ефективності виробництва. Елемент технології із використання регуляторів росту рослин став ключовим і перспективним напрямком, що активно розвивається. Використання регуляторів росту в рослинництві вважається потужним резервом для збільшення виробництва продукції рослинництва як у світі, так і в нашій країні.

Підвищений інтерес до регуляторів росту зумовлений їхньою різноманітною дією на рослини та можливістю спрямованого регулювання окремих етапів росту і розвитку для активізації потенційних можливостей рослинного організму, що призводить до збільшення врожайності та якості соняшнику. Впровадження регуляторів росту рослин в сільськогосподарську практику неможливе без глибокого та всебічного вивчення їхнього впливу на процеси метаболізму, росту та розвитку рослин. Такий вплив залежить не тільки від типу препарату, але і від його дозування, термінів обробки, сортових характеристик культури та інших факторів. Дослідження в даному напрямку є важливими для розуміння механізмів дії регуляторів росту, та реакції рослин на їх внесення.

Актуальність роботи. Соняшник є важливою олійною культурою Степу України. В останні роки у зв'язку із кризовими явищами, подорожчанням енергоресурсів та зміною пріоритетів розвитку галузі рослинництва на фоні скорочення використання органічних і мінеральних добрив, погіршенням фітосанітарного стану, запровадженням короткоротаційних сівозмін, значним розширенням площ посіву олійної культури виникає необхідність удосконалення існуючих елементів технології вирощування соняшнику з метою зростання урожайності насіння та підвищення його якості.

Зростання вартості мінеральних добрив та засобів захисту рослин соняшнику спонукає до зменшення їх використання, що у свою чергу, призводить до необхідності пошуку, вивчення і застосування у рослинництві альтернативних джерел надходження поживних речовин, шляхом використання менш шкідливих для довкілля біологічних засобів, природних та синтетичних регуляторів росту, оптимізації ресурсозберігаючих технологічних заходів, що дозволяє повніше використовувати природний потенціал олійної культури.

Рішення цієї проблеми полягає у оптимізації продуктивності цінної олійної культури, запровадженні в технологію вирощування соняшнику біологічних стимуляторів росту рослин (Вимпел К-2, Архітект, Церон), які забезпечують: захист насіння соняшнику в разі тривалого перебування в несприятливих умовах; активізацію розвитку кореневої системи; підвищення активності клітинного дихання; стабілізацію життєдіяльності корисної мікрофлори ґрунту; збільшення ефективності пестицидів, а як результат підвищення врожайності насіння олійної культури. Однак даних про ефективність різних стимуляторів росту рослин на соняшнику в даний час мало і до того ж вони несуть найчастіше суперечливий характер.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводили впродовж 2019–2022 рр. на дослідному полі Науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету, згідно з тематичним планом ДДАЕУ та відповідно до прикладної ініціативної теми НДР «Науково обґрунтувати і вдосконалити

технології вирощування зернових, зернобобових та олійних культур в умовах Степу України”, (2015–2020 рр.) (№ д.р. 0115U000713) і «Розробити та науково обґрунтувати елементи екологічно-збалансованих технологій вирощування польових культур в умовах Степу України» (2021–2026 рр.) (№ д.р. 0120U104843).

Мета й завдання дослідження. Головна мета нашої роботи полягає у вивченні впливу різних за напрямком дії рістрегулюючих речовин на морфогенез, ріст і розвиток та продуктивність рослин соняшника різних груп стиглості в умовах Північного Степу України. Розробити практичні рекомендації, щодо використання найбільш раціональних стимуляторів росту рослин соняшнику, які забезпечують стійкість рослин до хвороб та негативних чинників навколишнього середовища, оптимальний ріст і розвиток рослин та сприяють одержанню високих і сталих урожаїв олійної культури.

Основні завдання досліджень:

- виявити оптимальні стимулятори росту рослин соняшнику для гібридів різних груп стиглості;
- вивчити динаміку параметрів режиму вологи, в посівах соняшнику залежно від стимуляторів росту та гібридів;
- визначити вплив різних стимуляторів росту на ріст, розвиток, формування елементів структури урожаю, урожайність і якість насіння соняшнику;
- дослідити вплив різних регуляторів росту на вміст хлорофілу, фотосинтетичну активність;
- виявити реакцію гібридів соняшнику різних груп стиглості на застосування регуляторів росту.
- провести еколого – економічну оцінку застосування різних стимуляторів росту на гібридах соняшнику різних груп стиглості.

Об’єкт досліджень: процеси росту, розвитку і формування насінневої продуктивності соняшнику залежно від застосування регуляторів росту рослин.

Предмет досліджень: регулятори росту рослин, різностиглі гібриди соняшнику, урожайність та якість насіння, економічна ефективність вирощування соняшнику.

Методи дослідження. В процесі досліджень застосовували загальнонаукові методи досліджень, серед них: польовий – для дослідження взаємодії гібридів соняшнику різних груп стиглості та стимуляторів росту з біологічними і абіотичними факторами; лабораторний – аналіз рослин та насіння 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 насіння; розрахунково-порівняльний для оцінки економічної ефективності; методи математичної статистики: дисперсійний, кореляційний аналізи. Для наукового підґрунтування мети та втілення поставлених завдань, а також для узагальнення результатів експериментів, були використані різноманітні методи, зокрема: діалектичний аналіз, формулювання гіпотез, синтез даних, індуктивний підхід, використання статистичних методів, спостереження та інші наукові прийоми.

Наукова новизна. За умов Північного Степу України вперше дана оцінка ефективності найбільш раціональних регуляторів росту рослин соняшнику, дослідженні особливості динаміки росту, розвитку, формування елементів структури врожаю та фітосанітарного стану гібридів соняшнику різних груп стиглості.

Уперше:

- визначено особливості росту, розвитку та формування насінневої продуктивності рослин соняшнику різних груп стиглості в умовах Північного Степу України;
- виявлено вміст хлорофілу та його вплив на врожайність і якість насіння соняшнику;
- визначено вплив регуляторів росту на процеси формування насінневої продуктивності.

Удосконалено:

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

Набули подальшого розвитку:

- наукові підходи щодо обґрунтування елементів агротехнічних заходів вирощування соняшнику в умовах Північного Степу;

- економічна та екологічна доцільність впровадження елементів технологічних рішень вирощування соняшнику.

Практичне значення одержаних результатів. На основі експериментальних даних, отриманих з господарств різних форм власності із різним фінансово-матеріальним та технічним забезпеченням, було вдосконалено існуючі технології вирощування соняшнику та розроблено нові їх елементи.

Отримані результати експериментів успішно впроваджено та перевірено в реальних виробничих умовах на господарствах Північного Степу. Досліджені елементи технологій були впроваджені в різних сільськогосподарських підприємствах, зокрема в СФГ "Україна 2000" Синельниківського району Дніпропетровської області (загальна площа 68 га), СГ "Східне" Синельниківського району Дніпропетровської області (47 га), СФГ "Елада" Синельниківського району Дніпропетровської області (76 га) та СФГ "Сокіл" Синельниківського району Дніпропетровської області (34 га), охоплюючи загальну площу 225 га.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна наукова робота представляє собою закінчену наукову працю, що була виконана автором особисто на основі проведених польових та лабораторних досліджень на дослідному полі Навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету МОН. Автор роботи визначив напрямок досліджень, розробив робочу програму та схеми досліджень, вибирав методику, виконував польові та лабораторні дослідження, а також проводив супутні спостереження особисто або за своєї безпосередньої участі. Автор дисертаційної роботи проаналізував та

інтерпретував дані наукових досліджень, самостійно написав дисертаційну роботу, сформулював висновки та рекомендації для виробництва, а також забезпечив їх перевірку та впровадження в господарства 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 ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 2020 р.), «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2021 р.), «Наукові читання до 85-річчя від дня народження Орлюка Анатолія Павловича – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур» (м. Херсон, 2021 р.), «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу» (м. Миронівка-Центральне, 2022 р.) на Всеукраїнських науково-практичних конференціях «Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки» (м. Херсон, 2020 р.), «Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах» (м. Дніпро, 2021 р.), «Сучасні технології та системи захисту рослин» (м. Херсон, 2021 р.). Результати досліджень за темою дисертаційної роботи систематично доповідалися, обговорювалися й затверджувалися на засіданнях кафедри рослинництва ДДАЕУ, а також пропагувалися автором у засобах масової інформації та в публічних виступах на семінарах, симпозіумах, лекціях, круглих столах.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 14 наукових працях, зокрема: наукових фахових виданнях України – 6, тезах і матеріалах наукових конференцій – 7, науково-практичних виданнях – 1.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Кваліфікаційна наукова праця викладена на 182 сторінках і складається з анотації, вступу, 5 розділів, які містять 19 таблиць і 13 рисунків, висновків, рекомендацій для виробництва, списку використаних 211 джерел літератури з яких 31 латиницею та 5 додатків.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ВИБРАНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Соняшник є економічно важливою культурою для України та має великий потенціал для подальшого зростання врожайності. Широкий попит та стабільні ціни на соняшникову олію спонукають фермерські господарства збільшувати площі його вирощування. Однак, необхідно зберігати баланс у використанні земельних ресурсів з дотриманням науково обґрунтованих рекомендацій щодо концентрації і структури його у сівозміні з дотриманням оптимальних елементів технології, щодо підвищення його урожайності і збереження ґрунтів та довкілля.

Одним із важливих, сучасних елементів технології вирощування соняшнику є регулятори росту. Вплив регуляторів росту на підвищення врожаю соняшнику є важливою темою в галузі рослинництва. Регулятори росту можуть мати значний ефект на різні аспекти росту та розвитку рослин. Перш за все, вони можуть стимулювати формування сильної та глибоко проникаючої кореневої системи, що полегшує засвоєння води та поживних речовин з ґрунту. Крім того, деякі регулятори росту можуть збільшувати стійкість рослин до стресових умов, таких як посуха, холод або токсичні речовини. Це допомагає соняшнику краще адаптуватися до негативних умов середовища та забезпечує продовження росту і розвитку. Крім того, регулятори росту можуть покращувати якість насіння, а також регулювати фенологічні процеси, такі як цвітіння, запліднення та стиглість. Вони також допомагають у збалансуванні росту та розвитку рослин. Загалом, використання регуляторів росту може стати важливим інструментом для підвищення урожайності та якості соняшнику. Однак, перед їх застосуванням необхідно ретельно вивчити їхній вплив на рослини та навколишнє середовище.

1.1 Значення фітогормонів у життєвому циклі рослин

Фітогормони, також відомі як рослинні гормони, є хімічними речовинами, які відіграють важливу роль у регулюванні різних фізіологічних процесів у рослинах. Ці речовини синтезуються у рослинах в невеликих кількостях і мають значний вплив на ріст, розвиток, розмноження та реакцію на стресові умови [1, 2].

Фітогормони можна розглядати як "хімічних посилювачів", оскільки вони взаємодіють з клітинами та органами рослин, регулюючи їхню діяльність. Вони діють в різних аспектах життєдіяльності рослини, включаючи розвиток органів, проростання, цвітіння, плодоношення та досягання.

Фітогормони також відомі своїми біостимулюючими властивостями. Вони здатні підвищувати імунітет рослин, сприяти утворенню коренів, стимулювати проростання та дозрівання насіння. Це робить їх важливими для підтримки здорового фізіологічного стану та продуктивності рослин у вирощуванні сільськогосподарських культур [3, 4].

Що стосується механізму дії фітогормонів, то кожен з них має свою унікальну структуру та спосіб взаємодії з клітинами. Наприклад, гібереліни сприяють росту клітин та проростанню насіння, в той час як цитокініни стимулюють клітинний поділ та розвиток бруньок. Ауксини контролюють просторову орієнтацію, геотропізм та ріст клітин [5–7].

За даними вчених, зокрема Волкогон В. В., Євтушенко М. Д., Пономаренко С. П., Скуротівська О. В. [8–15], ауксини впливають на клітинний ріст і розвиток рослин, зокрема на ріст, поділ та диференціацію клітин. Вони регулюють фітотропізм (реакцію рослин на світло та гравітропізм) і впливають на фізіологічні процеси, включаючи плодоношення, фотосинтез, формування квітів та плодів.

Процес синтезу ауксинів у рослинах є складним і включає ряд біохімічних реакцій, які відбуваються в різних клітинах та органах рослини. За даними Enders

Т. А., Fendrych M., Mashiguchi K. [16–18] основним джерелом для синтезу ауксинів є амінокислота триптофан, яка знаходиться в рослині внаслідок попередніх біохімічних процесів, таких як «шлях шикімової кислоти».

Початковий етап синтезу ауксинів розпочинається з декарбоксілювання триптофану, процесу, в результаті якого утворюється індол. Цей етап керується ферментом триптофан-декарбоксілазою. Індол подальшим перетворенням утворює індол-3-уксетальдегід (IAM), що утворюється за допомогою ферменту індол-3-уксетальдегід-дегідрогенази [16–18].

Останній етап включає окислення індол-3-уксетальдегіду до індол-3-уксинової кислоти (IAA) за участю ферменту індол-3-уксетальдегід-оксидази. Цей кінцевий продукт, IAA, є фізіологічно активним ауксином, який відповідає за багато фізіологічних відповідей рослини [19–21].

Ці процеси відбуваються у різних клітинах та органах рослини, таких як верхівки пагонів, листки, корені та плоди. Рівень синтезу ауксинів може змінюватися в залежності від різних факторів, таких як генетичні характеристики рослини, фізіологічний стан, а також вплив зовнішніх чинників, включаючи світло, температуру та стресові умови.

Гібереліни стимулюють витягування та ріст клітин, сприяють проростанню насіння та росту в довжину стебла. Вони впливають на регулювання процесів росту, плодоношення та розвиток пагонів [20, 21].

За даними Мусієнко М. М. [22] процес синтезу гіберелінів у рослинах включає кілька ключових етапів. Основним початковим етапом для синтезу гіберелінів є протохлорофіли, що перетворюються в хлорофіл за умови наявності світла. Цей процес відбувається в хлоропластах клітин. Далі, хлорофіл може бути перетворений в гераніол, що є проміжним продуктом у синтезі гіберелінів. Ця реакція відбувається за допомогою ряду біохімічних перетворень, включаючи окислення та інші процеси, що відбуваються в ендоплазматичному ретикулумі.

Подальший етап включає конвертацію гераніолу в гіберелін. Ця реакція відбувається через послідовність хімічних реакцій, що керуються різними

ферментами. Наприклад, одним з ключових ферментів у цьому процесі є гераніл-піропфосфат-синтаза.

Після декількох стадій перетворень гераніолу утворюється гіберелін, який є активною формою цього гормону. Ця кінцева реакція також відбувається за участю специфічних ферментів, таких як гіберелін-3-бета-гідроксилаза.

Механізм синтезу гіберелінів є важливим для розуміння регуляції росту та розвитку рослин. Він може бути регульований різними факторами, включаючи внутрішні гормональні сигнали та зовнішні чинники, такі як світло, температура та вологість [22].

Згідно даних Веденичова Н. П., Косаківської І. В. [23] цитокініни регулюють клітинний поділ та диференціацію і спеціалізацію клітин, впливають на формування бічних пагонів. Вони беруть участь у контролі над ростом та диференціацією тканин, розвитком органів та рухами рослин.

Процес синтезу цитокінінів у рослинах є складним та ретельно регульованим біохімічним процесом, який відбувається в різних органах рослини і включає ряд ключових етапів [22].

Синтез цитокінінів розпочинається з амінокислот, таких як L-триптофан, L-фенілаланін та L-глутамінова кислота, які можуть бути перетворені в цитокінінові кислоти. Наприклад, L-триптофан може бути конвертований в індол-3-оцетову кислоту (IAA), що може слугувати прекурсором для синтезу цитокінінів [23].

Прекурсорні цитокінінові кислоти подальшими біохімічними реакціями можуть бути перетворені в активні форми цитокінінів, такі як зеатин (Z) та N⁶-диметиламінопурин (6-DMAP). Цей процес включає окислення, метилювання та інші хімічні модифікації, які здійснюються за допомогою специфічних ферментів.

У процесі біосинтезу цитокінінів у клітинах використовується азотиста основа аденіну, до якої додається бічна ізопентильна група, утворюючи цитокініновий скелет. Подальше видалення фосфатної групи і рибози проводиться послідовно. Фермент аденозинфосфатизопентилтрансфераза керує

першою реакцією біосинтезу ізопренових цитокінінів, використовуючи АТФ, АДФ або АМФ як субстрат та донор пренільної групи [23].

Взаємодія ауксинів і цитокінінів в середовищі суттєво впливає на розвиток клітин *in-vitro*. Перевага ауксинів спричиняє ризогенез, тоді як переважання цитокінінів призводить до утворення меристеми пагонів (геммагенез). Це відображає функцію ауксинів і цитокінінів як "гормонів благополуччя" для росту коренів і пагонів відповідно. Недостатність ауксинів або цитокінінів сприймається клітинами як сигнал для формування ризогенезу або меристеми пагонів, але в диференційованих пагонах відновлюється баланс гормонів.

Синтез цитокінінів відбувається у різних органах рослини, таких як корені, пагони, листки, квітки та насіння. Наприклад, клітини кореневої кори, апікальні меристеми, а також молоді листки є місцями активного синтезу цитокінінів [22, 23].

Абсцизова кислота відповідає за фізіологічний стан та реакцію на стрес у рослин, таких як закриття стоми, засипання насіння та сприяння дозріванню плодів. Вона регулює стійкість рослин до несприятливих умов, таких як висока температура, посуха або холод.

За матеріалами Cornforth J. W., Milborrow V. V. [24, 25] синтез абсцизової кислоти (АБК) у рослинах – це складний процес, що відбувається у різних тканинах рослинного організму. Він включає ряд ключових етапів, починаючи з формування прекурсорів до конвертації в активні форми та регуляції цього процесу.

Синтез АБК починається з прекурсорних сполук, таких як бета-каротин, який може бути конвертований у ізопреноїди, включаючи бета-каротиноїди. Ці прекурсори являються подальшими біохімічними реакціями, які були перетворені в АБА, включаючи окислення та інші модифікації [24, 25].

Прекурсорні сполуки, такі як каротиноїди, можуть бути конвертовані в активні форми АБК за допомогою ферментів, які керують специфічними біохімічними реакціями. Наприклад, бета-каротин може бути перетворений у невероїд АБК шляхом гідролізу та окислення [24, 25].

Згідно матеріалів Goodwin T. W., Merger E. I. [26] синтез абсцизової кислоти (АБК) відбувається в хлоропластах зелених листків чи плодів рослин, а звідти транспортується до інших органів, зокрема апексів, де вона гальмує процеси росту і сприяє переходу в стан спокою. АБК може бути вільною або зв'язаною формою, при цьому зв'язана форма є результатом взаємодії складного ефіру абсцизової кислоти і D-глюкози.

АБК впливає на активність ДНК- та РНК- полімераз, заважаючи транскрипції та реплікації. Також вона активує РНКазу та інші ферменти, руйнуючи полісоми і знижуючи активність аміно-ацил-тРНК-синтетази. АБК також може підсилити експресію генів антиоксидантів [26].

У рослинах, під впливом стресових факторів, збільшується вміст активної форми АБК, особливо за рахунок гідролізу зв'язаної АБК. Це сприяє закриттю продихів, знижує рівень транспірації і підвищує вміст води в клітинах [26].

На біохімічному рівні відзначають швидкі та повільні ефекти АБК. Швидкі ефекти пов'язані з транспортом іонів через мембрану, що впливає на тургор клітин. Повільні ефекти включають зміни в активності генів, характерні для конкретної тканини.

За даними Абраїмова, О. Є., Піралов, Г. Р., Сатарова, Т. М. [27] АБК також впливає на утворення та проростання насіння, збільшуючи вміст АБК на пізніх етапах ембріогенезу. Вона гальмує ріст при концентрації 0,05-0,5 мкг/мл і є антагоністом стимулюючих фітогормонів. АБК нагромаджується в бруньках під час переходу до спокою, гальмуючи їх ріст. Зміни концентрації АБК також викликають експресію генів, чутливих до холодного стресу, що сприяє адаптації рослин до низьких температур.

Важливо зазначити, що функції фітогормонів залежать від концентрації, співвідношення та взаємодії між ними. Час впливу фітогормонів на рослину може варіюватися залежно від фази росту, розвитку та фізіологічних потреб рослини, особливо вивчено співвідношення ауксинів та цитокінінів.

Узагальнюючи, фітогормони є ключовими регуляторами росту та розвитку рослин, забезпечуючи їм здатність адаптуватися до змінних умов навколишнього

середовища та максимально використовувати свій потенціал для успішного виживання і розмноження.

Дослідження з фітогормонами допомагають краще розуміти процеси росту та розвитку рослин, а також використовувати цю інформацію для поліпшення сільського господарства, підвищення врожайності та стійкості рослин до стресових умов.

Як зазначає Іванюк Т. В. [28] протягом свого життя всі рослини піддаються впливу різноманітних факторів, що викликають стресові реакції в їхніх організмах. Залежно від характеру та походження ці фактори можна класифікувати на наступні групи: хімічні (солі, гази, ксенобіотики), біологічні (негативний вплив шкідників, захворювань, а також конкуренція з іншими рослинами) та фізичні (надлишок або дефіцит вологості, температурний режим, освітленість та радіоактивне випромінювання).

Враховуючи чисельні негативні стресові фактори для рослини значна кількість вчених, зокрема Домарацький Є. О. [29], Ходаніцька О.О. [30], Ludwig-Müller J. [31], Сендецький В. М. [32], вважають, що у таких умовах необхідно використовувати комплексні багатофункціональні препарати, які в своїй формулі містять суміші органічних, гумінових і фульвокислот, а також набір мікроелементів у хелатній формі, та синтетичні регулюючі речовини. Внаслідок цього такі препарати, крім фунгіцидного ефекту, мають низку позитивних властивостей, таких як стимулюючий ефект на ріст рослин, додаткове живлення рослин макро- та мікроелементами, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню імунітету рослин та збільшенню продуктивності агроценозів в цілому.

1.2 Особливості синтезу фітогормонів у рослинах соняшнику

Рослини соняшнику (*Helianthus annuus*) активно використовують всі відомі типи фітогормонів для регуляції свого росту та розвитку. Серед найважливіших

фітогормонів, які присутні у соняшнику, можна виділити ауксини (зокрема, індол-3-уксинову кислоту), цитокиніни, гібереліни, етилен та абсцизову кислоту (АБК). Кожен з цих фітогормонів відіграє свою унікальну роль у регулюванні процесів росту та розвитку рослини соняшнику.

Як зазначає Ludwig-Müller J. [31] найпоширеніший із ауксинів фітогормон, що знаходиться в соняшнику, це індол-3-оцтова кислота (ІАА). Наразі відомо, що вміст індол-3-уксинової кислоти (ІАА) у різних органах соняшнику може значно варіюватися залежно від фази розвитку рослини та її фізіологічного стану. Основні джерела ІАА в соняшнику – верхівки пагонів, молоді листки та корені, оскільки саме в цих органах відбувається активний ріст та розвиток. Вміст ІАА в цих органах може бути виявлений у високих концентраціях, що свідчить про активність фітогормонів у процесах росту та розвитку рослини.

Дослідження які були проведені Ludwig-Müller J. [31] в період фази активного росту соняшнику показали, що вміст ІАА був особливо високим у верхівках пагонів, де відбувається активна ростова зона. Крім того, молоді листки та корені також мають високий рівень ІАА, оскільки саме вони є активними місцями фотосинтезу та водопоглинання, що потребують постійного постачання ростових стимулів.

Проте, залежно від фази розвитку, таких як фаза цвітіння або формування плодів, рівень ІАА може змінюватися в органах, які активно взаємодіють з цими процесами, таких як квітки та плоди. В цих органах фітогормони можуть бути використані для регулювання процесів запилення, плодоношення та насіння, що впливає на відтворення та наступне покоління рослин [31].

Таким чином, концентрація ІАА в органах соняшнику піддається динамічним змінам протягом розвитку рослини і може варіюватися залежно від її потреб у рості, розвитку та адаптації до зовнішніх умов.

У рослинах соняшнику виявлено різноманітні типи гіберелінів. Гібереліни є гідроксированими дериватами гібереліну А3 (GA3), який є найбільш активним гібереліном у багатьох рослинах, включаючи соняшник. Гібереліни можуть мати

різну хімічну структуру, що визначає їхню біологічну активність та властивості. Найбільш поширеними гіберелінами у соняшнику є GA1, GA3 та їхні деривати.

За даними Юхимука В. В. [33] вміст гіберелінів у рослинах соняшнику змінюється в залежності від біологічних факторів, таких як фаза розвитку рослини, умови середовища та генетичні особливості сортів. Деякі сорти соняшнику можуть мати вищий вміст гіберелінів порівняно з іншими, що впливає на їхню ростову активність та адаптивність до змін у середовищі.

Дослідження показують, що вміст та типи гіберелінів змінюються на різних стадіях розвитку соняшнику. Наприклад, під час вегетаційного періоду рівень гіберелінів може бути вищим, що сприяє активному проростанню та розвитку рослини. У період плодоношення концентрація гіберелінів може зменшитися, але вони є важливими для формування квіток та насіння [33].

У соняшнику зустрічаються різні типи цитокінінів, включаючи іпецин та зеатин [34, 35].

Іпецин (інодол-3-уксинова кислота) є одним з основних фітогормонів у соняшнику та відіграє важливу роль у регулюванні росту та розвитку рослини. Він має широкий спектр фізіологічних функцій, що включають стимуляцію проростання насіння, регулювання росту стебел, листків та кореневої системи, а також формування квітів та плодів.

Іпецин синтезується в різних частинах соняшнику, зокрема, у верхівках пагонів, листках та коренях. У рослині він може бути присутній у різних концентраціях в залежності від стадії розвитку, типу тканини та умов оточуючого середовища. Наприклад, під час активного росту соняшника, концентрація іпецину може бути вищою, особливо у місцях активного росту, таких як верхівки пагонів та зони зростання коренів [34, 35].

Іпецин регулюється різними факторами, включаючи наявність прекурсорів, активність ферментів та вплив зовнішніх чинників, таких як світло, температура та стресові умови. Його вплив на ріст і розвиток соняшника досліджується в контексті важливості для формування структур рослини та отримання високого врожаю.

У соняшнику цис-зеатин є одним із типів цитокінінів, які відіграють важливу роль у його рості та розвитку. Цей гормон виробляється у різних частинах рослини, таких як пагони, листки, корені та квітки, і впливає на багато аспектів фізіології соняшнику.

У соняшнику цис-зеатин регулює процеси росту та розвитку, такі як поділ клітин, утворення бруньок, формування квітів та насіння. Він відповідає за стимулювання зростання пагонів, утворення кількісно та якісно високоякісного насіння, що є важливим аспектом для отримання високих врожаїв.

Рівень цис-зеатину в органах соняшнику може змінюватися залежно від стадії розвитку рослини. Під час фази активного росту та цвітіння його концентрація може бути вищою, оскільки саме в цей період рослина потребує більше гормонів для оптимального формування квітів та плодів.

Правильне використання цис-зеатину може позитивно впливати на врожайність та якість соняшнику, сприяючи його здоровому росту та розвитку. Однак важливо враховувати оптимальні дози та методи застосування цього гормону, щоб уникнути можливих негативних наслідків для рослин та врожаю.

Транс-зеатин є одним із найпоширеніших цитокінінів у соняшнику. Цей гормон росту відіграє ключову роль у регуляції різних аспектів фізіології рослини, включаючи клітинний поділ, диференціацію тканин, ріст бруньок, формування квітів та насіння, а також фізіологічні відповіді на стресові умови [36].

Транс-зеатин синтезується в різних органах соняшнику, зокрема в пагонах, листках, коренях та квітках. Його концентрація може варіюватися залежно від стадії розвитку рослини та умов середовища. Також під час активного зростання та розвитку молодих органів рослини спостерігається підвищення вмісту транс-зеатину.

Значення транс-зеатину полягає в його впливі на фізіологічні процеси соняшнику, зокрема на підтримання активного росту та розвитку. Він активує поділ клітин, сприяє утворенню нових тканин та органів, а також регулює формування квітів та плодів. Також транс-зеатин може впливати на фізіологічні

відповіді рослини на стресові умови, допомагаючи їй пристосовуватися до стресових чинників середовища [36].

За даними Hallmark H. [37, 38] у соняшнику транс-зеатин використовується як ключовий компонент для досягнення оптимального зростання, розвитку та врожайності.

Абсцизова кислота (АБК) відповідає за регулювання стресової відповіді рослин, такої як закриття продихів (щілини на листках) за умови дефіциту води або інших несприятливих умов [39].

Згідно матеріалів Войтенко Л. В. та Косаківської І. В. [39] у соняшнику присутні різні ізомери та деривати абсцизової кислоти, такі як транс-абсцизова кислота (t-АБК), цис-абсцизова кислота (c-АБК), 7'-гідроксіябсцизова кислота (7'-ОН-АБК) та інші. Вони можуть мати різні активності та біологічні ефекти в рослині.

Транс-абсцизова кислота (t-АБК) та цис-абсцизова кислота (c-АБК) є двома основними ізомерами абсцизової кислоти, присутніми в соняшнику [40].

Як зазначає Курчий Б. О. [40] транс-абсцизова кислота (t-АБК) є біологічно активною формою абсцизової кислоти та бере участь у регулюванні різних фізіологічних процесів у соняшнику, включаючи відповідь на стресові умови, такі як посуха або холод. Вона активує специфічні рецептори на клітинній мембрані, ініціюючи послідовний ланцюг реакцій, які призводять до змін у фізіології рослини.

Цис-абсцизова кислота (c-АБК) є іншим ізомером абсцизової кислоти, хоча менш поширеним, вона також може мати вплив на фізіологію соняшнику.

Крім того, у соняшнику також можуть присутні деривати абсцизової кислоти, такі як 7'-гідроксіябсцизова кислота (7'-ОН-АБК) та інші, які можуть відрізнятися за хімічною структурою та біологічними властивостями [40].

Варто зазначити, що вплив фітогормонів може бути різним залежно від стадії росту та розвитку рослини, а також залежить від зовнішніх умов та стресових факторів. Правильний регуляційний баланс між цими фітогормонами

грає важливу роль у вирощуванні соняшнику та досягненні оптимальних результатів урожайності та якості.

Концентрація фітогормонів в рослинах соняшнику змінюється на різних стадіях розвитку та під впливом зовнішніх умов. Конкретні значення концентрацій фітогормонів можуть варіюватись в залежності від гібриду чи сорту соняшнику, умов дослідження та методів визначення. Проте, деякі загальні тенденції є визначені.

Важливо зазначити, що концентрації фітогормонів в рослинах мають динамічний характер і можуть змінюватись залежно від багатьох факторів, включаючи розвиток рослини, етапи росту та фізіологічні вимоги. Дослідження в цій царині продовжуються для кращого розуміння регуляції концентрації фітогормонів в рослинах соняшнику та їх впливу на ріст і розвиток рослин.

1.3 Особливості регулювання росту рослин соняшнику

Більшість штучно створених морфо-фізіологічно активних сполук залежно від напрямку їх впливу на рослинний організм поділяють на інгібітори росту і розвитку рослин та стимулятори цих процесів.

В нинішній час проводяться інтенсивні дослідження синтетичних регуляторів росту, що базуються на абсцизовій кислоті. Зокрема, за даними Asami T. [41], Kashem M. A. [42] розробляється група хімічних сполук, що наслідують дію абсцизової кислоти, таких як транс-3-метил-5-п-хлорфеніл-транс, транс-2,4-пентадієнова кислота та ксантоксин. Вони відзначаються своєю ефективністю у регулюванні проростання насіння рису та гальмуванні росту рису і салату.

Додатково, в контексті антиауксинових препаратів, варто звернути увагу на групу речовин, які демонструють здатність гальмувати ріст і розвиток молодих тканин рослин, накопичуючись переважно у їх апікальних меристемах. Тут можна відзначити 2,3,5-трийодбензойну кислоту, дихлоранізол, нафтилфталамінову і клофіброву кислоти [43].

Вчені Ніколайчук В. І., Гейник Л. В., Горбатенко І. Ю. [44] зазначають, що варто відзначити морфактини, зокрема похідні 9-оксифлуоренкарбонової кислоти, які впливають на нормальні реакції геліотропізму та апікальне домінування.

Етиленовмісні препарати представляють собою групу хімічних речовин, які включають в свій склад дихлоретилфосфонову кислоту (2-ХЕФК) як діючий компонент. У вегетативних організмах ці з'єднання розпадаються на фосфорну кислоту та етилен – природний газоподібний фітогормон інгібіторного характеру. Під впливом етилену відбувається активне стимулювання фізіологічних процесів, що включають, але не обмежуються лише, прискорення процесу дозрівання плодів, старіння клітин і тканин, гальмування проростання насіння та росту стебла, виникнення епінастії у листя, а також зміни в архітектурі стебла. До числа таких препаратів відносяться етрел, ретпрол, дигідрел, декстрел, іфоній та інші [28].

Антицитокінінові препарати представляють собою сполуки, хімічна структура яких відрізняється від акцепторного центру цитокінінових рецепторів, що призводить до зменшення стимулюючої дії цитокінінів. Наприклад, сполуки як 3-метил-7-п-пентиламінопіразоло [4,3-d]-піримідин, N-бензил-N'-фенілсечовина та N-бензил-N'-3,4-дихлорфенілсечовина використовуються з метою гальмування росту латеральних бруньок у троянди [45]. Також, N-(2-хлор-4-піридил)-N-сечовина пригальмовує перші етапи синтезу цитокінінів у рослин редису та ячменю, що призводить до пригальмовування росту сім'ядолей цих рослин і зменшення вмісту хлорофілів у них [46].

Антибрасиностероїди є препаратами з антиімунною та антиростовою дією, як, наприклад, брасинозол [47].

Антигіберелінові препарати, відомі як ретарданти, є найбільш поширеною та вивченою групою регуляторів росту рослин. Помітні ефекти включають гальмування росту і розвитку, збільшення діаметра стебла, зміну архітектури рослин, збільшення довжини кореня, при цьому не втрачаючи або навіть

підвищуючи продуктивність рослин. До цієї групи належать препарати, такі як цикоцель, культар, фолікур, баронет, етрел.

Хімічну будову антигіберелінових препаратів можна розділити на шість груп, що є ключовим аспектом їхньої класифікації [47].

1. Четвертинні амонієві, сульфонієві та фосфонієві солі – ця група включає такі сполуки, як АМО-1618, фосфон S, фосфон D, брометилдиметилфосфідбромід, 17-DMC, 3-DEC, хлормекватхлорид [48]. Вони характеризуються своєю хімічною структурою, що відрізняє їх від інших класів антигіберелінових сполук.

2. Похідні N,N-диметилгідразиду у цю категорію входять такі засоби, як алар-85, кілар-85, ГМК-натрію, ДЯК [48]. Їхні властивості та механізми дії базуються на взаємодії з гібереліновими рецепторами.

3. Похідні триазолу – серед них можна виділити паклобутразол, уніконазол, тебуконазол, дихлорбутразол, амідол, BAS 11100 W [49]. Ці сполуки мають специфічну структуру, яка впливає на метаболізм гіберелінів у рослинах.

4. Похідні пентанолу – серед них можна згадати триапентанол, флурпірамідол, RSW-0411 [49]. Ці сполуки мають властивості, які дозволяють їм ефективно впливати на ріст і розвиток рослин.

5. Етиленпродуценти – вони включають етанол, етрел, гідрел, дигідрел, декстрел, кампозан, етеверс, церон, флордимекс [49, 50]. Ці речовини активно впливають на синтез та використання гіберелінів у рослинах.

6. Препарати на основі 2,3-дихлорізобутирату – сюди можна віднести мендок або FW, які містять 2,3-дихлорізомасянну кислоту та її натрієву сіль [49-50]. Ці препарати впливають на біосинтез гіберелінів та їхню активність у рослинах.

Ця класифікація також враховує способи дії ретардантів, які можуть гальмувати або переривати синтез гіберелінів, а також перешкоджати утворенню гормон-рецепторного комплексу.

Регулювання вмісту фітогормонів у рослинах соняшнику має важливе значення для досягнення оптимального росту і розвитку рослин, а також для

забезпечення їх адаптації до зовнішніх факторів та стресових умов. Дослідження у цій області спрямовані на розуміння механізмів синтезу, транспорту, метаболізму та дії фітогормонів у рослинах, зокрема соняшнику.

За твердженням Козакова Є. О. [51] максимальне використання потенціалу сільськогосподарських культур, який вже вбудований в їхню генетичну структуру за природніми законами та завдяки селекційним вдосконаленням, стає можливим шляхом активного використання регуляторів росту. Ці засоби дозволяють точно регулювати час дозрівання рослин, покращувати якість сільськогосподарської продукції і ефективно підвищувати врожайність. Використання таких регуляторів є ключовим аспектом оптимізації сільськогосподарського виробництва та досягнення оптимальних результатів у вирощуванні рослин.

Протягом останнього десятиліття в Україні відбувся імпозантний прогрес у впровадженні в сільське господарство передових технологій, спрямованих на використання стимуляторів росту рослин та фунгіцидів біологічного походження [52]. Цей розвиток підтримується більш ніж сотнею реєстрованих препаратів, які на сьогоднішній день знаходять застосування в українському сільському господарстві. За своєю дією та складом вони поділяються на кілька категорій, таких як стимулятори ростових процесів, біопрепарати, мікродобрива у формі хелатів та складні багатофункціональні сполуки [29, 53].

В процесі свого дослідження, щодо впливу біологічно активних речовин на рослини, Янченко В. О. [54] відзначає стимулюючий ефект препаратів на зріст і розвиток рослин, розширення площі листової поверхні, підвищення адаптивної здатності рослин до невігідних умов, збільшення врожайності та поліпшення показників якості.

На початку ХХ століття академік Холодний М. [55–56] виявив регулюючі речовини у точках росту рослин. Перші синтетичні спроби наслідувати їхню дію були дорогими та неефективними. І лише через 50 років з'явилися ефективні регулятори росту на основі новітніх наукових досягнень [57-59].

Дослідження більше 30 наукових установ підтверджують позитивний вплив регуляторів росту рослин на культурні ценози. Вітчизняні розробки не лише конкурентоспроможні, але й перевершують світові аналоги за технологічними характеристиками та ефективністю, залишаючись більш вартісними [60].

Вплив ретарданту не обмежується тільки гальмуванням лінійного росту, сучасні препарати використовуються для запобігання вилягання польових культур, стимулювання росту кореневої системи, регулювання процесів плодоношення і дозрівання, а також підвищення урожайності рослин та їх стійкості до негативних факторів навколишнього середовища [61–63]. Ретарданти не перетворюють рослини, надаючи їм нові, непритаманні властивості, вони лише допомагають рослинам повніше використовувати їхні вроджені життєві можливості [61–63].

Цей напрямок використання ретардантів стає важливою ланкою в сучасній сільськогосподарській практиці, оскільки їхні можливості дозволяють досягти не лише контролю за ростом рослин, але й оптимізації важливих аспектів вирощування культур. Важливою особливістю роботи ретардант є їхній вплив на різні фізіологічні процеси, такі як розподіл енергії, акумуляція поживних речовин, тастимуляція фізіологічних адаптацій.

Використання регуляторів росту, як вказують дослідження [59], є доступним та ефективним заходом для підвищення виробничої продуктивності соняшнику, що підтверджено висновками вчених, таких як Кучеренко С. Ю., Федоряка В. П., Щовть Ю. Ю. та інші [64–68].

Внесення стимуляторів росту, біофунгіцидів, мікродобрив та рістрегулюючих препаратів у технологічні схеми вирощування соняшника є важливою складовою агротехніки, сприяючи біологізації вирощування та зниженню хімічного впливу на агроценози.

Окрім того, важливою є їхня роль у забезпечення стійкості рослин до негативного впливу зовнішніх факторів, таких як аномальні погодні умови чи захворювання. Застосування ретардантів може допомагати рослинам легше

переживати стресові ситуації, що сприяє збільшенню їхньої життєздатності та врожайності.

Зокрема, розширення використання ретардантів у сільському господарстві має потенціал не лише підвищити ефективність вирощування різних культур, але й зменшити негативний вплив хімічних препаратів на навколишнє середовище. Інтеграція цих препаратів в агропромисловий процес може сприяти створенню стійких та продуктивних систем сільськогосподарського виробництва, що враховує сучасні вимоги сталого розвитку.

Таким чином, розширення застосування ретардантів у сільському господарстві відкриває нові перспективи для підвищення продуктивності, стійкості та екологічної придатності сільськогосподарських культур.

Останнім часом встановлено, що дія ретарданту супроводжується накопиченням надлишку асимілятів та їх перерозподілом між органами рослини у зв'язку із зміною донорно-акцепторних відносин [69–70]. Під впливом ретардантів також відбуваються зміни у гормональному статусі рослинного організму, вуглеводному та азотному обміні, підвищується морозостійкість, зимостійкість, посухостійкість та стійкість рослин до фітопатогенів [70–71].

Дія ретарданту залежить від ґрунтово-кліматичних умов, фази розвитку рослин та співвідношення використання препаратів. Різні ретарданти мають різний вплив на окремі сорти та види рослин.

Регулювання процесів росту і розвитку рослин є ключовою та багатогранною проблемою у сучасному рослинництві загалом та фізіології рослин зокрема. Один із актуальних шляхів вдосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур у використанні синтетичних регуляторів росту для рослин.

Регулятори росту сприяють підвищенню урожайності та стійкості рослин до негативних впливів природних чи антропогенних факторів, таких як різкі перепади температур, дефіцит вологості, токсичність пестицидів, захворювання та пошкодження від шкідників.

1.4 Роль регуляторів росту рослин в попередженні виляганню соняшнику

Вилягання соняшнику відбувається тоді, коли його стебло не може підтримувати свою вертикальну позицію і вилягає на землю або на інші рослини. Головна причина вилягання полягає в недостатній механічній міцності стебла, особливо в верхній частині. Ця проблема стає особливо актуальною в умовах високого азотного живлення, що сприяє збільшенню росту листкової маси та маси кошиків і зменшенню міцності стебла [72–76].

На думку Олексюка О.М. [72], Ткаліча І.Д., Ткаліча Ю.І. [73], Андрієнко О. О. [74] вилягання соняшнику може мати негативні наслідки для врожайності та якості продукції. Це може спричинити знижену ефективність збору врожаю, погіршення доступу до світла та поверхневу руйнацію рослин. Крім того, вилягання сприяє зменшенню рухливості повітря та провітрювання серед стебел, що може стимулювати розвиток хвороб та шкідників.

Тому вибір гібридів соняшнику, які мають високу механічну міцність стебла, більш вертикальну його позицію, що дозволяє їм бути більш стійкими до вилягання має велике значення в сучасних умовах [75, 76].

Контроль за удобренням, зокрема регулювання азотних добрив, може допомогти зменшити ризик вилягання. Збалансоване удобрення соняшнику забезпечує міцне стебло та стійкість рослини [72–76].

На думку Орлова А. [75], Гарбара Є. М. [76] недостача води, або перевищення вологи можуть призвести до вилягання соняшнику. Важливо дотримуватись оптимального режиму поливу, забезпечувати достатню вологість, але уникати стікання води близько до стебла рослини.

Ґрунт повинен бути ретельно підготовлений перед посівом соняшнику. Ущільнений чи нерівний ґрунт сприяє виляганню, тому потрібно вживати заходів для якісного обробітку ґрунту та забезпечення правильного його рельєфу [72–76].

Вплив регуляторів росту на стійкість соняшнику до вилягання є важливою проблемою. Дослідження показали, що деякі регулятори росту можуть впливати

на стійкість до вилягання шляхом регулювання фізіологічних процесів у рослині [74].

Правильний підхід до вирощування соняшнику та застосування регуляторів росту може допомогти зменшити проблему вилягання та збільшити врожайність та якість соняшнику.

За даними Яценко В. [77, 78] синтетичні регулятори росту рослин антигіберелінової дії широко застосовують як ретарданти – речовини, що сповільнюють ріст рослин вгору, зміцнюючи стебла, що особливо важливо для запобігання вилягання зернових культур в умовах перезволоження.

Регулятори росту є спеціальними препаратами, які регулюють фізіологічні процеси росту рослин, допомагають змінити форму росту та покращити міцність рослин, за рахунок перерозподілу доступних для рослин ресурсів [74].

Препарати на основі гіберелінів є одним з найпоширеніших класів регуляторів росту, які можуть використовуватися для стимулювання росту рослин, включаючи соняшник. Вони сприяють підвищенню довжини стебла, зміні форми але сприяють зменшенню міцності рослини [77]. Дослідження показали, що гібереліни можуть сприяти зниженню стійкості соняшнику до витягання шляхом стимулювання етіолації, тобто розтягування стебла. Використання регуляторів росту, які підвищують рівень гібереліну, може збільшити ризик витягання рослин [78]. Деякі антигібереліни можуть впливати на стійкість соняшнику до витягання, знижуючи рівень гібереліну в рослині. Це може сприяти зменшенню стимуляції росту і допомогти зберегти стійкість стебла, шляхом його потовщення [74].

Синтетичні регулятори росту рослин антигіберелінової дії широко застосовують як ретарданти — речовини, що сповільнюють ріст рослин вгору, зміцнюючи стебла, що особливо важливо для запобігання вилягання зернових культур в умовах перезволоження.

Препарати на основі цитокінінів є ще одним класом регуляторів росту, які можуть застосовуватися для стимулювання росту та розвитку рослин, у тому

числі соняшнику. Вони сприяють збільшенню швидкості клітинного ділення та росту рослини, що підтримує міцність стебла [77–86].

Препарати на основі ауксинів – впливають на різні фізіологічні процеси у рослинах, у тому числі в соняшнику. Вони можуть змінювати ріст та розвиток кореневої системи, стимулювати формування квітів та регулювати дозрівання плодів [74; 77 – 86].

Препарати на основі абсцизової кислоти використовують для контролю ініціації та зупинки росту, а також для отримання стресостійких рослин. Вона може бути корисною для управління реакціями соняшнику на несприятливі умови в тому числі і вирішувати проблему вилягання [77 – 86].

Деякі дослідження показали, що застосування брасиностероїдів, таких як 24-епібрасинолід, може підвищувати стійкість соняшнику до витягання. Брасиностероїди мають властивість сповільнювати ріст верхів соняшнику, що дозволяє зменшити ризик вилягання [74; 77 – 86].

1.5 Вплив регуляторів росту на продуктивність фотосинтезу

Використання регуляторів росту є ефективним інструментом для підвищення продуктивності фотосинтезу у соняшнику. Враховуючи різні фактори та особливості соняшнику, правильне використання регуляторів росту може покращити продуктивність фотосинтезу та сприяти успішному вирощуванню соняшнику [87–88].

Загалом, оптимальні умови фотосинтезу сприяють здоровому росту та розвитку рослин соняшнику, збільшенню енергетичної ефективності та продуктивності. Різними вченими проводяться дослідження для вивчення факторів, що впливають на продуктивність фотосинтезу соняшнику та розробки методів для покращення цього процесу з метою збільшення врожайності та використання соняшнику як джерела енергії [89–91].

Фотосинтез є одним з ключових процесів у рослинах, включаючи соняшник. Особливості фотосинтезу в соняшнику впливають на його продуктивність та здатність до ефективного використання світлової енергії [89].

Соняшник використовує механізм С3-фотосинтезу, який є найпоширенішим у рослинному світі. Фотосинтез відбувається в хлоропластах, де світлова енергія поглинається хлорофілом та перетворюється на хімічну енергію у формі АТФ та НАДФГ [22, 87, 88].

За даними Мусієнко М. М. [22], Єременко О. А. [87, 88] деякі регулятори росту застосовують для стимулювання фотосинтезу та підвищення продуктивності соняшнику, доведено що застосування гіберелінів підвищує активність фотосинтетичних процесів.

Дослідами Єременко О. А. [87, 88] підтверджено що регулятори росту стимулюють фотосинтез, підвищуючи активність фотосистем, зокрема фотосистеми II. Це активно сприяє збільшенню здатності соняшнику до збору та використання світлової енергії для фотосинтезу.

Згідно даних Сахошко М.М. [89], Троценко В.І. [90–95] регулятори росту покращують ефективність використання CO_2 рослинами соняшнику. Це може включати збільшення концентрації CO_2 навколо ранкових апаратів, підвищення числа відкритих зачинених пор на листках та збільшення активності ензиму рубіскоформін карбоксилази/оксигенази (RuBisCO), який фіксує CO_2 .

Регулятори росту впливають на провідність води через стоми, що контролює доступність CO_2 для фотосинтезу. Це допомагає забезпечити оптимальну концентрацію CO_2 та збільшити продуктивність та ефективність фотосинтезу [90, 95].

Згідно матеріалів Яценко В.М. [94] деякі регулятори росту сприяють підвищенню міцності та стійкості стебла соняшнику. Міцне стебло допомагає рослині зберігати вертикальну позицію, що забезпечує максимальний доступ до світла і сприяє ефективному фотосинтезу.

Отже, регулятори росту забезпечують захист соняшнику від стресових умов, таких як висока температура, посуха або незадовільний водний режим, які

в свою чергу негативно впливають на фотосинтез. Застосування регуляторів росту лише може допомогти рослинам толерантніше переносити стресові умови та покращити фотосинтез. Окрім цього, регулятори росту сприяють підвищенню ефективності фотосинтезу шляхом регулювання балансу світлової та темної фаз фотосинтезу.

1.6 Вплив регуляторів росту на врожайність та якість насіння соняшнику

Деякі регулятори росту, такі як гібереліни і цитокініни, сприяють формуванню більшої кількості квіток на рослині соняшнику. Вони стимулюють розширення меристемних тканин, що сприяє виникненню нових генеративних бруньок. Це забезпечує більше запилистих квіток і покращує шанси для формування насіння [96–107].

За твердженнями Мельника А.В. [108] регулятори росту, такі як гібереліни, цитокініни та оксини, впливають на розвиток тичинок і полегшувати доступ комах запилювачів до них. Вони забезпечують стимуляцію росту і формування пилюкостосових органів, що полегшує перенесення пилюки.

Регулятори росту регулюють синхронізацію цвітіння квіток на рослинах соняшнику. Це означає, що квітки розпускаються одночасно або в малих проміжках часу, що полегшує перенесення пилюки між квітками та забезпечує більш ефективне запилення [96–98].

Важливість використання регуляторів росту для поліпшення запилення соняшнику полягає в їх здатності підвищувати кількість запилення, полегшувати запилення і покращувати якість пилюки. Досягнення оптимального запилення має велике значення для формування здорових і розвинених насінників, які є ключовою складовою для досягнення високої якості та врожайності соняшнику [99–100].

Використання регуляторів росту може впливати на розмір та масу насіння соняшнику. За даними досліджень Жемчужина В. Ю. [109], гібереліни

збільшують насіння на 10-20%, а іноді навіть на 30-40% в порівнянні з контрольною групою.

Дослідження показали, що застосування регуляторів росту може збільшувати вміст білка в насінні на 10 – 30 % в порівнянні з неконтрольною групою. Щодо вмісту олії, деякі регулятори росту можуть мати прямий або непрямий вплив на його кількість. Застосування гіберелінів може знижувати вміст олії у насінні соняшнику, тоді як застосування брасиностероїдів може прискорювати синтез олії і збільшувати її вміст [96–107, 109].

Вчені Тоцький В.М. [105], Шевченко О.М. [107] зазначають, що регулятори росту можуть впливати на співвідношення між кількістю насіння та вмістом олії в соняшнику. Дослідження показують, що деякі регулятори росту можуть збільшувати вміст олії в насінні соняшнику на 5-10%, а в інших випадках навіть до 20% в порівнянні з контрольною групою. Виявлення регуляторів росту, які сприяють збільшенню вмісту олії в насінні, може бути важливим для поліпшення якості продукції соняшнику.

Регулятори росту впливають на збільшення вмісту корисних жирних кислот, таких як омега-3 та омега-6, в соняшниковій олії. Дослідження показують, що застосування певних регуляторів росту може збільшити вміст олеїнової кислоти (омега-9) до 80%, а деякі регулятори росту можуть забезпечувати вміст лінолевої кислоти (омега-6) на рівні 45-50% та альфа-лінопленкоївої кислоти (омега-3) біля 10%. Це може позитивно впливати на харчову цінність соняшникової олії [105–107].

Висновки до розділу 1

У цьому розділі проведено аналіз наукових досліджень і передового досвіду науковців з вітчизняних і закордонних джерел щодо застосування різних регуляторів росту під час вирощування соняшнику. Також визначено питання, які потребують подальшої уваги та дослідження.

У останні роки застосування регуляторів росту рослин для досягнення сталого високого врожаю соняшнику набуло значної популярності в сільському

господарстві. Встановлено, що їх ефективність полягає в активізації біологічних процесів у рослині та підвищенні проникності міжклітинних мембран, що сприяє повному розкриттю біологічного потенціалу урожайності соняшнику. Це також призводить до підвищення імунітету рослин, прискореного розвитку кореневої системи, поліпшення фотосинтезу, збільшення енергії проростання та однорідності насіння, швидшого дозрівання врожаю, а також до зменшення використання пестицидів і відповідно до зниження пестицидного навантаження на довкілля.

Попри значну кількість наукових досліджень, проведених щодо агротехнічних методів вирощування соняшнику у північній степовій зоні України, зокрема щодо застосування стимуляторів росту рослин у розрізі сучасних гібридів різних груп стиглості, були виявлені місцеві проблеми, які ще не були належним чином висвітлені.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Кліматичні та погодні умови

Рослини соняшнику завжди перебувають під дією погодно-кліматичних умов місцевості вирощування, а взаємодія генотипу соняшнику із навколишнім середовищем формує продуктивність олійної культури. Погодно-кліматичні умови вносять корективи на дію незамінних факторів рослини, зокрема на температуру, зволоженість, освітленість, стан ґрунтів тощо.

Соняшник в Україні є високо маржинальною технічною культурою, вимогливою до клімату та території вирощування. Температурні показники та волога мають ключову роль у вирощуванні соняшнику. Для успішної появи сходів соняшника мінімальна температура ґрунту на глибині загортання насіння повинна варіювати у межах $+6 - +8$ °С. Для гібридів та сортів з тривалістю вегетації 110–130 днів необхідна сума активних температур в середньому 1450 °С. Залежно від температури ґрунту, період сходів може коливатися від 7 до 20 днів. Під час перших 40 днів активного росту соняшник формує до 10 кг сухої вегетативної маси на гектар за день. У фазі цвітіння, ріст сухої речовини може досягати до 200 кг вегетативної маси на день. У найважливіший період в травні соняшник потребує середньодобової температури не вище $+18$ °С для оптимального росту та розвитку. Найкритичніший період до температури відзначається під час цвітіння та дозрівання, коли оптимальна температура повітря повинна становити $+25 - +27$ °С [110–115].

Біологічні вимоги соняшника до вологи можуть бути визначені різними параметрами, такими як кількість опадів, вологість ґрунту та етапи фенологічного розвитку. Вимоги до опадів для соняшника визначаються як високі та складають 350–400 мм. Це важливо для задоволення водних потреб рослин, зокрема на стадіях активного росту та формування насіння [110].

Запаси доступної вологи на початок сівби повинні бути в межах 180–200 мм, забезпечуючи належний старт для розвитку соняшника. Транспіраційний коефіцієнт соняшника на різних стадіях росту варіюється від 470 до 570, вказуючи на високу активність транспірації води під час фотосинтезу та інших потреб [110–115].

Загальна потреба води за вегетаційний період соняшника коливається від 3900 до 5800 м³/га, враховуючи інтенсивність транспірації та водних потреб рослини. Соняшник успішно пристосовується до вологоутримуючої здатності ґрунту завдяки розвиненій та потужній кореневій системі. Стрижневий корінь може проникати на глибину до 3 метрів у легких ґрунтах з задовільною пористістю. На початкових етапах росту, особливо у фазі ВВСН 12–14, довжина кореня може сягати 65–70 см. Рослина має добре розгалужену систему бічних коренів, частка якої проникає у глиб разом із головним коренем, а інша утворює кореневу сітку на глибині 10–45 см [110].

Найінтенсивніший розвиток кореневої системи відбувається перед фазою цвітіння, що забезпечує добру посухостійкість соняшнику. Сильна розвилка бічних коренів та потужний стрижневий корінь (50–70 % від загальної маси кореневої системи) дозволяють рослині ефективно використовувати вологу у верхніх та нижніх шарах ґрунту [111–118; 125].

За даними Наумова Н. М. [115] оптимальна щільність ґрунту та запобігання утворенню плужної підшви є ключовими факторами для підвищення посухостійкості соняшника. Соняшник також використовує 100 % вологи, отриманої від зимових опадів у більш континентальних регіонах та на ґрунтах важчих за гранулометричним складом, наприклад, на чорноземах.

Кліматичні умови Північного степу України та Дніпровського району Дніпропетровської області є характерними для помірно-континентального клімату з вираженими сезонними змінами. Саме в цих умовах знаходиться науково-освітній центр практичної підготовки ДДАЕУ де проводилась закладка наших досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Кліматичні та ґрунтові умови Північного Степу України чорноземів звичайних

Період				t °C січня	Опади за рік, мм	Динаміка накопичення гумусу	
IV–IX		XI–III				коефіцієнт профільного накопичення гумусу	коефіцієнт відносної акумуляції гумусу
сума t > 10 °C	ГТК	опади, мм	опади, мм				
2750– 2950	0,68– 0,89	200– 265	120–210	-7,9– 0,7	400– 520	0,055–0,065	0,68–0,97

За даними Адаменко Т. І. [104, 105] влітку в регіоні панує тепла погода з високими температурами. Середня максимальна температура в липні, найтеплішому місяці, може досягати +25 – +30 °C та більше. Літо вологе, але також часто зустрічаються посухи, особливо у середні літа.

Зими у Північному степу та Дніпровському районі Дніпропетровської області помірно – суворі, із помірно холодними та короткими сніжними періодами. Середня температура в січні, найхолоднішому місяці, зазвичай коливається від -5 °C до -10 °C, але може бути і холодніше [116–119].

Весна та осінь характеризуються м'яким кліматом, але можливі різкі зміни температур. Весняні посухи часто можуть сприяти слабкому розвитку рослинності. Часто спостерігається недостача опадів, особливо влітку, що може впливати на галузь рослинництва та вимагати зрошення для забезпечення високого врожаю [116–119]. Погодні умови за роки досліджень наведені в рис. 1–2.

Характеристика погодних умов за роки досліджень:

Протягом агрометеорологічного сезону 2019 року, весна стартувала у звичайні терміни, у середині березня, і відзначилася помірним та стабільним температурним режимом, близьким до середньої багаторічної норми. Максимальна температура повітря в період вегетації досягала +26 °C тепла, що відбулося в середині травня.

Стабільний перехід середньодобової температури повітря через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до підвищення, що вказує на початок вегетаційного періоду, відбувся у звичайні строки у кінці березня. Перехід через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, який визначає початок вегетації теплолюбних культур, спостерігався у середині квітня.

Мінімальна температура повітря вночі в першій декаді травня коливалась від 0 до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, не викликаючи заморозків. Середньодобові температури в цей період переважно перебували в межах $+10 - +20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Сума опадів протягом весняного сезону була близькою до норми, становлячи 150 мм . Достатня волога в ґрунті сприяла розвитку рослин і формуванню вегетаційного періоду.

Літо 2019 року виявилось теплим та тривалим. Температурний режим переважав на $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище за норму. Максимальна температура повітря піднімалася до $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$ у другій половині липня. Середньодобові температури зазвичай знаходилися в межах $+20 - +30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Мінімальна температура повітря вночі у літній період не спускалася нижче $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середня температура повітря за сезон склала $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Сума опадів влітку була нижчою за середню багаторічну норму та становила 180 мм . Вологи в ґрунті була недостатньо в окремі періоди літа, що вплинуло на ріст та розвиток культур.

Перехід середньої температури повітря через $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в бік зниження, що вказує на настання осені, відбувся у звичайні строки. Літо завершилося в середині вересня, при тривалості 123 дні.

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в бік зниження, що означає кінець вегетаційного періоду культур, стався у першій декаді листопада, дещо затримуючись у порівнянні з кліматичними строками.

Упродовж агрометеорологічного сезону 2020 року було зафіксовано різноманітні особливості як температурного балансу так і коливання опадів.

Березень вирізнявся надзвичайно високою температурою, перевищуючи середню багаторічну норму на $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Початок вегетаційного періоду наступив дуже рано, і відзначився раннім переходом температури через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ на майже

місяць раніше звичайного, а також через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ у середині квітня, що є надто раннім для типових календарних даних.

Загальна сума опадів за березень становила 165 мм, перевищуючи норму на 140%. Третя декада травня відзначилася особливо великою кількістю опадів, яка становила 211% декадної норми, у той час як перша декада квітня виявилася надто сухою, без будь-яких опадів.

Літо відзначалося високими температурами, перевищуючи норму в середньому на $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Максимальні температури спостерігалися в червні, липні та вересні, з аномально теплими періодами. Друга половина серпня була періодом найбільшої сухості, із загальною сумою опадів всього лише 0,4 мм або 2% від норми.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) свідчив про жорсткі посушливі умови в періоди з червня по серпень, часом ГТК навіть не перевищував 0,3.

У метеорологічному сезоні 2021 року весна розпочалася у лютому, дещо раніше, ніж зазвичай, та виявилася прохолодною та вологою. Температурний режим в основному тримався на зниженому рівні (на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ нижче за норму), за винятком перших двох декад березня, коли відбулося підвищення на $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище норми.

Найтепліші дні весни припадали на травень, коли максимальна температура повітря сягала $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Початок вегетаційного періоду відзначився переходом температури через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 27 березня і через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в кінці квітня, що дещо раніше, ніж зазвичай.

Мінімальна температура вночі в другій декаді березня опускалась до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ морозу. Останні весняні заморозки відбулися наприкінці першої декади травня з інтенсивністю $0 - -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ морозу в повітрі та $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ на поверхні ґрунту.

Середня температура повітря за сезон склала $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепла. Весна була вологою, з початком опадів в другій декаді квітня, коли сума опадів становила 25 мм або 192 % норми, тоді як перша декада березня була сухою.

Весна завершилася в середині травня тривалістю – 77 днів. Метеорологічне літо розпочалося 14 травня з високими показниками зволоженості. Літо було

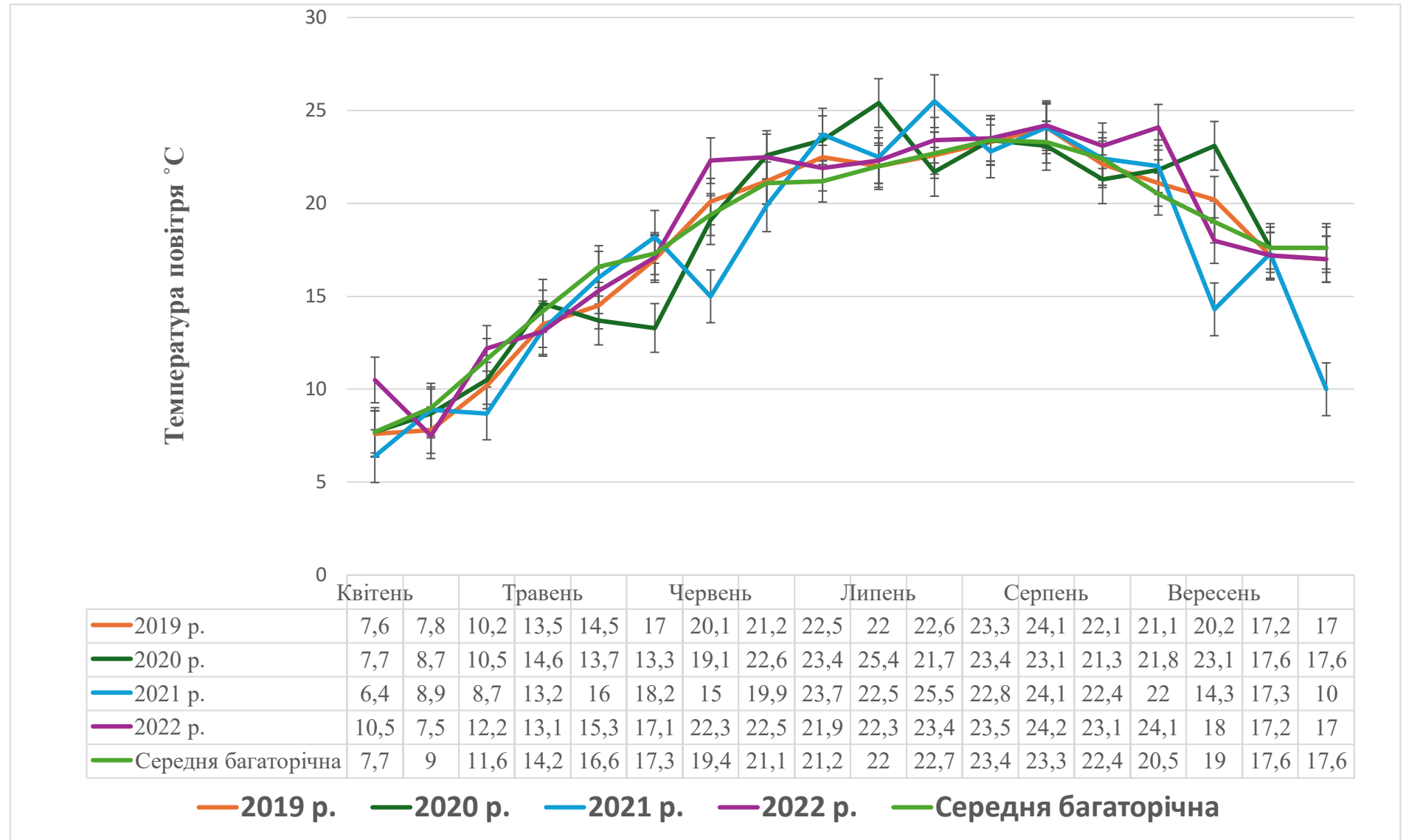


Рис. 1 Температура повітря в період вегетації соняшнику за 2021–2022 рр., °С

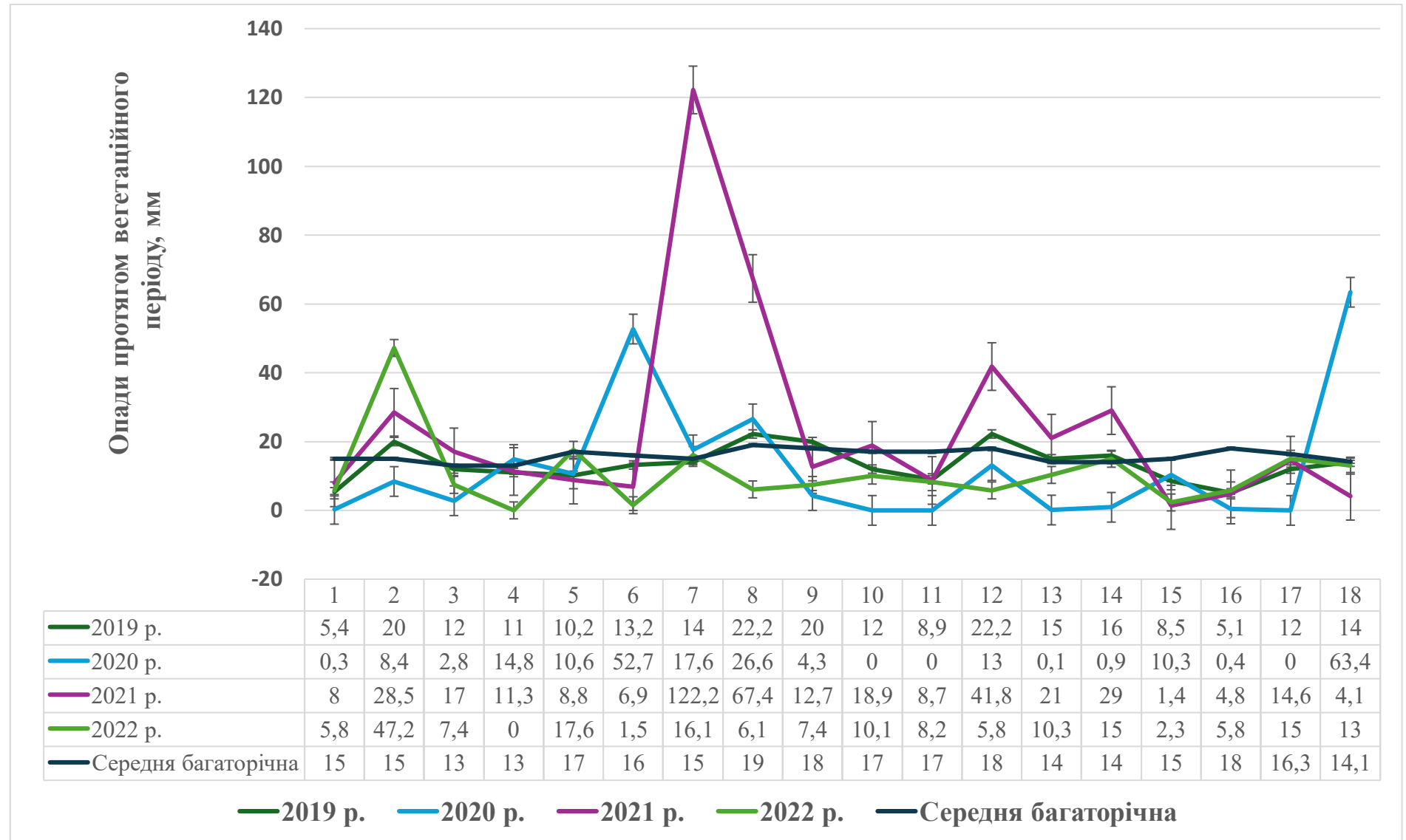


Рис. 2 Опади протягом вегетаційного періоду соняшнику за 2019–2022 рр., мм

переважно теплим (на 2 °С вище норми), за винятком перших декад червня та вересня, коли температура була на 2 °С нижчою від середньої багаторічної норми.

Максимальна температура повітря зафіксована в другій декаді липня при +35 °С тепла. Мінімальна температура вночі в першій декаді вересня становила +2 °С тепла, і були заморозки на поверхні ґрунту.

Середня температура повітря за літній сезон була +21,5 °С тепла. Загальна сума опадів становила 420 мм (190% норми). Закінчення літнього періоду відбулося 20 вересня, а літо тривало 129 днів, дещо довше за середньо багаторічні показники (126 днів).

Отже, період погодних умов 2019–2021 років досліджень характеризувався значним варіюванням елементів погоди в часі, що дозволило всебічно дослідити їхній вплив на ріст та розвиток, формування врожаю гібридів соняшнику різних груп стиглості залежно від використаних регуляторів росту. В цілому погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин соняшнику протягом вегетаційного періоду, за винятком критичних періодів під час наливу насіння, коли відмічалися посухи, особливо з 23 червня по 25 липня і з 1 по 20 серпня 2020 року, коли опади були практично відсутні, що негативно позначалося на врожайності насіння соняшнику.

2.2 Ґрунтові умови дослідного поля

Соняшник – це культура, яка є високовимогливою до ґрунтів та вимагає оптимального режиму живлення. Коренева система рослин добре розгалужується за щільності яка повинна становити не вище 1,30 г/см³ [120–122].

Соняшник найкраще росте і розвивається на чорноземних, лучно-чорноземних та темно-каштанових ґрунтах з нейтральною реакцією рН близько 7,0. Ці ґрунти характеризуються потужним гумусованим шаром та високим

вмістом загального гумусу і доступних поживних речовин. З іншого боку, важкі глинисті, піщані, кислі та засолені ґрунти, об'ємна маса більш як $1,3 \text{ г/см}^3$, вважаються менш підходящими для вирощування соняшника [121, 122].

На чорноземних ґрунтах України, не дивлячись на їх високі показники гумусованості, використання мінеральних добрив демонструє високу ефективність. Це особливо важливо в умовах степової зони, де окупність мінеральних добрив корелює з рівнем вологозабезпеченості – від західних, більш зволжених, до східних і південно-східних регіонів України [120–122].

Соняшник, завдяки розвиненій кореневій системі, може ефективно засвоювати необхідні елементи живлення з глибоких шарів ґрунту. Важливою є і регулярна підготовка ґрунту до вирощування соняшника для збереження його оптимальних фізико-хімічних властивостей [122].

На етапі раннього росту соняшнику, коли рослина ще потребує мінімальної кількості поживних речовин, вона ефективно використовує лише невеликий відсоток азоту, калію та фосфору з ґрунту – приблизно 15% азоту, 10% калію та 10% фосфору. Однак навіть на цьому етапі засвоєння поживних речовин вже випереджає темпи приросту сухої речовини [121, 122].

В подальші періоди росту та розвитку, коли рослина активно формує кошики та починає цвітіння, спостерігається значний підйом у споживанні поживних речовин. На цьому етапі соняшник використовує до 50% калію, 70% фосфору та 80% азоту з сіркою. Це є періодом інтенсивного росту та формування кошиків, що визначається великою потребою в енергії та поживних речовинах для підтримки цього процесу [120, 121].

На заключному етапі росту і розвитку, включаючи фазу наливання насіння і до повної стиглості, рослини соняшнику споживають до 40% калію. Азот, який засвоюється протягом цього періоду, сприяє формуванню паренхімних тканин, які є місцем накопичення олії в насінні, і тим самим визначає якість та кількість отриманий продукції [120–122 114].

Враховуючи вищезазначені особливості відношення соняшнику до елементів живлення він потребує високо родючих ґрунтів, зокрема чорноземних з нейтральною, або слабо лужною реакцією ґрунтового розчину.

В нашому випадку де розміщено науково-дослідне поле у Науково-освітньому центрі практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету у селі Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області розташоване на чорноземах середньосуглинкових на лесах. Це родючий ґрунт, характеризується темно-коричневим або чорним кольором на поверхні ґрунту, що свідчить про високий вміст органічної речовини. За гранулометричним складом він середньосуглинковий, маючи вміст піску до 30%, глини 20-35% та суглинку 35-50%. Важливо відзначити, що вміст гумусу у ґрунтах складає 3,9%, що є основним доказом їхньої родючості. Крім того, спостерігається наявність загального азоту на рівні 0,22%, фосфору – 0,13%, та калію – 2,2%. Об'ємна маса ґрунту (щільність) – 1,22 г/см³ [123–125] табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика ґрунтів НДП ДДАЕУ

Глибина орного шару, см	Вміст гумусу, %	Вміст загального азоту, %	Вміст загального фосфору, %	Вміст загального калію, %	Об'ємна маса ґрунту, г/см ³
0-30	3,9	0,22	0,13	2,2	1,22

Отже, ці характеристики ґрунту на якому були закладені дослідні ділянки щодо ефективності регуляторів росту рослин на соняшнику свідчать про сприятливі умови для росту та розвитку рослин важливої олійної культури.

2.3 Агротехніка при проведенні досліджень

Експериментальна частина досліджень була проведена на дослідному полі кафедри рослинництва Науково-освітнього центру практичної підготовки

Дніпровського державного аграрно-економічного університету за період від 2019-2021 рр., та проводилась відповідно до рекомендацій вирощування соняшнику у господарствах. Соняшник висівався у п'ятипільній сівозміні що мала наступне чергування культур: чорний пар – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий – соняшник.

Головна мета дослідження полягала в оцінці ефективності регуляторів росту рослин соняшнику (*Helianthus annuus*) різних гібридів з урахуванням груп стиглості. Для цього застосовувався двох факторний польовий експеримент з використанням систематичного методу. Розміщення ділянок першого та другого порядків послідовне: 1–2–3–4. (рис 3). Посівна площа ділянок першого порядку – 420,0 м² (8,4 м × 50,0 м), ділянок другого порядку 100 м² (2,0 × 50,0). Облікова – 10 м² (14,3 × 0,7). Повторність триразова.







 Напрямок внесення перепаратів	Повторення 3	Архітект(0,5л/га)	Архітект(0,5л/га)	Архітект(0,5л/га)
		Церон(0,5 л/га)	Церон(0,5 л/га)	Церон(0,5 л/га)
		Вимпел К-2 (0,7л/га)	Вимпел К-2 (0,7л/га)	Вимпел К-2 (0,7л/га)
		Контроль (без препаратів)	Контроль (без препаратів)	Контроль (без препаратів)
 Напрямок внесення перепаратів	Повторення 2	Архітект(0,5л/га)	Архітект(0,5л/га)	Архітект(0,5л/га)
		Церон(0,5 л/га)	Церон(0,5 л/га)	Церон(0,5 л/га)
		Вимпел К-2 (0,7л/га)	Вимпел К-2 (0,7л/га)	Вимпел К-2 (0,7л/га)
		Контроль (без препаратів)	Контроль (без препаратів)	Контроль (без препаратів)
 Напрямок внесення перепаратів	Повторення 1	Архітект(0,5л/га)	Архітект(0,5л/га)	Архітект(0,5л/га)
		Церон(0,5 л/га)	Церон(0,5 л/га)	Церон(0,5 л/га)
		Вимпел К-2 (0,7л/га)	Вимпел К-2 (0,7л/га)	Вимпел К-2 (0,7л/га)
		Контроль (без препаратів)	Контроль (без препаратів)	Контроль (без препаратів)
		Sumiko HTS 65тис./га	SY Курава 60тис./га	Subaro HTS 55тис./га
		 Напрямок посіву	 Напрямок посіву	 Напрямок посіву

Рис. 3 Схематичне зображення варіантів та повторень досліджу

Агротехніка обробітку ґрунту включала в себе лущення стерні, відразу після збирання ячменю ярого важким дисковим знаряддям БДВ-3 в агрегаті із трактором МТЗ-82, глибина обробітку була 8–10 см. Лущення стерні забезпечувало повне дискування післяжнивних решток ячменю, руйнування кірки в прикореневому шарі ґрунту, знищення наявних бур'янів, та провокування наступної хвилі, що в подальшому знищувались наступним дискуванням поля при максимальному насичені поля проростаючими бур'янами. В окремих випадках за масованого проростання бур'янів дискування проводили дворазово. Основний обробіток ґрунту включав в себе оранку полицевим оборотним плугом ПО-3-35 в агрегаті із трактором МТЗ-82 на глибину 20–22 см. Узагальнюючи систему основного обробітку ґрунту слід виділити наступне, що оранка забезпечувала повне перевертання орного шару ґрунту на 170° – 180° , його розпушення та повне заорювання післяжнивних решток у ґрунт. Особливості конструкції оборотного плуга ПО-3-35 забезпечували гладеньку оранку без звальних та розвальних борозенок, оранку зазвичай проводили в жовтні.

Весняний обробіток розпочинали із ранньовесняного боронування, за фізичної стиглості ґрунту боронами БЗСС-1,0, що забезпечували руйнацію ґрунтової кірки на глибині 4 см, та провокування проростання першої хвилі ранніх ярих бур'янів, та знищення озимих і зимуючих їх груп. Швидкість руху агрегату становила 6–8 км/год, що забезпечувало рівномірне кришення ґрунту.

Внесення добрив проводили під першу культивуацію, розкидачем мінеральних добрив РМД-1000 в агрегаті із трактором МТЗ-82. Норма внесення добрив була загальноприйнятою для дослідних ділянок, де не вивчали дію добрив на посіви, та складала $N_{20}P_{20}K_{20}$ в переводі на діючу речовину.

Першу культивуацію проводили через 14 – 16 днів після боронування, культиватором КПС-4 в агрегаті з трактором МТЗ-82, глибина культивуації була 8–10 см, швидкість руху 6–8 км/год, наступну передпосівну культивуацію проводили в день посіву, вище зазначеними агрегатами на глибину 6 – 8 см при швидкості 6–8 км/год.

Внесення до-сходових гербіцидів проводили під передпосівну культивуацію, начіпним оприскувачем ОП–2000 в агрегаті із трактором МТЗ–82, норма витрати робочої суміші була 250 л/га, гербіцид Харнес на основі ацетохлору 90 % к.е в нормі – 2,5 л/га.

Посів проводили, згідно схеми досліду (рис.3), за сприятливих погодних умов та достатньої вологості ґрунту, широкорядною сівалкою УСП–8 в агрегаті із трактором МТЗ–82, на глибину 5–6 см, робочі органи сівалки забезпечували рівномірне розміщення насіння в ґрунті та задану норму висіву насіння. Туковисівні апарати якими обладнана сівалка дозволили вносити стартові добрива одночасно із посівом, що у перерахунку на діючу речовину становить Р₁₅. Температура ґрунту на момент посіву, на глибині загортання насіння становила +10 – +12 °С, а фізична стиглість ґрунту дозволяла проводити посів із дотриманням вимог глибини та швидкості руху агрегатів, тобто, ґрунт не налипав на робочі органи сівалки. Норма висіву насіння, згідно науково рекомендованих рекомендацій фірми виробника гібридів ТМ Syngenta, складала: для середньораннього гібриду Sumiko HTS – 65 тис. насінини/га; для середньостиглого SY Курава – 60 тис. насінин/га; для середньопізнього Subaru HTS – 55 тис. насінин/га.

Міжрядний обробіток проводили у фазу 4–6 справжніх листків соняшнику (ВВСН 14–16), просапним культиватором КРН–5,6 в агрегаті із трактором МТЗ–82, на глибину 4–6 см, за швидкості руху агрегату 6–7 км/год.

Внесення регуляторів росту проводили, поділяючись згідно із запланованою схемою досліду (рис. 3), спираючись на рекомендації виробників препаратів у фазу 6–8 справжніх листків соняшнику (ВВСН 16–18), малогабаритним штанговим оприскувачем ОМ–4. Розрахункова норма внесення препаратів була наступною: Вимпел К – 0,7 л/га; Церон – 0,5 л/га; Архітект – 0,5 л/га. Повторення триразове з метою підвищення достовірності результатів досліджень.

2.4 Характеристика гібридів соняшнику

Sumiko HTS – гібрид ТМ Syngenta із категорії простих, вегетаційний період тривалістю 103–108 днів, середньоранній. Рекомендується для зони вирощування: Полісся, Лісостеп та Степова зони України. Насіння на ранніх стадіях розвитку демонструє середню швидкість росту та потужний старт. Рівномірно дозріває за сприятливих умов. Генетично цей гібрид знаходиться у близькому родинному спорідненні з іншим гібридом, а саме «НК БРІО». Рослина гібриду досягає висоти від 155 до 175 см. Цей гібрид демонструє стійкість до фомопсису, склеротиніозу кошика – 7 балів, склеротиніозу стебла та сірої гнилі – 8 балів, вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.) рас від А до Е. Оптимізований для використання в технології ExpressSun – Гранстар. Стійкість рослин до вилягання, зазначена на 8 балів. Рекомендована густина на момент збирання, залежить від рівня зволоження: 60–65 тис. рослин/га при достатньому зволоженні, 55–60 тис. рослин/га при нестійкому зволоженні, 45–50 тис. рослин/га при недостатньому зволоженні [126, 127].

SY Kupava – класичний гібрид ТМ Syngenta, лінолевого типу придатний для класичної технології вирощування, рекомендується для зони вирощування: Полісся, Лісостеп, центральний та північний Степ України. Рік реєстрації – 2015. Середньостигла група стиглості, вегетаційний період 105–110 днів. Стійкий до рас вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.) типу: А-Г. Вміст олії в насінні до 53 %. Висота рослин в межах 155–180 см. Діаметр кошика 17–21 см. Маса 1000 насінин 48–53 г. Зазначена стійкість рослин до вилягання, оцінена на 8 балів. Також, цей гібрид проявляє високий рівень толерантності до фомопсису, склеротиніозу кошика, склеротиніозу стебла та сірої гнилі, отримаю стійкість на рівні 8 балів. Рекомендована густина на момент збирання, залежить від рівня зволоження та складає: 55–60 тис. рослин/га при достатньому зволоженні, 50–55 тис. рослин/га при нестійкому зволоженні, 45–50 тис. рослин/га при недостатньому зволоженні [126, 128].

Subaro HTS – гібрид ТМ Syngenta. Гібрид відноситься до простого типу з вегетаційним періодом тривалістю 116–120 днів, середньопізній. Відзначається високою толерантністю до вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.) рас А–Е з оцінкою стійкості в 5 балів. Гібрид підходить до використання в технології ExpressSun – Гранстар. Посухостійкість та стійкість до фомопсису оцінені на 8 балів. За висотою рослини соняшнику вище середньої 165–175 см, гібрид виявляє великий потенціал урожайності в 9 балів та стабільність врожаю в 9 балів. Гібрид має комплексну толерантність до хвороб – 8 балів, стійкість до склеротиніозу – 8 балів. Гібрид має помірно-інтенсивний тип адаптивності. Рекомендовані зони для вирощування – Лісостеп та Північний Степ. Рекомендована густина залежить від рівня зволоження: 55–60 тис. рослин/га при достатньому зволоженні, 45–50 тис. рослин/га при нестійкому зволоженні, 40–45 тис. рослин/га при недостатньому зволоженні. Терміни сівби – середні [126, 129].

2.5 Характеристика регуляторів росту

Архітект (ТМ BASF) – це новий препарат для обробітку соняшнику, який поєднує у собі функції морфорегулятора та фунгіциду. Він має кілька ключових переваг, серед яких оптимізація структури рослини та поліпшення транспортування поживних речовин і води. Препарат демонструє високий рівень контролю над основними хворобами соняшнику, такими як септоріоз, альтернاریоз, іржа, фомоз, фомопсис та склеротиніоз.

Важливим аспектом є підвищення стійкості соняшнику до посух та високих температур, що може позитивно впливати на врожайність. Дія "Архітекта" охоплює дію на кореневу систему, гілкування, рівномірне цвітіння та міцність стебла.

"Препарат "Архітект" від компанії BASF – включає в себе ефективну комбінацію діючих речовин, таких як піраклостробін, прогексадіон кальцію та

мепікват-хлорид. Препарат представлений у формі суспензії концентрату для емульгування (СЕ) з концентрацією діючих речовин – 100 г/л піраклостробіну, 25 г/л прогексадіону кальцію та 150 г/л мепікват–хлориду.

Заявником є компанія BASF, і термін реєстрації препарату подовжений до 31.12.2026 року [130, 131].

При використанні препарату слід враховувати його сумісність з іншими засобами захисту рослин, зокрема з пестицидами. Не рекомендується застосовувати "Архітект" разом із листовими добривами, що містять кальцій. Норма витрати робочої рідини становить 100 – 400 літрів на гектар [130, 131], рис 4.

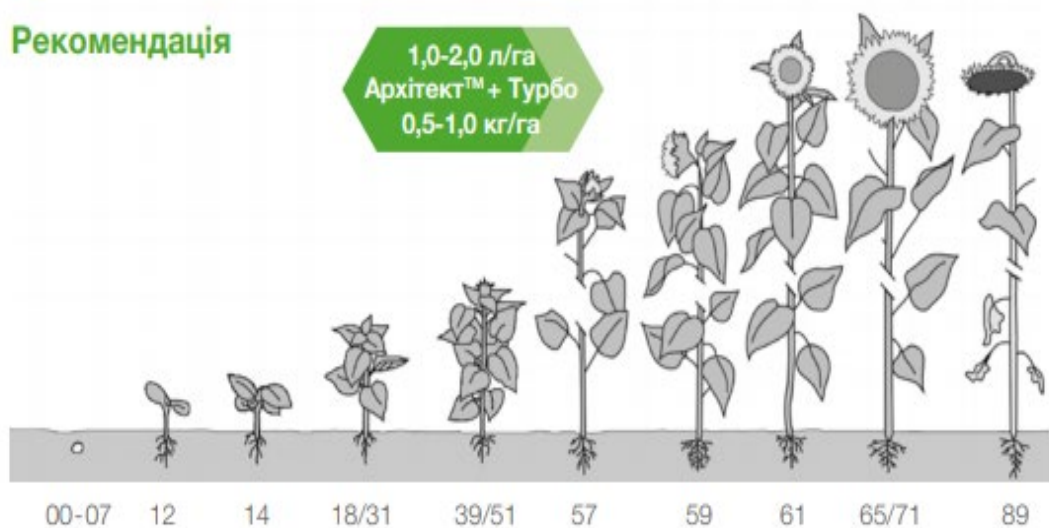


Рис. 4 Період внесення препарату «Архітект»

Для найкращих результатів рекомендується застосовувати препарат дрібно крапельним обприскуванням з використанням відповідних типів форсунок, тиску рідини та швидкості руху агрегату.

Препарат "Церон 480 SL" від компанії Bayer – це препарат, призначений для захисту рослин від вилягання під час їхнього росту та розвитку. В основі його складу лежать похідні фосфорної кислоти, з ефективною діючою речовиною – етефоном. Цей продукт представлений у формі рідкого концентрату (РК) і відноситься до хімічного класу похідних фосфонові кислоти. Концентрація

діючої речовини в "Церон 480 SL" становить 480 г/л. Заявником препарату є компанія Bayer, а термін його реєстрації закінчується 31.12.2026 [130, 132].

Церон викликає ретардантний ефект, який виникає через накопичення етилену. Це сприяє скороченню довжини стебла та збільшенню товщини міжвузлів. При застосуванні Церон важливо враховувати фазу розвитку рослини: на початкових етапах росту рекомендується використовувати більше препарату, а з часом зменшувати його кількість. Дія етиленпродуцентів сильно залежить від температури повітря, яка повинна знаходитися в межах від +15 °C до +30 °C [132].

Церон є сумісним із багатьма іншими ЗЗР, за винятком препаратів на основі дитіокарбоматів, сірки та міді. Для найкращих результатів рекомендується застосовувати препарат дрібнокрапельним обприскуванням з використанням відповідних параметрів, таких як тип форсунок, тиск рідини та швидкість руху агрегатів [132].

Регулятор росту рослин Вимпел К–2 є дуже ефективним препаратом для листового внесення. Цей високоефективний засіб призначений для обробки листя, що забезпечує його дію безпосередньо на поверхні рослини. Маючи багатоконпонентний склад, Вимпел К–2 демонструє властивості стимулятора росту, прилипача, адаптогена, кріопротектора, антистресанта та антиоксиданта, що робить його важливим інструментом для підтримки розвитку рослин. Заявником для цього препарату є компанія «ДОЛИНА», Україна, а термін його реєстрації розрахований до 31.12.2024 з можливістю подальшого продовження реєстрації [130, 133].

Склад Вимпел К–2, який містить поліетиленоксиди та бурштиново-гуматний комплекс, ретельно підібраний для максимальної ефективності при листовому внесенні. Препарат Вимпел К–2, активує вироблення аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ), що робить його потужним каталізатором біохімічних процесів. Продукт посилює клітинне дихання та сприяє ефективнішому засвоєнню кисню клітинами. Під впливом Вимпел К–2, мітохондрії – енергетичні центри клітин – збільшують швидкість споживання

кисню вдесятеро. Такий ефект дозволяє формувати необхідну густоту стояння рослин, що виробляють більше біомаси. Це відзначається прискореним розвитком кореневої системи та вегетативної маси, підвищують стійкість рослин до посухи на 25–30% [133].

Препарат сприяє активізації синтезу аденозинтрифосфornoї кислоти та підвищенню швидкості споживання кисню, препарат ВИМПЕЛ К–2 стає потужним стимулятором енергетичних процесів у клітинах рослин. У результаті розвивається більш сильна коренева система та вегетативна маса, підвищується стійкість рослин до посухи на 25–30 % [133].

2.6 Методика проведення досліджень

Планування дослідів, їх розміщення та виконання проводили відповідно до методичних рекомендацій, розроблених Ушкаренко В. О. [133], Рожковим А. О. [134, 135], Мойсейченко В.Ф. [136], Доспеховим Б. А. [137] та іншими.

Для виконання досліджень використовували загальнонаукові методики досліджень, основні із них: польовий – вивчення взаємодії гібридів соняшнику різних груп стиглості із стимуляторами росту і біотичними та абіотичними факторами; вимірjувально–метрологічний – дослідження динаміки росту, біометричних показників та елементів структури урожаю і урожайності насіння олійної культури; математико–статистичний, зокрема дисперсійний і кореляційний аналізи.

Серед методик які використовувалися в дослідженнях виділимо наступні:

– запаси вологи у ґрунті визначали ваговим методом який полягає у визначенні маси вологих зразків ґрунту до й після висушування для визначення вмісту вологи.

– польову схожість насіння – визначали на всіх варіантах в період сходів;

– фенологічні спостереження – фіксували фази росту соняшнику та уважно спостерігали за їхнім розвитком в реальному часі, визначаючи моменти початку (15%) та завершення (75%) фаз росту і розвитку рослин відповідно [133–138];

– висоту рослин соняшнику вимірювали у всіх варіантах дослідів, починаючи з трьох пар листків і до цвітіння кошиків, через кожні 10 днів. Вимірювання проводили у двох несуміжних повторностях на ділянці у 5 місцях по 5 рослин (всього 25 рослин соняшнику на ділянці). Вимірювання виконували мірною рейкою: до цвітіння – від поверхні ґрунту до голівки кошика; у фазі цвітіння – від поверхні ґрунту до кошика;

– діаметр стебла соняшнику вимірювали за допомогою штангенциркуля між першим та другим міжвузлям на всіх варіантах ділянок. В подальшому в найтовщих та найтонших місцях стебла із визначенням середнього значення. Вимірювання виконували на 20 рослинах ділянки у трьох повтореннях типових місць ділянок. Діаметра стебла вимірювали у фазі цвітіння ВВСН 61-63;

– кількість листків підраховували (окремо функціонуючих і сухих) – на всіх варіантах дослідів на 20 рослинах (постійних) у двох несуміжних повтореннях. Облік листків починали від 2–3 пар листків і проводили через кожні 20 днів до повного їх засихання;

– площу листків соняшнику визначали, починаючи з 2–3 пар листків і до початку стиглості насіння, через кожні 20 днів на всіх варіантах експерименту у двох несуміжних повтореннях. Використовували загальновідому формулу:

$$S_n = 0,74 \times a \times b$$

Де, S_n – площа одного листка соняшнику, см^2 ;

a – максимальна ширина листка, см ;

b – довжина листка, см ;

0,74 – коефіцієнт, що відображає конфігурацію листка.

– приріст вегетативної маси рослин соняшнику. Відбирали проби 5-ти типових рослин соняшнику та здійснювали у двох несуміжних повтореннях, починаючи від 2–3 пар листків і до початку досягання насіння через кожні 20 днів. Із подрібнених проб відбирали по 2 наважки у 100–200 г кожна, відібрану масу зважували та висушували до абсолютно сухого стану у сушильній шафі при

температурі 100–105 °С. Всі отримані дані використовували для розрахунку маси проби у абсолютно сухому стані;

– для визначення вмісту хлорофілу у листках соняшнику використовувався класичний спектрофотометричний метод. Процедура включала екстрагування хлорофілів за допомогою 96 % етилового спирту, за яким слідувало визначення оптичної густини отриманого екстракту на спектрофотометрі КФК-3, а також проведення відповідних розрахунків [134, 135];

– для визначення масової частки пігментів хлорофілів а і b використовували розрахункову формулу [136]:

$$C = \frac{D_1 \times 0,00085 \times V \times 100}{D_2 \times M \times (1 - 0,01 \times A)}$$

де:

C – масова частка хлорофілу, в процентах на суху речовину;

D₁ – оптична щільність стандартного розчину Гьотрі;

D₂ – оптична щільність досліджуваного розчину;

0,000085 – концентрація хлорофілу, мг/мл;

M – маса проби рослинного матеріалу, г;

V – об'єм витяжки, мл;

A – масова частка води в рослинному матеріалі, %.

– чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за весь вегетаційний період, використовуючи розрахункову формулу [136]:

$$\text{ЧПФ} = \frac{A_2 \times A_1}{0,5 \times (L_1 + L_2) \times T}$$

де:

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу (г/м²/добу);

A₁ і A₂ – абсолютно суха маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, г;

L₁ і L₂ – площа листків рослини у першій і другій строки визначення, м²;

T – кількість днів між першим і другим визначенням.

- кількість квіток у кошику визначалася на всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях в кінці цвітіння соняшнику. Підраховували кількість квіток у кошиках 100 рослин.
- індивідуальна продуктивність рослин визначалася на всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях в фазі повної стиглості соняшнику. Підраховували кількість насінин у кошиках 100 рослин. Враховували добре виповнене, кондиційне насіння;
- елементи структури урожаю соняшнику визначали на всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях шляхом розбору раніше відібраних кошиків. Визначали діаметр кошика, кількість насінин у кошику, масу насінин з кошика та масу 1000 насінин [134–136];
- вологість насіння визначали перед збиранням у всіх варіантах дослідів термічно-ваговим методом;
- облік урожаю насіння соняшника виконували малогабаритним комбайном Сампо-500, шляхом обмолоту облікових ділянок та зважуванням насіння з перерахуванням на 100 % чистоту і стандартну вологість 8 %;
- основні технологічні показники якості насіння. Вміст білка, олійність насіння соняшнику визначали згідно із загальноприйнятими існуючими методиками. Зокрема олійність методом імпульсної ЯМР – спектроскопії [139, 140];
- розрахунки економічної ефективності використання регуляторів росту рослин, виконували за рекомендаціями ННЦ «Інститут аграрної економіки» [141–144];
- біоенергетичну ефективність виробництва насіння соняшника визначали за енергоємністю виробництва насіння, приростом валової енергії та коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}), користуючись при цьому нормативами витрат валової енергії [145];
- математичну оцінку експериментальних даних здійснювали на ПК методом дисперсного аналізу за Ушкаренко В. О. [146, 147] та Доспеховим Б. А. [137] для виявлення достовірності отриманих експериментальних даних.

Висновки до розділу 2

Ґрунтово-кліматичні умови для проведення польових досліджень відповідають характеристикам Північного Степу України та є типовими і придатними для вирощування соняшнику. Протягом трьох років досліджень (2019–2021 рр.) погодні умови вегетаційного періоду соняшнику відзначалися значним коливанням елементів погоди, що створило можливість глибокого вивчення їх впливу на ріст і розвиток гібридів соняшнику різних груп стиглості за умови застосування регуляторів росту. В цілому вони були сприятливими для росту і розвитку соняшнику протягом вегетаційного періоду, за винятком за винятком періодів з 23 червня по 25 липня та із 1 по 20 серпня 2020 року, коли опади були практично відсутні, що негативно позначалося на врожайності зерна насіння соняшнику.

Структура експерименту та методологія досліджень розроблені відповідно до принципів об'єктивності, науковості, цілісності, практичності, а також відповідності меті та поставленим завданням. Програма досліджень включає необхідний перелік конкретних завдань, вирішення яких сприятиме досягненню запланованої мети.

Основні наукові результати досліджень, що акцентовані у розділі 2 опубліковані в наукових працях, які приведено в списку використаних джерел [148–161].

РОЗДІЛ 3

БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Важливими факторами визначення врожайності рослин гібридів соняшнику є їх біологічні особливості, агрометеорологічні умови вирощування та різноманітні технологічні аспекти, такі як терміни сівби, норми внесення мінеральних добрив, методи боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками, та регулювання росту рослин [162].

Ріст і розвиток рослин соняшнику має важливе значення, адже безпосередньо пов'язаний з елементами структури врожаю (діаметр кошика, кількість насінин у кошику, маса насінин із кошика, маса 1000 насінин) та врожайністю насіння. На додаток до добрив, стимулятори росту рослин, які контролюють багато важливих фізіологічних процесів у соняшнику, можуть прямо чи опосередковано покращити ріст і розвиток рослин олійної культури.

Застосування регуляторів росту дозволяє підтримувати баланс між різними фізіологічними процесами рослини, оптимізувати розподіл енергії та ресурсів, щоб досягти оптимальної продуктивності. Важливою перевагою є здатність регуляторів росту підвищувати стрес стійкість рослин, що є критичним в умовах зміни клімату та інших несприятливих факторів. Розумне використання цих засобів дозволяє сільськогосподарським виробникам досягати оптимальних результатів у вирощуванні соняшнику та інших культур [163–168].

У рослинництві значне підвищення продуктивності рослин (на 50 % і більше) в значній мірі обумовлене оптимізацією взаємодії в системі "рослина - середовище". Однак агротехніки вирощування є ефективними лише тоді, коли забезпечують оптимальний розвиток рослин відповідно до умов зовнішнього середовища.

3.1 Діаметр стебла

Регулятори росту є важливими елементами технологій, які впливають на вилягання рослин соняшнику через контролювання товщини стебла рослин. Вони включають гормони росту, фітогормони та інші біохімічні речовини, які контролюють ріст і розвиток стебла рослин [169, 170].

Як вітчизняні Іванюк Т. В. [28] так і закордонні вчені Мильовене Л. [171] проводять експерименти, щодо впливу регуляторів росту на поліпшення стійкості рослин олійних культур до вилягання.

Одним із ключових регуляторів росту, що впливає на товщину стебла соняшнику є гіберелін. Він стимулює розтягування клітин і подовження стебла. Висока його концентрація може сприяти збільшенню товщини стебла соняшнику, але надто високі дози дуже негативно впливають на рослини. Схожу ефективність має також цитокінін, який сприяє діленню клітин та забезпечує збільшення об'єму рослини в цілому, сприяючи при цьому росту стебла в товщину. Етилен впливає на апікальне витягування рослини, що сприяє формуванню і росту стебла. Висока концентрація етилену може також призводити до збільшення товщини стебла соняшнику, а занадто висока навіть спричинити загибель рослин соняшнику.

Ефективність різних регуляторів росту постійно вивчається, оскільки вони можуть бути використані в селекції для виведення гібридів соняшнику з більш міцними стеблами, що мають стійкість до вилягання та зростання рівня урожайності [170, 172].

Високорослі сорти та гібриди рослин соняшнику мають проблему заломлення стебла, особливо коли рослини уражено хворобами, порушено густоту стояння рослин в сторону загущення посівів та дії несприятливих погодних умов – сильних злив та поривчастих вітрів, а також сортовими особливостями районованих сортів та гібридів що вирощуються. Основою попередження стеблового вилягання рослин є провокування потовщення стебла під дією регуляторів росту, які за рахунок перерозподілу енергетичних ресурсів

рослин, блокування синтезу гіберелінів провокують пригнічення росту стебла з одночасним його потовщенням [169, 170].

Замірювання товщини стебла соняшнику, на протязі трьох років досліджень, в нашому досліді показало, що регулятори росту мали мало виражений вплив на цей показник. Відмічено сталу щорічну тенденцію до незначного збільшення товщини стебла при використанні регулятора росту Архітект – 0,5 л/га (0,2–0,3 см, або 6,7–10,3 %) та Церон – 0,5 л/га (0,1–0,2 см, або 3,6–7,1 %) (табл. 3).

Практично не відмічено впливу погодних умов років досліджень на товщину стебла соняшнику, хоча в посушливіші та несприятливі роки (2020 рік) ефективність регуляторів росту за даними вчених зростає, зокрема Клименко І. І. [170], Єременко О. А. [169]. В цілому погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин соняшнику протягом вегетаційного періоду років досліджень, за винятком періодів, коли відмічалися посухи, а саме з 23 червня по 25 липня і з 1 по 20 серпня 2020 року, коли опади були практично відсутні, що практично не позначилося на товщині стебла, але негативно впливало на врожайності насіння соняшнику.

Варто відзначити препарат «Архітект» який демонструє більш сталу позитивну тенденцію потовщення стебла до 2,9–3,0 см на гібридах різних груп стиглості Subaru HTS, SY Kurava, Sumiko HTS (табл. 3).

Що стосується взаємодії гібридів різних груп стиглості із використаними регуляторами росту рослин то слід відмітити середньоранній гібрид Sumiko HTS який мав тенденцію до максимального потовщення стебла. Що ймовірно пов'язано з біологічними особливостями гібриду. До того ж слід зазначити, що відмічена тенденція зростання ефективності препаратів саме на середньоранньому гібриді Sumiko HTS з поступовим послабленням їх дії до середньопізнього Subaru HTS. Що, ймовірно, свідчить про поступове сповільнення дії препаратів впродовж вегетації, тобто на кінець вегетації їхня дія практично припиняється, у той час як на середньоранньому гібриді з коротшим періодом вегетації вони ще мають вплив на рослини. А це свідчить про те, що

необхідно повторно вносити препарати для подовження їх дії на рослини, особливо на середньопізніх гібридах з подовженим періодом вегетації.

Таблиця 3

Діаметр стебла соняшнику залежно від регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид	Варіант	Діаметр стебла, см				
		роки				
		2019	2020	2021	середня, см	різниця до контролю, см
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	2,6	2,5	2,6	2,6	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	2,7	2,6	2,6	2,6	0,0
	«Церон» (0,5 л/га)	2,7	2,9	2,9	2,8	0,2
	«Архітект» (0,5 л/га)	2,8	2,9	2,9	2,9	0,3
SY Kurava (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	2,6	2,7	2,7	2,7	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	2,8	2,8	2,8	2,8	0,1
	«Церон» (0,5 л/га)	2,8	2,9	2,8	2,8	0,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	2,8	2,9	2,9	2,9	0,2
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	2,7	2,7	2,6	2,7	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	2,9	2,9	2,7	2,8	0,1
	«Церон» (0,5 л/га)	2,8	2,9	3,0	2,9	0,2
	«Архітект» (0,5 л/га)	2,9	2,9	3,0	2,9	0,2
НІР _{0,5} для гібридів, см		0,2	0,3	0,3	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, см		0,4	0,5	0,6	-	-
НІР _{0,5} для взаємодії, см		0,15	0,17	0,19	-	-

Слід зауважити, що препарат вимпел К-2 на гібридах Sumiko HTS (середньоранній) та SY Kurava (середньостиглий) мав мінімальний приріст товщини стебла, в межах 0,1 мм, або 3,6%, в той час коли на гібриді Subaro HTS (середньопізній) взагалі не зафіксовано потовщення стебла, що підтверджує

попередню тезу про зниження ефективності препаратів на гібридах з подовженим вегетаційним періодом.

В цілому, можна зазначити, що по відношенню до контролю препарати «Церон» та «Архітект» мали більш сталу позитивну тенденцію потовщення стебла до 2,9–3,0 см саме на гібридах Subaru HTS та Sumiko HTS,

Таким чином, використання регуляторів росту, особливо «Церон» та «Архітект» при вирощуванні гібридів соняшнику Sumiko HTS (середньоранній), SY Курва (середньостиглий), Subaru HTS (середньопізній) має позитивну тенденцію потовщення стебла до 2,9–3,0 см. Відмічена також тенденція зростання ефективності регуляторів росту саме на середньоранньому гібриді Sumiko HTS з поступовим послабленням їх дії до середньопізнього Subaru HTS, що, свідчить про поступове сповільнення дії препаратів впродовж вегетації, адже під кінець вегетації їх дія практично припиняється, у той час як на середньоранньому гібриді з коротшим періодом вегетації вони ще мають позитивну дію на рослини.

3.2 Висота рослин

На думку багатьох вчених не слід використовувати морфорегулятори за недостатчі вологи, особливо для зернових культур. При вирощуванні соняшнику вологи у ґрунті зазвичай достатньо для початкового росту соняшнику. Однак з часом із ростом біомаси рослин соняшнику збільшувався ризик витрат вологи в ґрунті через інтенсивне використання її рослинами. За відсутності опадів це може призвести до недостатчі вологи в ґрунті, а як результат до недорозвиненості насіння, зниження врожаю, збільшення втрат під час збирання [173].

Використання морфорегуляторів на зернових культурах вважається стандартом технології у той час як на соняшнику ця практика в Україні тільки розвивається, особливо у великих агрохолдингах [173].

Застосування морфорегуляторів допомагає зменшити висоту рослин, потовщити стебло та перерозподілити асимілянти від надземної частини до

кореневої, що поліпшує стійкість до несприятливих погодних умов. Однак відзначається тим, що частіше цей метод використовується для підвищення стійкості до посушливих умов та можливості ефективного захисту рослин [173].

Висота рослин також відіграє вирішальну роль у стійкості рослин соняшнику до вилягання зокрема стеблового заломлення. Окрім цього високі стебла соняшнику суттєво ускладнюють його догляд в більш пізні фази росту та розвитку, коли мова йде про механізоване внесення засобів захисту рослин, та листкове підживлення, навіть для моделей оприскувачів із високим кліренсом 190–210 см це явище являється великою проблемою. Максимальний ріст рослин, формування висоти і надземної маси соняшнику відбувається у фазі утворення кошиків та їх цвітіння [174, 175].

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що регулятори росту рослин на соняшнику мали деякий вплив на різні біометричні параметри, а саме висота рослин, площа листкової поверхні, діаметр кошиків, кількість насінин у кошику, масу 1000 насінин, врожайність і якість насіння.

Синтетичні регулятори росту рослин, які проявляють антигіберелінову дію, широко використовуються у ролі ретардантів – сполук, спрямованих на уповільнення вертикального росту рослин, при цьому сприяючи укріпленню їхніх стебел. Це має особливе значення для запобігання вилягання рослин в умовах високої вологості [148–154].

Однак в контексті впровадження нових регуляторів росту та високопродуктивних гібридів соняшнику, вплив вказаних компонентів технології на процеси листко- та коренеутворення, а також формування врожаю, досліджений недостатньо повно. А це створює науковий і практичний інтерес.

Висота рослин під впливом регуляторів росту у всіх гібридів коливалася від 193 см до 234 см, залежно від гібридів та регуляторів росту, що вивчалися. Максимальну висоту, мали рослини соняшнику на контролі без використання регуляторів росту рослин 213–234 см. Як і передбачалося регулятори росту рослин ретардантного впливу достовірно зменшували висоту рослин соняшнику. Тому мінімальна висота рослин соняшнику, в середньому за три роки, була

відмічена при використанні регулятора росту рослин «Архітект» (0,5 л/га) – 193 до 201 см та «Церон» (0,5 л/га) – 198–203 см, що було менше за контроль відповідно на 18–41 см (9,2–21,2 %) та 11–36 см (5,4–18,1 %) [148–153] (табл. 4, рис. 5).

Таблиця 4

Висота гібридів соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр., см

Гібриди соняшнику	Стимулятори росту рослин	Висота рослин, см				
		роки				
		2019	2020	2021	середнє	різниця до контролю, см
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	235	231	235	234	0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	210	204	208	207	-27
	«Церон» (0,5 л/га)	205	193	196	198	-36
	«Архітект» (0,5 л/га)	195	191	194	193	-41
SY Kurava (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	225	219	223	222	0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	210	206	210	209	-13
	«Церон» (0,5 л/га)	205	200	204	203	-19
	«Архітект» (0,5 л/га)	205	197	201	201	-21
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	215	210	214	213	0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	205	200	204	203	-10
	«Церон» (0,5 л/га)	205	198	202	202	-11
	«Архітект» (0,5 л/га)	195	193	196	195	-18
НІР _{0,5} для гібридів, см		9,7	8,8	9,0		-
НІР _{0,5} для препаратів, см		4,8	4,1	4,0		-
НІР _{0,5} для взаємодії, см		13,4	11,9	12,1		-

Серед препаратів, що вивчалися мінімальні показники зменшення висоти стебел соняшнику були зафіксовані при використанні регулятора росту рослин

«Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 202–209 см, що можна пояснити складом зазначеного препарату, адже він містить більше стимуляторів росту рослин, а ніж ретардантів.



Рис. 5 Висота рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин (ВВСН 39)

У ході дослідження взаємодії різних гібридів соняшнику з регуляторами росту рослин за роки досліджень було виявлено певні закономірності (табл. 4).

Середньоранній гібрид соняшнику Sumiko HTS під дією регуляторів росту мав максимальне зниження висоти рослин порівняно з контролем (213 см) за використання регулятора росту «Архітект» (0,5 л/га) – 195 см, практично не поступався йому «Церон» (0,5 л/га) – 202 см.

Щодо середньостиглого гібриду SY Курава, регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) найбільше зменшував висоту рослин на 21 см в порівнянні із контролем

(222 см). Майже не поступався йому «Церон» (0,5 л/га) – 203 см. Мінімальне зниження висоти рослин відмічено за використання «Вимпел К-2» – 209 см. Зниження висоти рослин було меншим відповідно на 21; 19; 13 см, або 10,4; 9,3; 6,2%.

У середньопізнього гібриду соняшнику Subaru HTS, застосування регулятора росту «Архітект» (0,5 л/га) також давало максимальне зниження висоти рослин на рівні 193 см, або на 41 см (21,2 %) менше порівняно з контролем (234 см). Мало в чому поступався йому стимулятор росту «Церон» зменшення висоти рослин становило 36 см (18,1 %). Використання «Вимпел К-2» як і на попередніх гібридах давало мінімальне зниження висоти рослин на 27 см або 13 %.

На всіх гібридах соняшнику середньоранньому Sumiko HTS, середньостиглому SY Курава та середньопізньому Subaru HTS відмічена однакова закономірність зниження висоти рослин по висхідній від середньораннього до середньопізнього гібридів.

Отже, використання практично всіх регуляторів росту рослин на соняшнику забезпечувало зниження висоти рослин, а відповідно і стійкість стебел до поникання та вилягання. Максимальний ефект у зниженні висоти рослин тут мав регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) – 193 до 201 см та «Церон» (0,5 л/га) – 198–203 см, що було менше за контроль відповідно на 18–41 см (9,2–21,2 %) та 11–36 см (5,4–18,1 %). Також відмічена однакова закономірність зниження висоти рослин соняшнику по висхідній від середньораннього до середньопізнього гібридів.

3.3 Кількість листків соняшнику залежно від регуляторів росту рослин

Високий рівень фотосинтезуючої спроможності посівів соняшнику визначається життєздатністю та розмірами листового апарату, особливо

верхнього та середнього ярусів. На початкових етапах розвитку, зокрема у фазу 2–3 пар листків (V4–V6), відбувається активне формування листкового апарату та розвиток стрижневого кореня. Забезпечення рослин необхідними поживними елементами та біологічно активними речовинами в цей період визначає їхню потужність та життєздатність.

Початок диференціації генеративної бруньки, що є ключовим етапом для формування квіткового суцвіття, в середньому припадає на фазу V10–V14. В середньоранніх гібридах суцвіття формуються при 5–6 парах листків, а в середньопізніх – при 7–8 парах. Інтенсивність поглинання поживних речовин у цей період є найвищою.

Фази 5–7 пар листків визначаються найвищою інтенсивністю поглинання поживних речовин та є критичними для фотосинтетичного процесу. Таким чином, цей період стає рішенням для проведення фоліарних обробок, спрямованих на максимізацію активності фотосинтетичного апарату та забезпечення високої потенційної продуктивності соняшнику. Тому використання регуляторів рослу в цю фазу напряду впливає на фотосинтетичний потенціал посівів.

Обробіток регуляторами росту у нашому досліді показав позитивні результати, адже було відмічено сталу тенденцію збільшення кількості листків соняшнику на рослині незалежно від гібридів та препаратів на 0,3-2,3 листки (1,03–8,24%). Серед препаратів найбільш ефективним препаратом був «Архітект» (0,5 л/га) який забезпечував максимальне збільшення кількості листків на рівні біля 8 % (табл. 5).

Решта препаратів практично не впливали на кількість листків. Так зокрема регулятор росту «Церон» збільшував кількість листків на 1,1 шт., або 4,1%, яка перебувала у межах помилки досліді. Приблизно таку ж тенденцію забезпечував і препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га), що забезпечував тенденцію до збільшення листків на рівні 4%.

Таблиця 5

Кількість листків соняшнику залежно від використання регуляторів росту
в середньому за 2019–2021 роки

Гібрид	Варіант	Кількість листків соняшнику, шт.				
		роки				
		2019	2020	2021	середнє	різниця до контролю
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	25,5	25	26,2	25,6	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	26,7	25,9	27,4	26,7	1,1
	«Церон» (0,5 л/га)	26,4	26,2	27,5	26,7	1,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	28	27,3	28,3	27,9	2,3
SY Курава (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	27,4	26,6	27,4	27,1	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	27,9	26,9	27,8	27,6	0,4
	«Церон» (0,5 л/га)	28,5	27,5	28,4	28,1	1
	«Архітект» (0,5 л/га)	28,9	27,9	29,6	28,8	1,7
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	29	27,8	29,5	28,8	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	29	28	29,4	28,8	0
	«Церон» (0,5 л/га)	29,4	28	29,6	29	0,2
	«Архітект» (0,5 л/га)	29,7	28,2	29,4	29,1	0,3
НІР _{0,5} для гібридів, шт		1,5	1,3	1,0	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, шт		1,1	1,2	1,2		
НІР _{0,5} для взаємодії, шт		2,1	2,0	2,1		

Щодо гібридів, слід зазначити, що середньопізній гібрид соняшнику Subaro HTS формував максимальну кількість листків при дії регуляторів росту в той час як гібриди більш ранніх груп стиглості Sumiko HTS (середньоранній) та SY Курава (середньостиглий) мали значно нижчі результати при використанні всіх рістрегулюючих препаратів, що вивчалися.

Не відмічено також суттєвих відмінностей за роками досліджень щодо підвищення кількості листків під дією регуляторів росту.

Таким чином, використання регуляторів росту забезпечувало сталу тенденцію збільшення кількості листків соняшнику на рослині незалежно від гібридів та препаратів на 0,3-2,3 листки (1,03–8,24%). Серед препаратів найбільш ефективним препаратом був «Архітект» (0,5 л/га) який забезпечував максимальне збільшення кількості листків на рівні біля 8 %. Серед гібридів середньопізній Subaro HTS формував максимальну кількість листків при дії всіх регуляторів росту. Практично не поступався йому середньостиглий гібрид SY Kurava – 1,7 шт.

3.4 Площа листкової поверхні

Площа листкового апарату рослин соняшнику має важливе значення, адже збільшення площі листкової поверхні має великий вплив на фотосинтез, водний баланс та загальну продуктивність рослин. Гібриди соняшнику, які мають більшу площу листкової поверхні, можуть бути більш фотосинтетично-активними та мати вищу врожайність [176].

Проведені експерименти в нашому досліді засвідчили високу ефективність регуляторів росту рослин, адже вони впливали на підвищення площі листкової поверхні рослин соняшнику на протязі всього вегетаційного періоду починаючи з 6-8 листків і аж до фази цвітіння та досягання насіння.

Приріст площі листкової поверхні рослин соняшнику дещо залежав від групи стиглості гібридів соняшнику і їх біологічних особливостей. Так, зокрема середньопізній гібрид Subaro HTS формував максимальну площу листкової поверхні рослин соняшнику – 69,1–72,9 тис. м²/га, що було більше за контроль на 6,0–7,7 тис. м²/га, або 7,9–26,6 %. Дещо поступалися йому середньостиглий гібрид SY Kurava – 69,9–77,6 тис. м²/га, який перевищував контроль на 2,0–7,7 тис. м²/га, або 6,5 – 9,9 % та середньоранній гібрид Sumiko HTS – 67,5–71,4 тис. м²/га, що перевищувало контроль на 3,5–5,4 тис. м²/га, або 5,4–10,2 % (табл. 6).

Таблиця 6

Площа листової поверхні соняшнику за використання регуляторів росту в середньому за 2019–2021 рр., тис. м²/га

Стимулятори росту рослин	Періоди росту і розвитку рослин соняшнику та роки досліджень											
	2019			2020			2021			Середнє		
	6-8 листків - 12-14 листків	12-14 листків - утворення кошика	Утворення кошиків - цвітіння	6-8 листків - 12-14 листків	12-14 листків - утворення кошика	Утворення кошиків - цвітіння	6-8 листків - 12-14 листків	12-14 листків - утворення кошика	Утворення кошиків - цвітіння	6-8 листків - 12-14 листків	12-14 листків - утворення кошика	Утворення кошиків - цвітіння
Subaru HTS (середньопізній)												
Контроль (без препаратів)	27,92	51,71	68,94	27,86	51,7	68,71	27,92	51,95	69,92	21,2	51,7	69,1
«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	28,35	53,18	71,13	28,29	53,17	70,83	28,36	53,43	72,14	28,3	53,2	71,3
«Церон» (0,5 л/га)	28,92	54,69	74,44	28,91	54,68	75,44	28,96	54,93	75,45	28,9	54,7	75,1
«Архітект» (0,5 л/га)	28,46	54,45	72,12	28,42	54,43	73,75	28,49	54,75	73,11	28,4	54,5	72,9
SY Курова (середньостиглий)												
Контроль (без препаратів)	28,87	53,57	70,13	28,5	53,2	68,71	29,2	52,14	71,14	28,8	52,9	69,9
«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	29,45	54,8	75,4	29,41	54,13	74,32	29,57	54,97	76,55	29,4	54,6	75,4
«Церон» (0,5 л/га)	30,54	55,06	76,65	30,33	54,98	75,94	30,78	55,31	77,71	30,5	55,1	76,7
«Архітект» (0,5 л/га)	30,78	56,35	78,11	30,18	55,94	75,41	31,1	56,78	79,26	30,8	56,3	77,6
Sumiko HTS (середньоранній)												
Контроль (без препаратів)	31,12	57,27	67,32	30,1	56,18	67,01	30,22	53,96	68,22	30,5	55,8	67,5
«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	32,91	58,81	70,19	32,1	58,09	70,31	31,84	57,27	71,11	32,3	58,0	70,5
«Церон» (0,5 л/га)	34,09	60,86	70,91	34,07	61,82	71,26	33,95	61,09	71,97	34,0	61,2	71,4
«Архітект» (0,5 л/га)	32,16	59,19	69,23	32,09	59,82	68,53	32,24	57,54	70,26	32,1	58,8	69,3
НІР _{0,5} для гібридів, тис. м ² /га	1,5	1,8	3,1	1,3	1,5	3,3	1,5	2,4	2,6	-	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, тис. м ² /га	1,1	1,5	2,1	1,0	1,2	2,3	1,3	2,2	2,4	-	-	-
НІР _{0,5} для взаємодії, тис. м ² /га	2,3	2,8	4,8	2,1	2,3	5,1	2,7	4,3	4,4	-	-	-

Найбільший вплив на площу листової поверхні рослин соняшнику мали регулятори росту рослин, особливо «Церон» (0,5 л/га) та «Архітект» (0,5 л/га). Так, на середньоранньому гібриді Sumiko HTS та середньопізньому Subaru HTS площа поверхні листків була максимальною відповідно за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) – 67,5 – 71,4 та 69,1 – 75,1 тис. м²/га. У варіанті із середньостиглим гібридом SY Курава найефективнішим був «Архітект» (0,5 л/га), що забезпечив площу листової поверхні на рівні 69,9 – 77,6 тис. м²/га. Застосування зазначених препаратів давало тенденцію до зростання площі листків у середньораннього гібриду Sumiko HTS на 1,8–3,9 тис. м²/га (2,6–5,5 %), середньостиглого SY Курава на 5,5–7,7 тис. м²/га (7,2–9,9 %), середньопізнього Subaru HTS на 2,2–6 тис. м²/га (3,1–7,9 %) (рис. 6).

Слід також відзначити, що вплив регуляторів на площу листової поверхні змінювалася в різні фази росту і розвитку рослин. Найбільш інтенсивне наростання площі листків було відмічено у фазах від 6–8 листків (на 3,5–7,7 тис. м²/га, або 10,3 – 26,6%) до 12–14 листків (3,3–5,4 тис. м²/га, або 6,0–8,8%) коли відбувався найінтенсивніший ріст рослин в цілому та формування габітусу рослини. В наступні фази площа листової поверхні наростала менш інтенсивно з мінімальними показниками приросту в фазі утворення кошиків – цвітіння на 3,9 – 7,7 тис. м²/га, або 5,4–9,9 %. В посушливі періоди на час утворення кошиків – цвітіння площа листової поверхні наростала повільніше та була нижчою [148–154].

Стимулятор росту «Вимпел К-2» (0,7 л/га) мав мінімальну тенденцію до наростання площі листової поверхні всього на 2,2–5,5 тис. м²/га, або 3,0–7,2 % (рис. 6).

Зміна площі листової поверхні, після застосування препаратів регуляторів росту рослин в подальшому має позитивний вплив на фотосинтетичну діяльність як окремих листків так і рослини соняшнику в цілому. Більша площа листків за сприятливих умов теоретично сприяє покращення інтенсивності процесу фотосинтезу, а кінцевим рахунком збільшення урожайності насіння олійної культури.

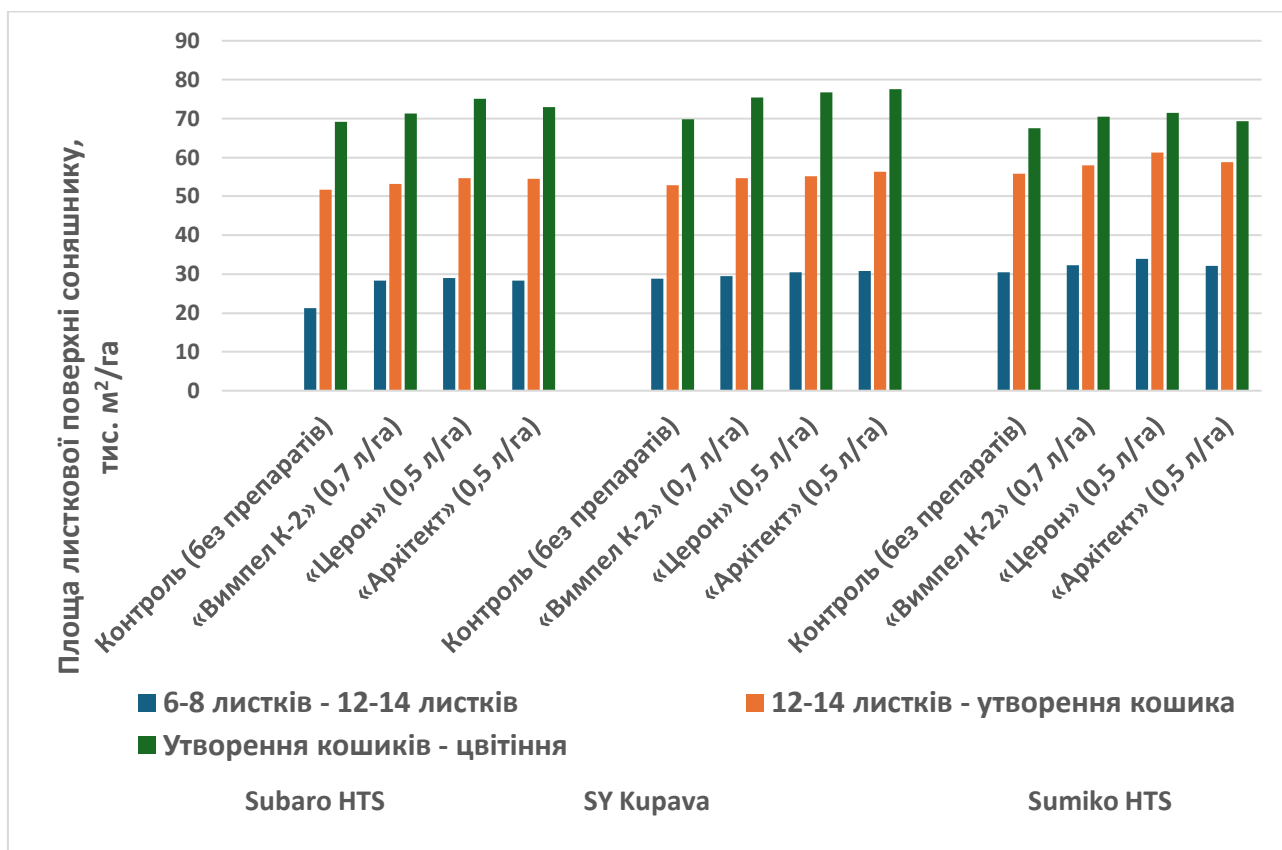


Рис. 6 Площа листової поверхні рослин соняшнику залежно від регуляторів росту рослин у фазу цвітіння за 2019–2021р, тис. м²/га

Вплив стимуляторів може змінюватися на різних етапах росту і розвитку рослин соняшнику. Певні препарати проявляли найбільшу ефективність в період від утворення кошиків до цвітіння, наприклад «Церон» (0,5 л/га). Це вказує на потребу у глибшому розумінні взаємодії регуляторів росту із фізіологічними процесами рослин у різні періоди.

Слід також відзначити, що реакція рослин на конкретні стимулятори може бути індивідуальною та визначатися конкретними властивостями сортів чи гібридів.

Як бачимо із рисунку 3 візуально препарати мають неоднаковий вплив на габітус рослин та площу листової поверхні соняшнику у фазі ВВСН 39 за 9 і більше розтягнутих міжвузлях, причому у різних гібридів реакція на препарати також різна, залежно від року вирощування.

Таким чином, вплив регуляторів росту на площу поверхні листків середньораннього гібриду Sumiko HTS та середньопізнього Subaru HTS був максимальним за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) відповідно 67,5 – 71,4 та 69,1–75,1 тис. м²/га. На середньостиглому гібриді SY Курава найефективнішим був «Архітект» (0,5 л/га), що забезпечив площу листкової поверхні на рівні 69,9–77,6 тис. м²/га. В цілому застосування регуляторів росту рослин давало тенденцію до зростання площі листків у середньораннього гібриду Sumiko HTS на 1,8–3,9 тис. м²/га (2,6–5,5 %), середньостиглого SY Курава на 5,5–7,7 тис. м²/га (7,2–9,9 %), середньопізнього Subaru HTS на 2,2–6 тис. м²/га (3,1–7,9 %).

3.5 Тривалість міжфазних періодів

Міжфазні періоди росту і розвитку соняшнику – це проміжки часу в життєвому циклі його розвитку, під час яких відбуваються певні фізіологічні процеси, спрямовані на ріст та розвиток рослини. Ці періоди допомагають розуміти та керувати процесами вирощування соняшнику для досягнення оптимальних врожаїв. Правильне розуміння цих міжфазних періодів допомагає агровиробникам ефективно керувати вирощуванням соняшнику, враховуючи оптимальний час для обробітку, зрошення, внесення добрив та збору врожаю.

Як зазначають вчені Станев В. [177], Сендецький В. М. [178–180], Білітюк А. П. [181], Буряк Ю. І. [182], Гармаш С. Н. [183] регулятори росту можуть впливати на тривалість міжфазних періодів росту і розвитку рослин соняшнику [184].

Дослідження показують, що застосування регуляторів росту може впливати на розтягування та скорочення фаз розвитку, зокрема процесів росту листя, стебла, формування бруньок та квітів. Наприклад, гібереліни мають потенціал прискорювати ріст рослин та фази росту, а цитокініни можуть сповільнювати ці процеси та тримати рослину на певному етапі розвитку [177–184].

Зазначені дослідження дають можливість краще розуміти і контролювати часові періоди росту та розвитку соняшнику. Оптимальне використання регуляторів росту може допомогти у покращенні синхронізації фаз росту рослини та забезпечити більш ефективне використання ресурсів рослини, оптимізувати агротехнічні підходи вирощування нових сортів і гібридів соняшнику з оптимальною тривалістю міжфазних періодів росту, що в результаті може призвести до збільшення врожайності соняшнику [177–184].

В нашому досліді тривалість міжфазних періодів рослин соняшнику дещо залежали від застосування регуляторів росту рослин, більш чітко це видно на середньопізньому гібриді Subaru HTS де загальний вегетаційний період від фази сходів до фази дозрівання скорочувався від застосування всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») достовірно на 3 дні із 108–108,7 днів до 112,3 дні (табл. 7, рис. 7).

На решті гібридів соняшнику відмічено неоднакове скорочення вегетаційного періоду залежно від дії препаратів. Так у середньостиглого гібриду SY Курава на контролі без обробітку препаратами вегетаційний період був у межах 114,3 дні. Застосування «Вимпел К-2» (0,7 л/га) несуттєво скорочувало вегетаційний період на 1 день, що було у межах помилки досліді.

Використання «Церон» (0,5 л/га) суттєво скорочувало вегетаційний період середньостиглого гібриду соняшнику SY Курава на 4,6 дні. Це ж стосується і «Архітект» (0,5 л/га) де також відбувалося скорочення вегетації на 4,3 дні. Тобто зазначені регулятори росту пришвидшували фізіологічні процеси та фази росту і розвитку рослин соняшнику через пришвидшення синтезу етилену в меристематичних клітинах.

У середньораннього гібриду соняшнику Sumiko HTS тривалість вегетаційного періоду на контролі становила 119,3 дні. Застосування всіх регуляторів росту понижувало його всього на 1,3–1,7 дні, що було також в межах помилки досліді.

Таблиця 7

Тривалість міжфазних періодів рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин

Варіант	Фаза розвитку	Subaro HTS (середньопізній)				SY Курова (середньостиглий)				Sumiko HTS (середньоранній)			
		роки досліджень / тривалість, днів				роки досліджень / тривалість, днів				роки досліджень / тривалість, днів			
		2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Контроль	Сівба – сходи	10	14	12	12	11	13	12	12	11	13	12	12
	Сходи – утворення кошика	39	40	40	39,7	38	39	41	39,3	41	42	42	41,7
	Утворення кошика – цвітіння	29	30	29	29,3	31	33	33	32,3	36	34	34	34,7
	Цвітіння – дозрівання	44	43	43	43,3	43	42	43	42,7	43	43	43	43
	Сходи – дозрівання	112	113	112	112,3	112	114	117	114,3	120	119	119	119,3
«Вимдел К-2» (0,7 л/га)	Сівба – сходи	10	14	12	12	11	13	12	12	11	13	12	12
	Сходи – утворення кошика	38	39	39	38,7	39	39	40	39,3	41	40	42	41
	Утворення кошика – цвітіння	28	28	29	28,3	32	32	31	31,7	37	35	35	35,7
	Цвітіння – дозрівання	41	43	41	41,7	42	42	42	42	41	41	42	41,3
	Сходи – дозрівання	107	110	109	108,7	113	113	113	113	119	116	119	118
«Церон» (0,5 л/га)	Сівба – сходи	10	14	12	12	11	13	12	12	11	13	12	12
	Сходи – утворення кошика	39	39	39	39	39	37	37	37,7	42	42	41	41,7
	Утворення кошика – цвітіння	28	28	29	28,3	32	31	30	31	37	36	36	36,3
	Цвітіння – дозрівання	41	41	41	41	41	40	42	41	40	40	42	40,7
	Сходи – дозрівання	108	108	109	108,3	112	108	109	109,7	119	118	119	118,7
«Архітект» (0,5 л/га)	Сівба – сходи	10	14	12	12	11	13	12	12	11	13	12	12
	Сходи – утворення кошика	38	38	40	38,7	38	37	39	38	41	42	42	41,7
	Утворення кошика – цвітіння	29	28	29	28,7	32	32	32	32	36	36	36	36
	Цвітіння – дозрівання	40	41	41	40,7	40	40	40	40	39	40	42	40,3
	Сходи – дозрівання	107	107	110	108	110	109	111	110	116	118	120	118
НІР _{0,5} для фази розвитку, дні		1,4	1,5	1,4	-	1,5	1,6	1,5	-	1,3	1,4	1,3	-
НІР _{0,5} для препаратів, дні		1,6	1,8	1,8	-	1,7	1,9	1,9	-	1,5	1,7	1,7	-
НІР _{0,5} для взаємодії, дні		3,1	3,4	3,2	-	3,2	3,5	3,3	-	3,0	3,3	3,1	-

По роках досліджень не встановлено суттєвих відмінностей під впливом погодних умов, лише слід відмітити відносно посушливі періоди 2020 та 2019 років коли сповільнювалися фізіологічні процеси та ріст і розвиток рослин.

Загальні тенденції показують, що препарат «Вимпел К-2» має менш виражений вплив на ріст і розвиток рослин в той час як «Церон» та «Архітект» мали більш виражену тенденцію до затримки розвитку рослин соняшнику (рис. 7).

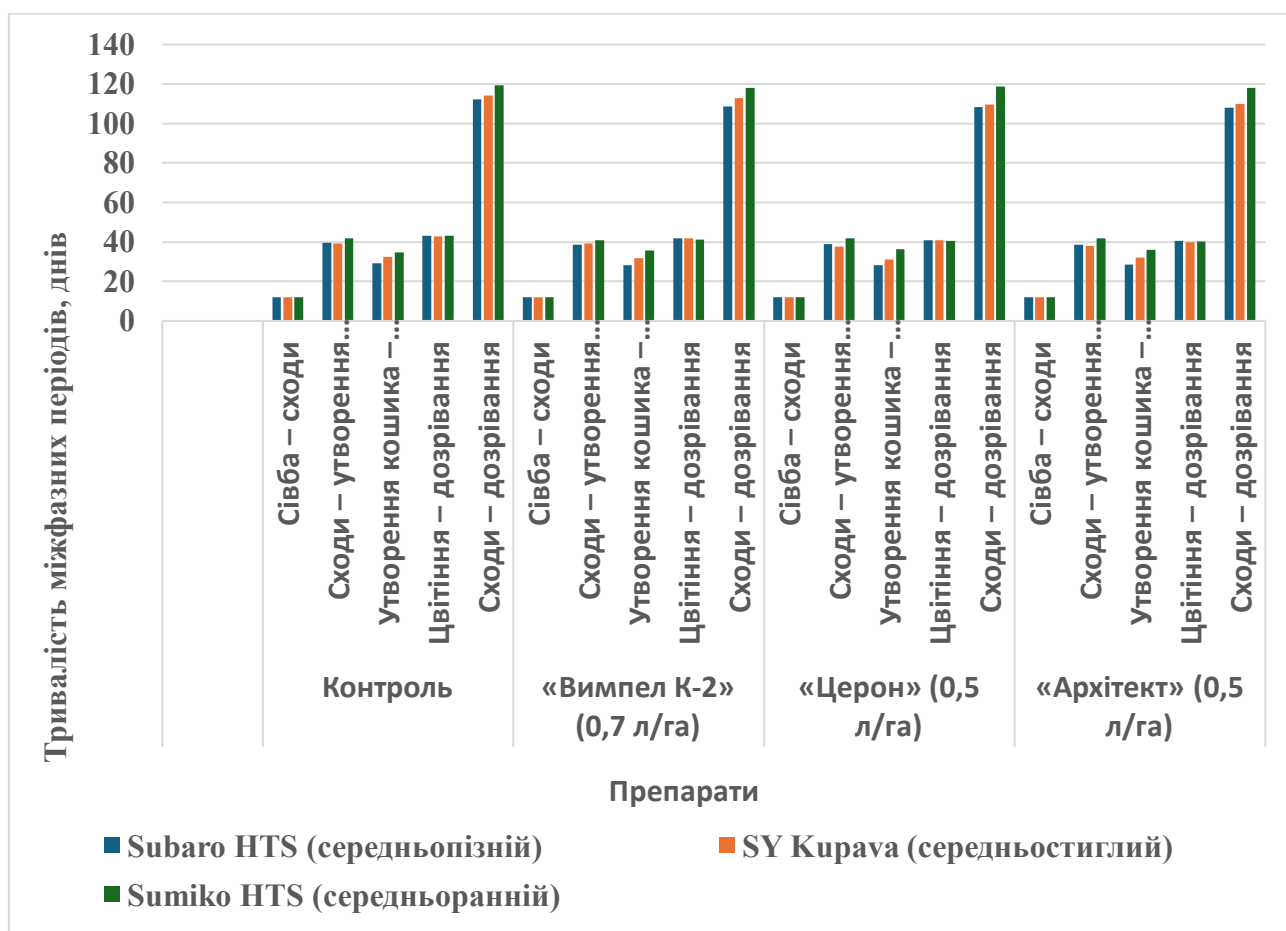


Рис. 7 Середня тривалість міжфазних періодів рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин

Різна реакція гібридів на зазначені препарати пов'язана з генетичними особливостями. Зокрема, виявлено, що гібриди Subaru HTS та SY Kurava виявляють більшу чутливість до препаратів, порівняно з гібридом Sumiko HTS.

Таким чином, використання регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) суттєво скорочувало вегетаційний період середньостиглого гібриду соняшнику SY Курава на 4,6 дні. Це ж стосується і «Архітект» (0,5 л/га) де також відбувалося скорочення вегетації на 4,3 дні. Зазначені регулятори росту пришвидшували фізіологічні процеси та фази росту і розвитку рослин соняшнику через пришвидшення синтезу етилену в меристематичних клітинах. Препарат «Вимпел К-2» мав менш виражений вплив на ріст і розвиток рослин у межах помилки досліду.

3.6 Водоспоживання рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин

У сільському господарстві велике значення має показник коефіцієнта сумарного водоспоживання який визначає кількість води необхідної для формування однієї тони продукції, а його низьке значення вказує на високу ефективність. В посушливих умовах Степу України протягом вегетаційного періоду соняшника часто спостерігається дефіцит вологи, а оптимізація водоспоживання є важливим чинником формування його врожайності [185–188].

Соняшник є вимогливою культурою до кліматичних умов, потребує значної кількості вологи та сонячної енергії. Важливо забезпечити водозабезпечення на кожному етапі вегетації, зосереджуючись на фазі утворення кошиків коли соняшник споживає максимальну кількість вологи. Збереження і накопичення вологи в ґрунті стає ключовим аспектом для отримання високих врожаїв. Динаміка врожайності соняшника часто пов'язана з кількістю опадів та запасами її у ґрунті, враховуючи коливання, пов'язані з погодними умовами окремих років [185, 186, 188].

Вологозабезпеченість визначає життєдіяльність рослин, мікроорганізмів та біогенність ґрунту. Вода є ключовим фактором у всіх життєвих процесах рослин, включаючи проростання, ріст, фотосинтез та утворення врожаю. Недостатність вологи може призводити до недобору врожаю та загибелі рослин. Соняшник,

хоча має адаптації до посушливих умов, все ж вимагає ретельного водозабезпечення для досягнення високої продуктивності.

Урожайність вирощуваних культур суттєво залежить від загального обсягу споживаної води, запасу вологи в ґрунтовому шарі 0–100 см під час посіву, а також кількості опадів протягом вегетаційного періоду. Пряма кореляція між цими факторами і рівнем врожаю вказує на те, що у вологі роки сільськогосподарські культури видають значно вищі результати, ніж в посушливі періоди [185, 186, 188].

Важливим показником, який дозволяє вивчити ефективність агротехнічних заходів при використанні вологи рослинами соняшнику є коефіцієнт водоспоживання. Він вказує на кількість витраченої води для формування одиниці врожаю, зокрема, на 1 тону насіння соняшнику разом із відповідною кількістю надземної біомаси. Його показники суттєво визначаються біологічними особливостями сорту чи гібриду, рівнем мінерального живлення і агротехніки, а також погодними умовами вегетаційного періоду тощо [185, 186].

Як показали дослідження визначення запасів продуктивної вологи навесні у метровому шарі ґрунту показав, що вони були на досить високому рівні в середньому за три роки – 141,3 мм вологи. У посушливому 2020 році весняні запаси вологи були мінімальними 134,0 мм. Високі запаси вологи навесні можна пояснити добрим попередником соняшника (ячмінь ярий) який відносно мало виносе вологи з ґрунту, а також науково обґрунтованою сівозміною на дослідному полі (табл. 8).

Протягом вегетаційного періоду рослини соняшнику використовували наявні запаси продуктивної вологи з ґрунту, а також опади протягом вегетаційного періоду. Використання вологи залежало від рівня розвитку рослин соняшнику, тобто краще розвинені рослини соняшнику де вносили регулятори росту використовували більше вологи, внаслідок чого запаси її у ґрунті були дещо нижчими, що і підтверджується нашими, а саме уміст вологи з варіантами регуляторів росту становив – 25,4–26,3 мм в 100 м шарі. В той час як на контролі,

Таблиця 8

Запас продуктивної вологи в посівах соняшнику залежно від використання регуляторів росту, мм (шар ґрунту 0–100 см)

Гібрид	Варіант	Запаси продуктивної вологи, мм							
		роки							
		2019		2020		2021		середнє	
		сівба	повна стиглість	сівба	повна стиглість	сівба	повна стиглість	сівба	повна стиглість
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	148	41,3	134	32,1	141,8	37,7	141,3	37,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	148	30,3	134	21,7	141,8	27,1	141,3	26,3
	«Церон» (0,5 л/га)	148	29,7	134	21,0	141,8	26,8	141,3	25,8
	«Архітект» (0,5 л/га)	148	29,5	134	20,8	141,8	26,8	141,3	25,7
SY Kupava (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	148	41,3	134	42,1	141,8	47,7	141,3	43,7
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	148	30,1	134	21,7	141,8	27,2	141,3	26,3
	«Церон» (0,5 л/га)	148	29,4	134	20,8	141,8	26,5	141,3	25,5
	«Архітект» (0,5 л/га)	148	29,3	134	20,9	141,8	26,3	141,3	25,5
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	148	41,3	134	32,1	141,8	37,7	141,3	37,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	148	29,8	134	21,7	141,8	27,0	141,3	26,1
	«Церон» (0,5 л/га)	148	29,5	134	20,7	141,8	26,8	141,3	25,6
	«Архітект» (0,5 л/га)	148	29,3	134	20,5	141,8	26,5	141,3	25,4
НІР _{0,5} для гібридів, мм		-	1,5	-	1,7	-	1,6	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, мм		-	1,4	-	1,8	-	1,5	-	-
НІР _{0,5} для взаємодії, мм		-	3,1	-	3,4	-	3,1	-	-

без внесення регуляторів росту запаси вологи були на рівні 37–43,7 мм, або на 11,6–17,4 мм (116–174 м³) більшими, через гірше розвинені рослини соняшнику.

Максимально розвинені рослини соняшнику на варіантах внесення «Церон» (0,5 л/га) та «Архітект» (0,5 л/га) залишали після себе мінімальні запаси вологи у ґрунті 25,4–25,8 мм (254,0–258,0 м³). Дещо вищі запаси вологи залишали рослини соняшнику за внесення «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 26,1–26,3 мм (261,0–263,0 м³).

Щодо років досліджень, то мінімальними запаси залишкової вологи восени були у відносно посушливому 2020 році – 20,5–21,7 мм (205,0–217,0 м³).

Результати проведених досліджень свідчать, що при оптимізації живлення, шляхом внесення регуляторів росту рослин волога ґрунту та опади вегетаційного періоду більш ефективно використовувалися, особливо в менш вологі роки. Посіви соняшнику в середньому за роки досліджень менш ефективно використовували вологу без застосування регуляторів росту, у порівнянні з контролем (табл. 8).

З метою об'єктивної оцінки ефективності використання вологи рослинами для утворення врожаю соняшнику нами було проведено розрахунок коефіцієнту водоспоживання (табл. 9).

Згідно розрахунків максимальне сумарне водоспоживання соняшнику (використання із ґрунту + опади вегетаційного періоду) було відмічено саме на варіантах застосування регуляторів росту рослин, особливо при використанні «Архітект» (0,5 л/га) та «Церон» (0,5 л/га) відповідно 3187–3189 м³/га та 3185–3188 м³/га. Дещо нижчі показники були відмічені на ділянках «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 3073–3180 м³/га. Мінімальними зазначені показники закономірно були на контролі – 3007–3173 м³/га через нижчий габітус рослин та врожайність олійної культури.

Але незважаючи на збільшення витрат води на одиницю площі, більш ефективніше волога використовувалася на варіантах внесення регуляторів росту. Це явище добре демонструє коефіцієнт водоспоживання. Тобто рослини оброблені регуляторами росту використовували менше вологи на одиницю

врожаю, а ніж не оброблені на контролі. Так, мінімальним коефіцієнт водоспоживання був за обробітку рослин «Архітект» (0,5 л/га) та «Церон» (0,5 л/га), відповідно 1705,2–2138,7 та 1760,8–2181,7 м³/т. Дещо вищим за використання «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 1893,1–22,87,8 м³/т. А найбільшу кількість води на одиницю продукції рослини соняшнику витрачали на контролі без використання препаратів – 2178,9–2439,6 м³/т. Тобто регулятори росту рослин соняшнику сприяють раціональнішому використанню води рослинами на одиницю продукції, хоча сумарна кількість витраченої води дещо вища через кращу розвиненість рослин та вищі показники врожайності.

Таблиця 9

Коефіцієнт водоспоживання гібридів соняшника при застосуванні регуляторів росту рослин (середні за 2019–2021 роки)

Гібрид соняшнику	Варіант	Використано води, м ³		Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
		із ґрунту	опадів			
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	1043	2031	3074	1,26	2439,6
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1149	2031	3180	1,39	2287,8
	«Церон» (0,5 л/га)	1154	2031	3185	1,46	2181,7
	«Архітект» (0,5 л/га)	1156	2031	3187	1,49	2138,7
SY Курова (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	976	2031	3007	1,38	2178,9
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1149	2031	3180	1,68	1893,1
	«Церон» (0,5 л/га)	1157	2031	3188	1,72	1853,5
	«Архітект» (0,5 л/га)	1158	2031	3189	1,87	1705,2
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	1043	2031	3173	1,28	2478,9
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1151	2031	3073	1,68	1894,0
	«Церон» (0,5 л/га)	1156	2031	3187	1,81	1760,8
	«Архітект» (0,5 л/га)	1158	2031	3189	1,84	1733,3

Щодо гібридів то відмічені суттєві відмінності у показниках коефіцієнту водоспоживання, адже гібрид Subaru HTS (середньопізній) мав максимальний показник 2138,7–2439,6 м³/т, що було вище за SY Kurava (середньостиглий) в 1,20–1,21 рази, а Sumiko HTS (середньоранній) в 1,20–1,23 рази. Це явище можна пояснити групою стиглості гібридів коли середньопізній гібрид Subaru HTS мав дещо довший період вегетації, а відповідно розвиненіший габітус рослини, що потребував більше вологи на транспірацію.

Наші дослідження свідчать про те, що рослини соняшнику за використання регуляторів росту економніше споживають воду та ефективніше перерозподіляють енергоресурси рослини на підвищення врожайності.

Таким чином, використання регуляторів росту рослин, таких як «Вимпел К-2», а особливо «Архітект» та «Церон», призводить до зменшення витрат води рослинами соняшнику гібридів Subaru HTS (середньопізній), SY Kurava (середньостиглий), Sumiko HTS (середньоранній). Це сприяло перерозподілу енергії на підвищення врожайності. Зменшення витрат води на одиницю врожаю на ділянках внесення регуляторів росту вказує на ефективніший перерозподіл балансу вологи при формуванні врожаю.

3.7 Продуктивність фотосинтезу

Процес фотосинтезу відбувається під дією ряду зовнішніх факторів – світла, вуглекислого газу, температури, та вологи. Фотосинтетична здатність рослин відрізняється у різних видів та навіть сортів і гібридів однієї культури. Така різноманітність зазвичай пов'язана з особливостями анатомічної структури листка. Ось чому процес фотосинтезу необхідно розглядати як результат взаємодії всього комплексу внутрішніх і зовнішніх чинників у життєдіяльності рослин. Фотосинтез, а саме його продуктивність, тісно пов'язана із формуванням урожаю соняшнику [177].

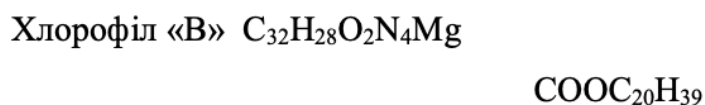
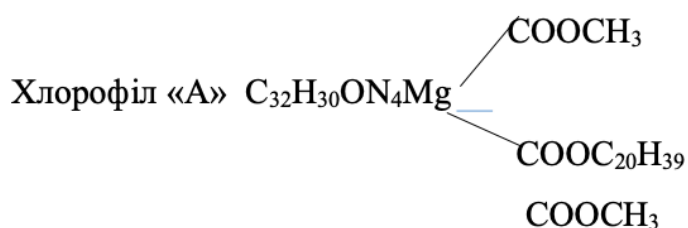
Експерименти показують важливу роль регуляторів росту в формуванні фотосинтетичної активності рослин в тому числі і соняшника. Наприклад,

застосування гіберелінів може сприяти збільшенню фотосинтетичної продуктивності, що проявляється у збільшенні розмірів, площі та маси листків. Цитокініни можуть впливати на хлорофіловий забарвлення листків, сприяючи його накопиченню та забезпечуючи більшу площу поглинання світла [176–180].

Дослідження Скиданана В. [176], Станева В. [177], Сендецького В. М. [178–180] показують, що використання оптимальних доз регуляторів росту рослин може збільшити продуктивність фотосинтезу, підвищити вміст хлорофілу у листках та забезпечити покращену фізіологічну активність соняшнику. У результаті цього може бути покращена виробнича ефективність рослин, забезпечена вища врожайність та велика якість насіння соняшнику.

Зазначені експерименти відіграють важливу роль у покращенні вирощування соняшнику та розвитку в цілому сільськогосподарського виробництва. Вони сприяють зростанню світлової ефективності рослин, забезпечують краще використання енергії сонячного світла та забезпечення високої продуктивності культури соняшнику.

Хлорофіл за своїм хімічним складом представляє складний ефір дікарбонної кислоти хлорофіліна та двох спиртів, а саме метилового і фенолу. Ця речовина складається з численних фракцій, які виявляють відмінності одна від одної. Основними фракціями є хлорофіл "А" та хлорофіл "В". Якщо подати структурні формули обох фракцій, вони матимуть наступний вигляд:



Відмінність полягає в тому, що у хлорофілі "В" на два атоми водню менше і на один атом кисню більше.

Зазвичай листя польових культур містять в середньому 2500-3000 мкг на 1 грам сирої маси [189], при цьому відношення фракції "А" до фракції "В" становить приблизно 2,5.

Хлорофіл "А" та В є двома основними типами хлорофілу, які відповідають за фотосинтез у рослинах. Хлорофіл "А" більш поширений і зазвичай виконує основну функцію у фотосинтезі, а хлорофіл "В" може бути менш представленим, або виконувати додаткові функції. Співвідношення хлорофілів "А" до "В" може варіюватися залежно від різних чинників, таких як вид рослин, умови середовища, стадія розвитку рослини тощо. Це може вказувати на фізіологічний стан рослини або характеристики фотосинтетичного процесу в досліджуваній системі.

Увага наших досліджень спрямована на аналіз вмісту хлорофілу в листках рослин соняшнику гібридів різних груп стиглості під впливом регуляторів росту рослин, який виступає ключовим показником фотосинтетичної активності здорової рослин.

Загалом, уміст хлорофілу в листках кукурудзи різних гібридів не мав відмінностей та був практично однаковим, зокрема гібрид Subaru HTS (середньопізній) – 4,45–6,66 мг/г, SY Курава (середньостиглий) – 4,54–6,33 мг/г, Sumiko HTS (середньоранній) – 4,64–6,52 мг/г (табл. 10).

Результати наших дослідження вказують на те, що додавання стимуляторів росту рослин підвищує вміст хлорофілу в листках соняшнику. Гібриди: Subaru HTS (середньопізній), SY Курава (середньостиглий), Sumiko HTS (середньоранній) показують зростання вмісту хлорофілу, за використання всіх препаратів у досліді зокрема в порядку спадання: «Церон» – 6,15–6,66 мг/г; «Архітект» – 6,17–6,52 мг/г; «Вимпел К-2» – 5,58–5,86 мг/г. В той час як на контролі без обробітку препаратами він становить 4,45–4,64 мг/г, або на 1,13–2,02 мг/г (20,2–30,3 %) меншим.

Слід відмітити дещо меншу ефективність препарату «Вимпел К-2» який дещо поступався «Церон» та «Архітект» на 0,8 мг/г та 0,66 мг/г, або 12,0 % та 10,1 %.

Не відмічено суттєвих відмінностей зміни вмісту хлорофілу по роках досліджень, як у відносно посушливому 2020 році так і в відносно вологих 2019 та 2021 роках.

«Вимпел К-2», «Архітект» та «Церон» виявилися ефективними стимуляторами росту рослин, які сприяють підвищенню вмісту хлорофілу в листках соняшнику (рис. 8). Підвищення вмісту хлорофілу свідчить про покращення фотосинтетичної активності, що може позитивно впливати на загальну продуктивність рослин соняшнику.

Аналіз змін вмісту хлорофілу дозволяє зрозуміти, наскільки ефективними є регулятори росту рослин у підтримці фотосинтетичної активності та збільшенні врожайності і олійності соняшнику. Окрім цього, визначені нами зміни у відношенні фракцій хлорофілу "А" та хлорофілу "В" дають інформацію про фізіологічні адаптації рослин соняшнику до зовнішніх факторів, що є важливими для підвищення толерантності та стійкості олійної культури. Як бачимо із результатів досліджень вміст хлорофілу "А" закономірно перевищував хлорофіл "В" і був на рівні 3,08–4,63 мг/г в той час як "В" – 1,32–2,02 мг/г, що свідчить про оптимальні умови росту і розвитку рослин соняшнику.

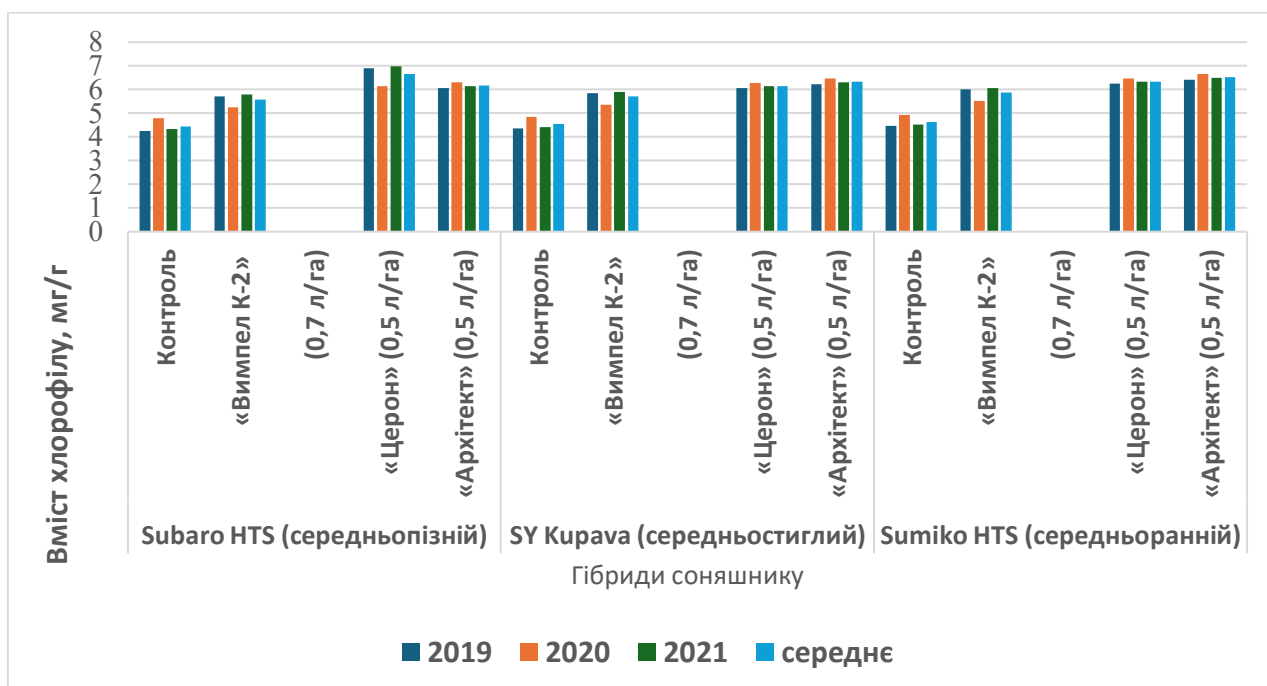


Рис. 8 Загальний вміст хлорофілу в листі рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин за 2019–2021 рр., мг/г

Таблиця 10

Вміст хлорофілу в листках рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин, мг/г сухої речовини

Гібриди	Регулятори росту	Вміст хлорофілу, мг/г сухої речовини																
		роки																
		2019				2020				2021				середнє				
		Всього хлорофілу	в т.ч фракція		Відношення А / В	Всього хлорофілу	в т.ч фракція		Відношення А / В	Всього хлорофілу	в т.ч фракція		Відношення А / В	Всього хлорофілу	в т.ч фракція		Відношення А / В	
А	В		А	В			А	В			А	В						
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	4,26	2,34	1,77	1,32	4,78	3,62	1,16	3,13	4,32	3,29	1,03	3,20	4,45	3,08	1,32	2,55	
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	5,71	3,81	1,75	2,18	5,25	3,67	1,58	2,33	5,78	3,34	2,44	1,37	5,58	3,60	1,92	1,96	
	«Церон» (0,5 л/га)	6,89	5,16	1,58	3,27	6,14	4,57	1,57	2,92	6,97	4,16	2,81	1,48	6,66	4,63	1,98	2,55	
	«Архітект» (0,5 л/га)	6,06	4,19	1,72	2,44	6,31	4,6	1,71	2,70	6,14	4,19	1,95	2,15	6,17	4,32	1,79	2,43	
SY Курава (середньостиглий)	Контроль	4,36	2,40	1,81	1,33	4,85	3,66	1,19	3,08	4,42	3,33	1,09	3,05	4,54	3,13	1,36	2,48	
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	5,84	3,9	1,79	2,18	5,37	3,75	1,62	2,32	5,91	3,41	2,50	1,36	5,70	3,68	1,97	1,95	
	«Церон» (0,5 л/га)	6,05	4,28	1,62	2,65	6,29	4,68	1,61	2,91	6,13	4,26	1,87	2,28	6,15	4,40	1,70	2,61	
	«Архітект» (0,5 л/га)	6,22	4,31	1,76	2,45	6,47	4,72	1,75	2,70	6,3	4,30	2,00	2,15	6,33	4,44	1,83	2,43	
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	4,47	2,45	1,87	1,31	4,93	3,70	1,23	3,02	4,53	3,37	1,17	2,89	4,64	3,17	1,42	2,40	
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	6,0	4,01	1,84	2,18	5,52	3,85	1,67	2,31	6,07	3,50	2,57	1,36	5,86	3,78	2,02	1,28	
	«Церон» (0,5 л/га)	6,24	4,42	1,67	2,65	6,46	4,80	1,66	2,90	6,32	4,37	1,95	2,24	6,34	4,53	1,76	2,59	
	«Архітект» (0,5 л/га)	6,42	4,45	1,82	2,45	6,65	4,84	1,81	2,68	6,50	4,40	2,09	2,10	6,52	4,56	1,90	2,41	
НІР _{0,5} для регуляторів росту, мг/г		0,73				0,85				0,8								
НІР _{0,5} для гібридів, мг/г		0,45	-			0,64	-			0,7	-			-	-			
НІР _{0,5} для взаємодії, мг/г		1,25				1,40				1,42					-			

Хлорофіл "В", хоч і менш представлений у порівнянні з хлорофілом А, але відіграє важливу роль у фотосинтезі та інших процесах, пов'язаних з зеленими рослинами. Однією з додаткових функцій хлорофілу В є захист від надмірного світла та окислення. Він може допомагати регулювати світловий потік, особливо при високих рівнях світла, а також захищати рослину від ушкоджень, пов'язаних з фотоокисленням та ультрафіолетовим випромінюванням.

Хлорофіл "В" також може мати певний вплив на адаптацію рослин до різних умов середовища, таких як тінь або недостатність світла. Він допомагає оптимізувати фотосинтетичні процеси під різними умовами освітлення та впливом екологічних факторів.

Тобто, незважаючи на те, що хлорофіл В не є основним фотосинтетичним пігментом, він виконує важливі додаткові функції, сприяючи ефективності фотосинтезу та захищаючи рослину від небажаних впливів зовнішнього середовища.

Виявлено, що оптимальне відношення хлорофілів "А" і "В" є ключовим для ефективного функціонування фотосинтетичного апарату рослин. Зміни в цьому відношенні, викликані впливом різних негативних екологічних факторів, можуть вказувати на стан хлоропластів. Зокрема, при низькому значенні цього показника спостерігається зниження вмісту хлорофілу на гранах. Збільшення відношення хлорофілів "А" і "В" призводить до зменшення агрегації тилакоїдів в мембранах хлоропласту. Вважається, що зниження цього відношення може вказувати на стійкість рослин до негативних впливів [164, 165, 179].

Ефективність використаних нами препаратів підтверджується співвідношенням умісту хлорофілів "А" до хлорофілів "В". Так, на контрольному варіанті це співвідношення у гібридів соняшнику було високим та становило 2,40–2,55, практично ж таким, або дещо вищим воно було при використанні «Архітект» та «Церон» 2,41–2,43 та 2,55–2,61 відповідно, що свідчить про високу активність хлорофілу "А" та високу його продуктивність. В той час, коли на варіантах внесення регулятора росту «Вимпел К-2» співвідношення "А"/"В" зменшувалося до 1,28–1,96, що вказує на вищу стійкість рослин до негативних

чинників навколишнього середовища при використанні зазначеного препарату, завдяки збільшенню вмісту хлорофілів "В" у листках соняшнику до 1,92–2,02 мг/г.

Препарати «Церон» та «Архітект» демонструють подібні позитивні ефекти, сприяючи підвищенню вмісту хлорофілу "А". Високі значення відношення "А"/"В" можуть свідчити про збільшену активність хлорофілу "А" в порівнянні з хлорофілом "В", що може вказувати на покращення процесу фотосинтезу в період відбору проб під час цвітіння. В той час, коли, препарат «Вимпел К-2» теоретично міг би мати кращі показники ефективності процесу фотосинтезу в екстремально несприятливих умовах навколишнього середовища (посуха, посушливі умови тощо), що потребує подальших досліджень в даному напрямку, адже в період наших досліджень, лише 2020 рік був умовно посушливим по відношенню 2019 та 2021 років.

Площа листової поверхні виразно корелювала з вмістом хлорофілів у листках соняшника, при цьому регулятори росту проявляли позитивний вплив на концентрацію хлорофілів. Іншими словами, спостерігалось збільшення цього показника на 20,3 %, порівняно з контролем. Листя соняшника відзначалося візуально більш темним та насиченим зеленим кольором у порівнянні з контролем, що свідчить про інтенсифікацію процесів хлорофільного синтезу.

Використання регуляторів росту суттєво підвищувало рівень хлорофілу в листках соняшнику, що в свою чергу призводило до зростання врожайності олійної культури в 1,05–1,17 рази. Однак у кінці липня і серпня домінувала суха погода, особливу у 2020 році, коли середній рівень врожайності насіння зазнав значного зниження через несприятливі погодні умови в період вегетації, спричинені посушливими умовами (рис. 8).

Таким чином, використання всіх регуляторів росту на рослинах соняшнику гібридів Subaro HTS (середньопізній), SY Kurava (середньостиглий), Sumiko HTS (середньоранній) показують зростання вмісту хлорофілу, за використання всіх препаратів у досліді зокрема в порядку спадання: «Церон» – 6,15–6,66 мг/г; «Архітект» – 6,17–6,52 мг/г; «Вимпел К-2» – 5,58–5,86 мг/г. В той час як на

контролі без обробітку препаратами він становить 4,45–4,64 мг/г, або був на 1,13–2,02 мг/г (20,2–30,3 %) меншим.

Співвідношення умісту хлорофілів "А"/"В" було високим і при використанні «Архітект» та «Церон» було на рівні 2,41–2,43 та 2,55 – 2,61 відповідно, що свідчить про високу активність хлорофілу "А" та високу його продуктивність. В той час, коли на варіантах внесення регулятора росту «Вимпел К-2» співвідношення "А"/"В" зменшувалося до 1,28–1,96, що вказує на вищу стійкість рослин до негативних чинників навколишнього середовища при використанні зазначеного препарату, завдяки збільшенню умісту хлорофілів "В" у листках соняшнику до 1,92–2,02 мг/г. Тобто препарат «Вимпел К-2» теоретично міг би мати кращі показники ефективності процесу фотосинтезу в екстремально несприятливих умовах навколишнього середовища (посуха, посушливі умови тощо), що потребує подальших досліджень в даному напрямку, адже в період наших досліджень, лише 2020 рік був умовно посушливим по відношенню 2019 та 2021 років.

Основні наукові результати розділу 3 автором опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [148–161].

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Елементи структури урожаю, а саме діаметр кошика, кількість насінин у кошику, продуктивність кошика, маса 1000 насінин – це важливі показники, які визначають біологічну врожайність рослин соняшнику. Ці показники відображають ефективність вирощування соняшника та його потенціал для виробництва високоякісного насіння [190, 169–181]. Продуктивність кошика соняшника та урожайність олійної культури в цілому вказують на ефективність застосованих елементів агротехнологій.

За твердженнями Маркова Н. В. [191] погодні та агротехнічні умови формування репродуктивних органів соняшника, таких як розмір кошика, маса 1000 насінин, рівень лушпинності у різних гібридів і сортів соняшнику визначають якість та величину його урожаю.

Висока продуктивність кошика та висока маса 1000 насінин можуть свідчити не лише про правильні технологічні аспекти вирощування такі як, вибір правильних гібридів, засобів захисту рослин, удобрення, регуляторів розвитку та мікродобрив, а й про раціональне використання ресурсів. Вдосконалення цих параметрів допомагає не тільки збільшити врожайність, але й підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку сільськогосподарської продукції [190, 169–181].

4.1. Елементи структури урожаю соняшнику

4.1.1 Діаметр кошика

Діаметр кошика у соняшнику є важливою характеристикою, оскільки він впливає на кількість та якість насіння, а також на загальну врожайність. Чим

більший діаметр кошика, тим більше місця для розвитку насіння та більше потенційний урожай. Великий діаметр кошика може також забезпечувати кращу привабливість для переносників пилку (бджіл), полегшуючи процес запилення та формування насіння. Також великі кошики можуть бути корисними для гібридизації, адже їхні генетичні характеристики можуть бути використані для поліпшення гібридів соняшнику з більшим діаметром кошика та вищою врожайністю.

Наукові дослідження проведені вченими різних установ Лемішко С. М., Черних С. А. [190], Маркова Н. В. [191], Гораш О. С., Сендецький В. М. [192] свідчать про значний вплив регуляторів росту на елементи структури урожаю соняшнику в тому числі і діаметр кошика.

Дослідження вчених Лемішко С. М. [190], Маркова Н. В. [191] показують, що регулятори росту, такі як гібереліни, цитокініни і етилен, можуть мати вплив на формування кошиків соняшнику та його продуктивність. Застосування регуляторів росту може призвести до збільшення кількості та розмірів насіння в кошику, що впливає на врожайність та якість продукції.

Використання регуляторів росту покращує процеси цвітіння, запилення та розширення кошиків соняшнику. Гібереліни сприяють збільшенню розмірів кошиків і насіння, цитокініни впливають на кількість і розміри квіткових органів, а етилен регулює розвиток плодів та їх дозрівання. Використання регуляторів росту може поліпшити розвиток кошиків соняшнику і сприяти отриманню вищої врожайності. Це може бути особливо корисним в умовах дефіциту вологи або за погіршення збалансованого живлення рослин [190–192].

Одними з головних елементів структури урожаю рослини соняшнику є діаметр кошика та маса насіння із нього, маса 1000 насінин. На ці показники можна впливати лише в певні періоди росту та розвитку рослин, застосуванням прийомів підживлення та регуляції росту, а до початку вегетації правильно підбраної густоти стояння рослин та регулюванням удобрення культури в цілому.

Надзвичайно важливим етапом для рослин соняшнику є початок диференціації генеративної бруньки, що визначає формування квіткового суцвіття. Цей ключовий процес зазвичай починається на етапах розвитку рослин від V10 до V14, що відповідає росту від 10-го до 14-го листочка.

Важливо враховувати, що у різних груп гібридів (середньоранні, середньопізні) цей процес відбувається на різних стадіях розвитку рослини. У середньоранніх гібридів формування суцвіття спостерігається приблизно після 5–6 пар листків, тоді як у середньопізніх гібридах це відбувається на більш пізньому етапі, приблизно за 7–8 пар листків.

Цей період є критичним, оскільки інтенсивність поглинання поживних речовин у цей час є найвищим. Важливо надавати належну увагу та догляд за рослинами на цьому етапі, забезпечуючи їм необхідні ресурси для ефективного формування квіткового суцвіття, що вплине на подальший процес формування плодів та врожаю.

Проведені нами дослідження із використанням регуляторів росту рослин в посівах соняшнику при застосуванні препаратів у фазі 6-8 листків (оптимальна фаза для впливу на формування кошику у соняшнику) показують певні зміни в діаметрі кошика (табл. 11)

Результат досліджу вказує на суттєвий вплив регуляторів росту на формування діаметру кошиків соняшнику у різних гібридів протягом років дослідження. Максимальне збільшення діаметра кошика, по відношенню до контролю, зафіксовано від застосування регулятора «Церон» (0,5 л/га) у середньораннього гібриду Sumiko HTS – 3,1 см (14,3 %), середньостиглого SY Курава – 3,7 см (19,6 %), середньопізнього Subaru HTS – 3,4 см (11,8 %). Деякі відмінності між гібридами соняшнику можна пояснити біологічними їх біологічними особливостями. В цілому приріст діаметра кошика соняшнику від «Церон» становив 11,8–19,6 % (табл. 11, рис. 9).

Таблиця 11

Діаметр кошика рослин соняшнику залежно від регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр., см

Гібриди соняшнику	Регулятори росту рослин	Діаметр кошика, см				
		роки				
		2019	2020	2021	середнє	різниця до контролю
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	21,3	19,4	20,1	20,3	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	20,2	20,7	21,8	20,9	0,6
	«Церон» (0,5 л/га)	23,3	23,6	24,2	23,7	3,4
	«Архітект» (0,5 л/га)	23,6	21,2	22,9	22,6	2,3
SY Курава (середньостиглий)	Контроль	20,6	16,3	17,8	18,2	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	21,3	20,5	21,7	21,2	2,9
	«Церон» (0,5 л/га)	25,5	19,9	20,3	21,9	3,7
	«Архітект» (0,5 л/га)	23,6	20,2	21,6	21,8	3,6
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	23,9	22,4	23,1	23,1	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	25,3	24,5	25,4	25,1	1,9
	«Церон» (0,5 л/га)	26,2	25,5	26,9	26,2	3,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	25,7	25,8	26,9	26,1	3,0
НІР _{0,5} для гібридів, см		1,11	1,10	1,15		
НІР _{0,5} для препаратів, см		1,17	1,22	1,27		
НІР _{0,5} для взаємодії, см		2,10	2,00	2,35		

Децю поступався Церону регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) у середньораннього гібриду Sumiko HTS – 3,0 см (11,4 %), середньостиглого SY Курава – 3,6 см (16,5 %), середньопізнього Subaro HTS – 2,3 см (10,2 %). Зниження діаметра кошика за внесення «Архітект» порівняно з «Церон» становило 1,6–3,1 в. п. (відсоткових пункти).

Мінімальний приріст діаметра кошика був зафіксований при використанні «Вимпел К-2» (0,7 л/га) у середньораннього гібриду Sumiko HTS – 1,9 см (7,5 %), середньостиглого SY Курава – 2,9 см (13,6 %), середньопізнього Subaru HTS – 0,6 см (2,87 %). Тобто «Вимпел К-2» поступався двом попереднім препаратам на 3,1–8,9 в. п. (відсоткових пункти).

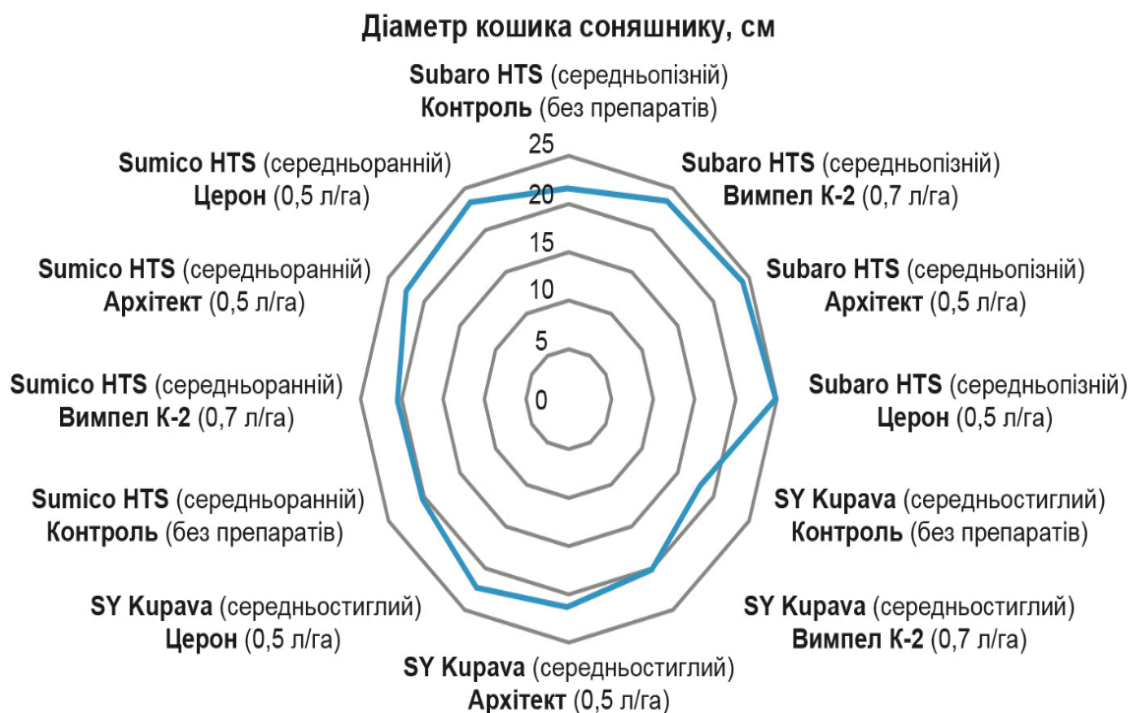


Рис. 9 Зміна діаметра кошика залежно від застосування регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр.

Контрольний варіант без внесення регуляторів росту закономірно мав мінімальні показники діаметра кошику 18,2–23,1 см, що було менше за варіанти із внесенням регуляторів росту на 0,6–3,7 см, або 2,9–19,6 %.

Щодо гібридів соняшнику то слід відзначити найбільш чутливий до регуляторів росту середньостиглий SY Курава, що мав максимальний приріст діаметра кошику 3,7 см (19,6 %) при внесенні «Церон» (0,5 л/га) та 3,6 см (16,5 %) при використанні «Архітект» (0,5 л/га).

Отже, можна зазначити, що регулятори росту, особливо препарати «Церон» та «Архітект», демонструють високу ефективність у підвищенні діаметру кошиків соняшнику в різних гібридів. Детальне вивчення впливу кожного

препарату на конкретний гібрид може надати цінні відомості для оптимізації вирощування соняшнику з метою отримання максимального врожаю в майбутньому. Розширення діаметра кошика сприяє збільшенню кількості насіння в ньому. При належному та відповідному живленні рослин такий ефект сприяє підвищенню врожайності олійної культур.

4.1.2 Кількість квіток та насіння у кошику

Соняшник має суцвіття кошик, яке складається із великої кількості квіток, розташованих на верхній частині кошика. Кожна квітка складається з двох типів квіток: трубчастих (які формують насіння) та несправжні язичкові квітки (які виконують функцію приваблювання запилюючих комах). Центральні квітки утворюють масивний кошик, який в середньому може містити від сотень до тисячі квіток.

Важливо враховувати, що не всі квітки формують насіння, оскільки у процесі розвитку деякі з них можуть випадати, і тільки частина проходить процес запилення та утворення насіння. Також, якщо рослина зазнає стресу або за несприятливих поганих умов, це може вплинути на кількість квіток і врожайність в цілому.

Проведені нами дослідження показують, що регулятори росту мали виражений вплив на кількість квіток у кошиках рослин соняшнику. З таблиці 12 видно, що максимальна кількість квіток відмічена при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 1049–1136 шт., що було на 61–100 шт. (5,8–8,8%) більше за контрольний варіант без препаратів (988–1108 шт). Практично не поступався йому за кількістю сформованих квіток препарат «Архітект» (0,5 л/га) – 1019–1128 шт., який перевищував контроль на 31,0–92,0 шт. (3,0–8,1 %).

Тобто відмічена пряма кореляція між збільшенням діаметра кошика та кількістю квіток у ньому. При збільшенні діаметра суцвіття кошика зростає його площа, що дозволяє рослині формувати на додатковій площі суцвіття кошика

більше трубчастих квіток з яких в майбутньому формуються сім'янки соняшника.

Таблиця 12

Кількість квіток у кошиках соняшнику сформованих за використання регуляторів росту в середньому за 2019–2021 роки

Гібрид	Препарати	Кількість квіток, шт.				
		роки				
		2019	2020	2021	середнє	різниця до контролю
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	1123	1079	1121	1108	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1171	1134	1168	1157	49,0
	«Церон» (0,5 л/га)	1184	1147	1179	1170	62,0
	«Архітект» (0,5 л/га)	1185	1147	1178	1170	62,0
SY Курава (середньостиглий)	Контроль	1042	1025	1040	1036	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1138	1100	1130	1123	87,0
	«Церон» (0,5 л/га)	1146	1121	1141	1136	100,0
	«Архітект» (0,5 л/га)	1141	1105	1138	1128	92,0
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	991	980	993	988	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1014	1011	1016	1013	25,0
	«Церон» (0,5 л/га)	1049	1041	1057	1049	61,0
	«Архітект» (0,5 л/га)	1020	1007	1029	1019	31,0
НІР _{0,5} для гібридів, шт.		18,8	19,9	21,6		
НІР _{0,5} для препаратів, шт.		13,8	15,5	18,6		
НІР _{0,5} взаємодії, шт.		23,9	26,6	28,8		

Мінімальні показники формування додаткових квіток у кошику забезпечував препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 1013–1123 шт., що було лише на 25,0–87,0 шт. (2,4–7,7 %) квіток більше порівняно з контролем.

Відмічена також різниця, як у загальній кількості квіток у кошику соняшника, так і приростом їх кількості від використання регуляторів росту між гібридами із різних груп стиглості. Так, зокрема середньоранній гібрид Sumiko HTS мав в міру своїх біологічних особливостей найменший габітус, діаметр кошика, а відповідно і приріст квіток був мінімальним в середньому 25–61 шт. (2,4–5,8 %). Гібриди соняшнику SY Курава (середньостиглий) Subaro HTS

(середньопізній) мають згідно зі своїми біологічними особливостями рослини з більшими показниками габітусу рослин, що прямо пропорційно корелює із кількістю квіток. Зокрема у середньостиглого SY Курава кількість квіток залежно від використаних препаратів була максимальною і становила 1123–1136 шт., що було вище за контроль на 87–100 шт. (7,7–8,8%). Дещо поступався йому середньопізній гібрид Subaru HTS – 1157–1170 шт., що перевищувало контроль на 49–62 шт. (4,2–5,3 %).

Загалом можна констатувати, що застосування всіх регуляторів росту, що вивчалися («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») сприяє підвищенню кількості сформованих квіток у гібридах соняшнику, що позитивно впливає на процес запилення та утворення насіння.

Кліматичні та ґрунтові умови, вологозабезпеченість та інші аспекти можуть суттєво впливати на ефективність застосування препаратів. Наприклад, у регіонах з низьким рівнем опадів або у надмірно вологих зонах ефективність регуляторів росту може варіювати, але в цілому їх використання на рослинах соняшнику позитивно впливає на ріст та розвиток росли соняшнику.

Реакція різних гібридів соняшнику на регулятори росту може відрізнитися через генетичні особливості. Деякі гібриди можуть інтенсивніше реагувати на конкретні препарати, зокрема такі як середньостиглий SY Курава на формування кількості квіток у кошику.

Але незважаючи на збільшення кількості квіток цей показник не завжди впливає на зростання врожайності культури, адже багато чого залежить від якості запилення та формування зав'язей і повноцінних сім'янок.

Запилення квіток та утворення насіння у гібридів соняшнику за використання препаратів представлені у таблиці 13. Експериментальні дані показують, що використання регуляторів росту рослин на соняшнику практично не підвищує ефективність запилення та відсоток утворення сім'янок в гібридів різних груп стиглості.

Ефективність запилення ентомофільних культур в основному залежить від погодних умов, наявності та активності комах запилювачів (бджіл). Відсоток

запилення як на контролі так і за внесення всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») був практично однаковим 75,0–78,2 % з невеликою тенденцією 3,2 в. п. (відсоткових пункти) до підвищення при використанні регуляторів росту.

Таблиця 13

Запилення квіток та кількість насінин у кошику рослин соняшнику залежно від використання регуляторів росту в середньому за 2019–2021 роки

Гібрид	Варіант	Запилення квіток, % / Кількість насінин, шт.							
		роки							
		2019		2020		2021		середнє	
		%	кількість насінин, шт.	%	кількість насінин, шт.	%	кількість насінин, шт.	%	кількість насінин, шт.
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	74,8	897	75,1	864	75,3	899	75,0	886,6
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	74,9	936	75,3	909	75,5	938	75,2	927,6
	«Церон» (0,5 л/га)	75,5	951	76,1	926	76,3	953	75,9	943,3
	«Архітект» (0,5 л/га)	75,4	951	75,9	924	76,4	953	75,9	942,6
SY Курва (середньостиглий)	Контроль	75,3	836	76,6	831	75,9	838	75,9	835,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	75,5	914	76,8	893	76,6	916	76,3	907,6
	«Церон» (0,5 л/га)	76,5	928	77,9	918	77,3	930	77,2	925,3
	«Архітект» (0,5 л/га)	76,6	925	77,4	901	77,2	927	77,0	917,6
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	77,3	808	77,5	800	77,3	809	77,3	805,6
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	77,7	829	77,8	827	77,6	830	77,7	828,6
	«Церон» (0,5 л/га)	78,6	864	78,8	859	77,9	866	78,4	863,0
	«Архітект» (0,5 л/га)	78,3	838	78,8	831	77,5	840	78,2	836,3
НІР _{0,5} для гібридів, шт.		14,8			13,3		15,6		
НІР _{0,5} для препаратів, шт.		11,5		-	12,9		14,0		-
НІР _{0,5} взаємодії, шт.		20,2			18,9		23,1		

Загальною тенденцією є певне покращення запилення та кількості насіння при використанні різних препаратів порівняно з контрольним варіантом (рис. 10).

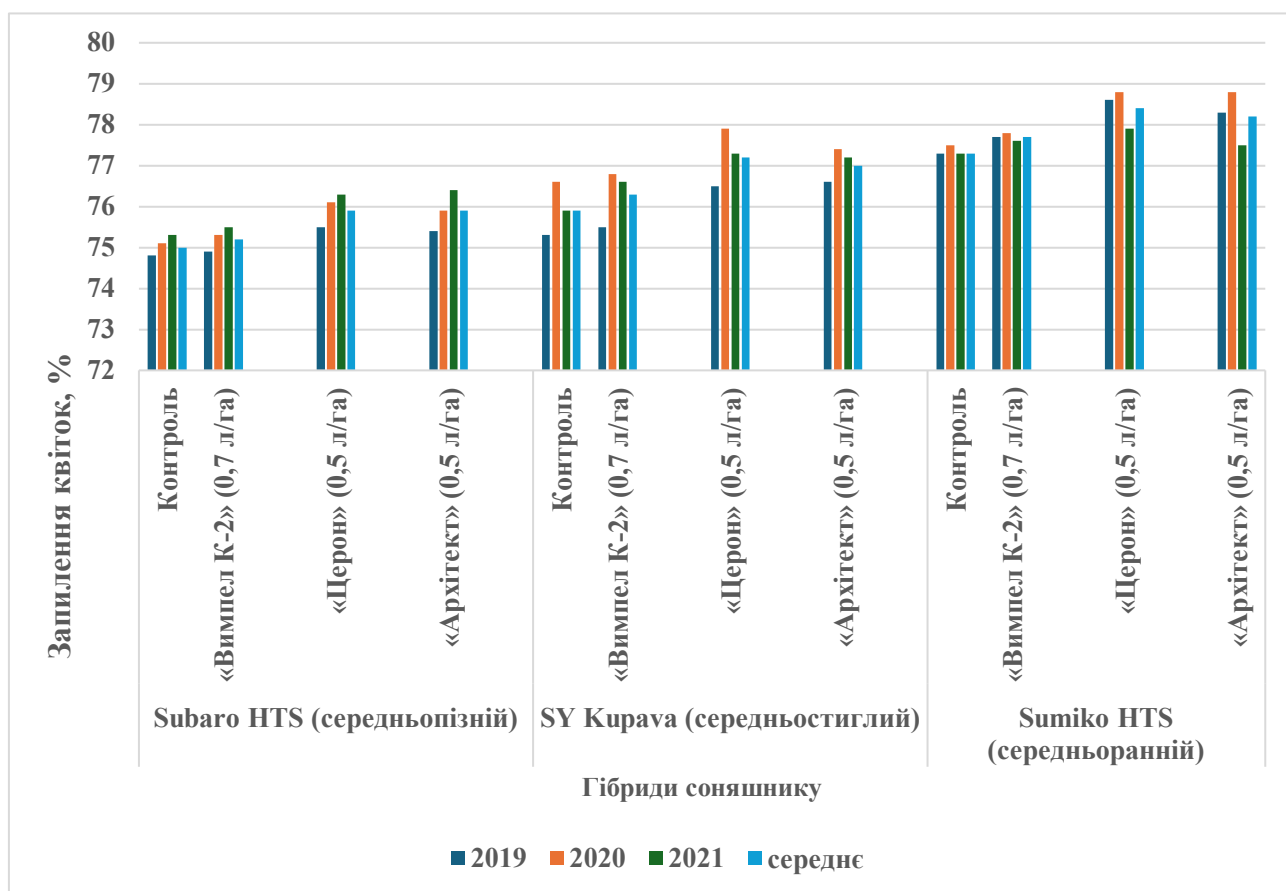


Рис. 10 Формування повноцінного насіння соняшнику у кошику залежно від використання препаратів в середньому за 2019–2021 рр., %

Таким чином, максимальна кількість квіток відмічена при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 1049–1136 шт., що було на 61–100 шт. (5,8–8,8%) більше за контрольний варіант без препаратів (988–1108 шт.). Практично не поступався йому за кількістю сформованих квіток препарат «Архітект» (0,5 л/га) – 1019–1128 шт., який перевищував контроль на 31,0–92,0 шт. (3,0–8,1%). Встановлена пряма кореляція між збільшенням діаметра кошика та кількістю квіток у ньому. Відсоток запилення як на контролі так і за внесення всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») був практично однаковим 75,0–78,2 % з невеликою тенденцією 3,2 в.п. (відсоткових пункти) до підвищення при використанні регуляторів росту/

4.1.3 Маса 1000 насінин соняшнику

Маса 1000 насінин залежить від різноманітних факторів, які включають в себе генетичні та фізіологічні особливості рослин соняшнику, умов вирощування, а також технології збирання та обробки насіння.

Генетичні особливості рослин грають важливу роль у формуванні маси насіння. Різні сорти та гібриди соняшнику мають відмінні характеристики, такі як розмір та маса насіння. Також генетичні властивості можуть впливати на утворення більш або менш крупних насінин.

Умови вирощування, такі як клімат, ґрунт, вологість, доступність поживних речовин, та методи господарювання, такі як застосування добрив та ірригація, також можуть впливати на масу насіння. Оптимальні умови росту сприяють формуванню більш крупного та важкого насіння соняшнику.

Маса 1000 насінин є складною характеристикою, що визначається комплексом факторів, які варіюються в залежності від рослинного матеріалу та умов його вирощування. Зазвичай вона коливається в межах від 50 до 100 грамів [193].

За результатами наших досліджень максимальна маса 1000 насінин соняшнику у гібридів SY Курава (середньостиглий) та Sumiko HTS (середньоранній) відмічена при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 55,3–56,3 г, що було на 3,7–8,7 г (6,5–15,7 %) більше за контрольний варіант без препаратів (46,7–52,7 г). У гібриду Subaru HTS (середньопізній) максимальну ефективність показав регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) який дещо перевищував «Церон» на 0,7 г та становив – 52,0 г, що на 4,7 г (9,0 %) було більше за контроль (табл. 14).

На середньоранньому гібриді Sumiko HTS та середньостиглому SY Курава Препарат «Архітект» (0,5 л/га) мало поступався Церону за масою 1000 насінин (на 0,7–3,0 г), яка становила 52,3–55,7 г та перевищувала контроль на 3,0–5,7 г (5,4–10,8 %).

Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) за масою 1000 насінин поступався Церону та Архітектору на 0,3–5,0 г (0,5–9,9 %) і становив 48,3–55,3 г.

Таблиця 14

Маса 1000 насінин соняшнику залежно від використання регуляторів росту у 2019-2021 році

Гібрид	Варіант	Маса 1000 насінин, г				
		роки				
		2019	2020	2021	середнє	різниця до контролю
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	49	47	46	47,3	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	50	48	47	48,3	1,0
	«Церон» (0,5 л/га)	53	51	50	51,3	4,0
	«Архітект» (0,5 л/га)	55	51	50	52,0	4,7
SY Курава (середньостиглий)	Контроль	51	45	44	46,7	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	54	49	48	50,3	3,7
	«Церон» (0,5 л/га)	59	54	53	55,3	8,7
	«Архітект» (0,5 л/га)	56	51	50	52,3	5,7
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	57	51	50	52,7	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	59	54	53	55,3	2,7
	«Церон» (0,5 л/га)	58	56	55	56,3	3,7
	«Архітект» (0,5 л/га)	60	54	53	55,7	3,0
НІР _{0,5} для гібридів, г		2,8	2,7	2,2		
НІР _{0,5} для препаратів, г		2,5	2,7	2,3	-	-
НІР _{0,5} взаємодії, г		4,1	4,4	4,2		

Тобто, регулятори росту мали виражений вплив на масу 1000 насінин соняшнику, зокрема такі препарати як «Церон» (0,5 л/га) та «Архітект» (0,5 л/га), що забезпечували прибавку маси насіння на 6,5–15,7 % (рис. 11). При цьому практично не виявлено різниці у масі 1000 насінин між досліджуваними

гібридами, яка у середньопізнього Subaru HTS становила – 48,3–52,0 г, середньостиглого SY Курава – 46,7–55,3 г, середньораннього Sumiko HTS – 52,7–55,7 г та була однаковою.

Пояснити зростання маси 1000 насінин соняшнику можна дією різних діючих речовин регуляторів росту на комплексні біохімічні реакції, що проходять у рослинному організмі соняшнику. Зокрема діюча речовина Церону – етефон який сприяє накопиченню етилену (газовий регулятор росту), який стимулює ріст та розвиток насіння соняшнику. Він також впливає на процеси накопичення поживних речовин та формування маси насіння.

Одна з діючих речовин Архітекту – прогексадіон (прогексадіон-калій, ПХК) є одним з класу регуляторів росту рослин, які використовуються для підвищення урожайності та якості врожаю. Його застосовують для стимуляції росту та розвитку рослин, включаючи соняшник. Прогексадіон може впливати на масу 1000 насінин соняшнику, збільшуючи її через кілька механізмів: захист від стресових умов (посуха, низькі температури на початку вегетації), підвищення процесу фотосинтезу, стимулювання зростання кількості насіння, його маси і якості. Загалом, застосування прогексадіону сприяє підвищенню маси 1000 насінин соняшнику через його позитивний вплив на різноманітні фізіологічні процеси у рослині.

Всі регулятори росту можуть взаємодіяти між собою та з іншими біохімічними процесами у рослині соняшнику, впливаючи на різні аспекти розвитку та формування насіння соняшнику. Складний механізм взаємодії регуляторів росту з рослиною під впливом навколишнього середовища спонукає до подальших досліджень в даному напрямку.

Застосування "Вимпел-К2" сприяє підвищенню маси 1000 насінин соняшнику через його стимулюючий вплив на різні фізіологічні процеси у рослині, зокрема через стимулювання росту рослини, адже препарат містить гумінові кислоти які стимулюють ріст та розвиток рослин формуючи більші та важчі насінин. Окрім цього сюди слід додати підвищення фотосинтетичної

активності, захист від стресових умов та покращення засвоєння рослиною поживних речовин.

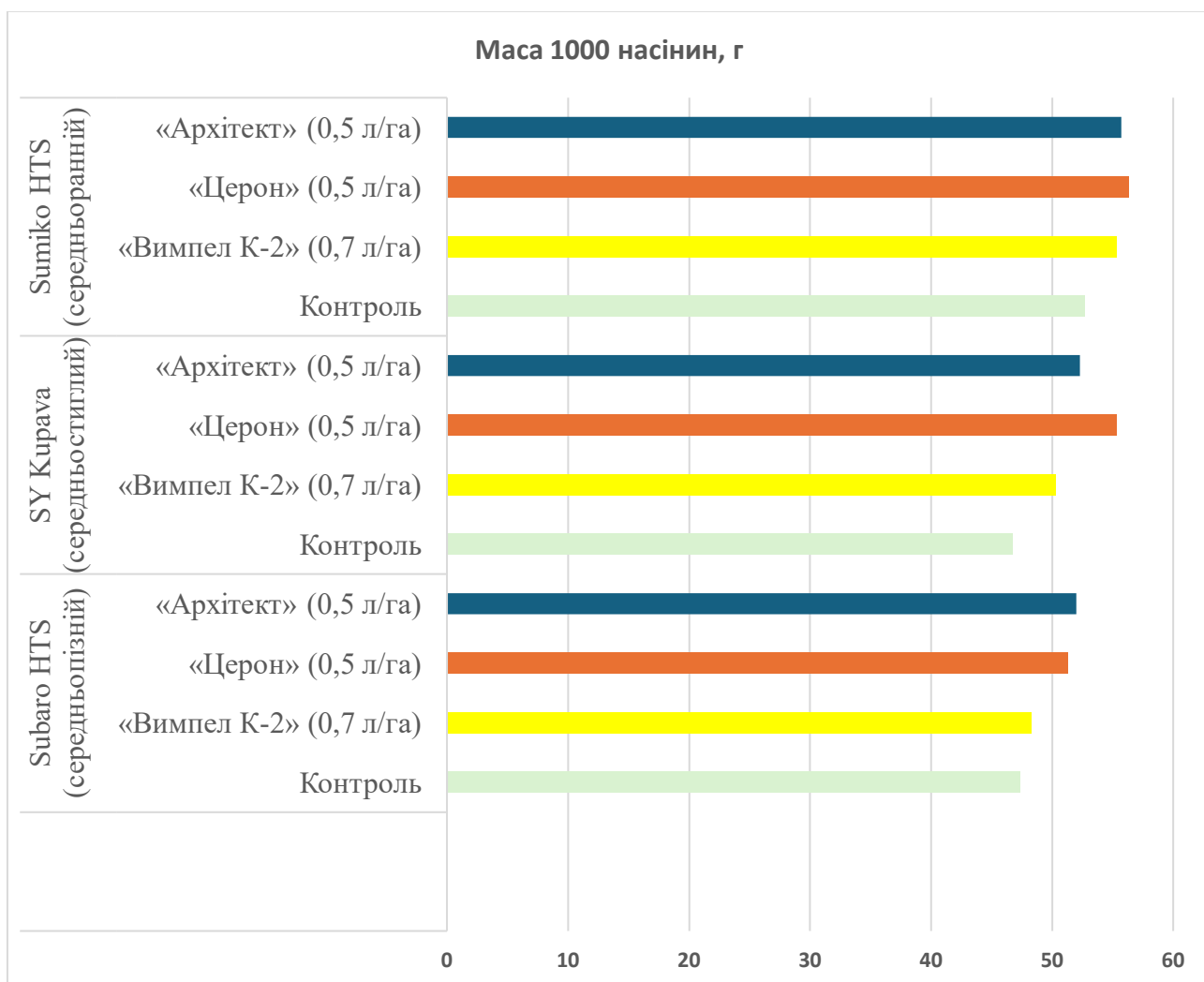


Рис. 11 Маса 1000 насінин гібридів соняшнику залежно від використання регуляторів росту, г

Отже, регулятори росту мали деякий вплив на масу 1000 насінин соняшнику, зокрема такі препарати як «Церон» (0,5 л/га) та «Архітект» (0,5 л/га), збільшували масу насіння на 6,5–15,7 %. При цьому практично не виявлено різниці у масі 1000 насінин між досліджуваними гібридами, яка варіювала у межах – 46,7–55,7 г незалежно від групи стиглості.

4.2 Вплив регуляторів росту рослин на урожайність соняшнику

Механізм дії регуляторів росту на урожайність соняшнику полягає в їх здатності впливати на фізіологічні процеси росту і розвитку рослин. Вони регулюють синтез фітогормонів у рослині соняшнику, що впливає на ріст стебла, листків та суцвіття кошик в цілому. Це сприяє формуванню більшого діаметра кошиків та кількості насіння, що в свою чергу збільшує урожайність соняшнику. Такий вплив регуляторів росту дозволяє оптимізувати фізіологічні процеси у рослини, що призводить до підвищення врожайності соняшнику [194–200].

Посушливі умови років досліджень, а особливо у 2020 році спричинили зниження врожайності олійної культури до рівня 1,16–1,73 т/га.

Застосування регуляторів росту рослин на соняшнику призводило до підвищення врожайності олійної культури. У середньому за 2020 рік врожайність насіння була нижчою через несприятливі погодні умови в кінці вегетаційного періоду (серпень), які характеризувались посушливістю.

Препарат «Церон» (0,5 л/га) забезпечив найвищу прибавку зерна для всіх гібридів соняшнику, яка становила – 0,23–0,56 т/га, або 15,4–30,4 %. Високі показники надбавки врожаю по відношенню до контролю також мав регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) – 0,20–0,53 т/га, або 13,6–29,2 %.

З іншого боку, мінімальну прибавку від використання регуляторів росту рослин спостерігали при застосуванні препарату «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 0,13–0,4 т/га, що становило 9,35–23,8 %.

Як бачимо з результатів дослідження препарати Церон та Архітект за прибавкою урожаю насіння соняшника помітно переважали на 4,25–6,6 в. п. Вимпел К-2 (табл. 15, рис. 12).

Тобто, використання регуляторів росту рослин, особливо «Церон» (0,5 л/га) і «Архітект» (0,5 л/га), значно збільшувало урожайність насіння соняшнику порівняно із контрольним варіантом (без препаратів) на 9,35–29,2 %, що можна пояснити несприятливими погодними умовами в період наливу насіння, а саме у серпні, коли практично щорічно спостерігалися посухи,

насамперед у 2020 році. Зазначені препарати мають особливість підвищувати стійкість рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища, що і було доведено результатами досліджень, адже зазначені препарати сприяли підвищенню врожайності олійної культури.

Щодо гібридів соняшнику, що вивчалися, слід відмітити більш ранньостигліші, які забезпечували вищі показники врожайності та максимальну надбавку насіння від використання регуляторів росту рослин. Так середньостиглий гібрид SY Курава та середньоранній Sumiko HTS забезпечували максимальні показники врожайності 1,38–1,87 та 1,28–1,84 т/га відповідно, дещо поступався на 0,12–0,38 т/га, або на 8,6–20,3 % середньопізній Subaru HTS, що потрапляв у більш жорсткі умови вологозабезпеченості в критичні фази росту і розвитку рослин (фаза цвітіння, налив насіння) порівнюючи із середньораннім та середньостиглим гібридами.

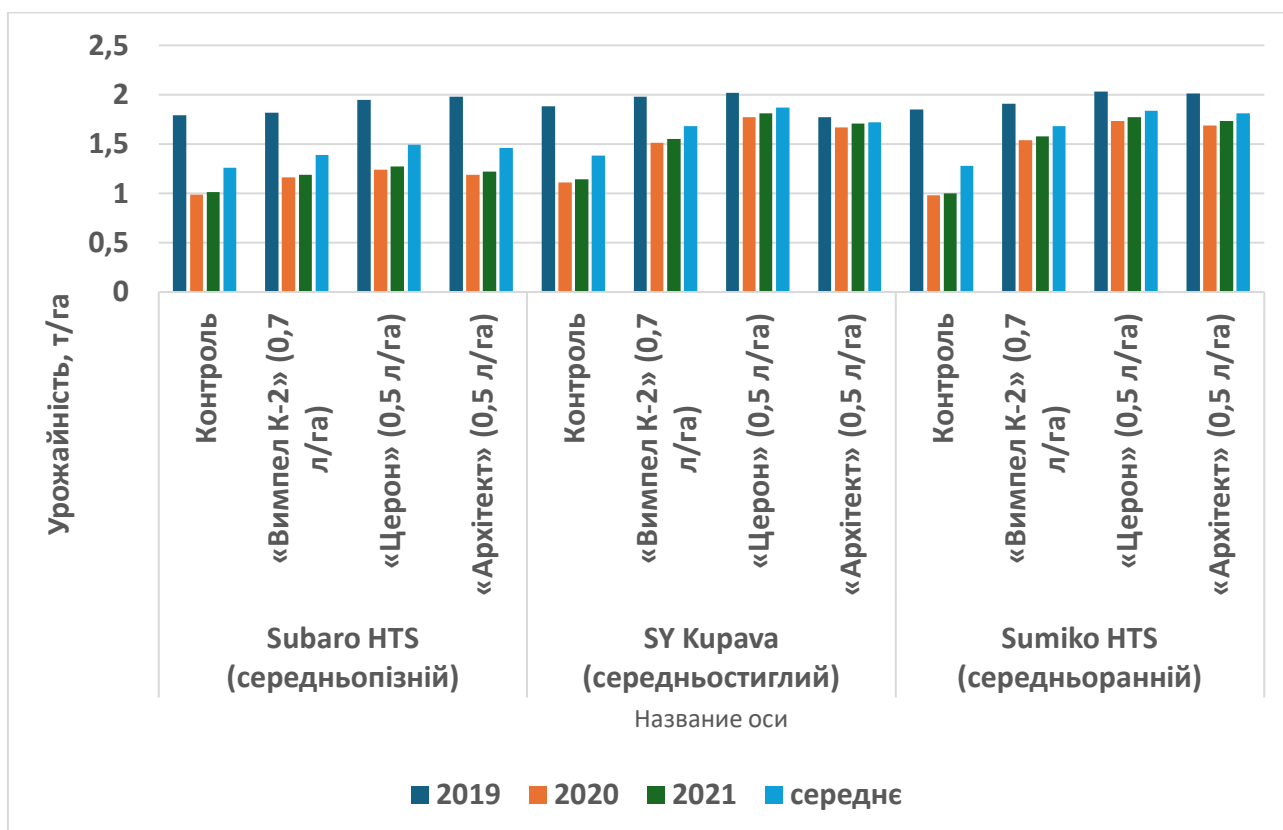


Рис. 12 Урожайність гібридів соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин в середньому за 2019 – 2021 рр., т/га

Таблиця 15

Урожайність гібридів соняшнику за використання регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр., т/га

Гібриди соняшнику	Варіант	Урожайність, т/га				
		роки				
		2019	2020	2021	середнє	різниця до контролю
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	1,79	0,99	1,01	1,26	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,82	1,16	1,19	1,39	0,13
	«Церон» (0,5 л/га)	1,95	1,24	1,27	1,49	0,23
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,98	1,19	1,22	1,46	0,20
SY Kurava (середньостиглий)	Контроль	1,88	1,11	1,14	1,38	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,98	1,51	1,55	1,68	0,30
	«Церон» (0,5 л/га)	2,02	1,77	1,81	1,87	0,49
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,77	1,67	1,71	1,72	0,34
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	1,85	0,98	1,00	1,28	0,0
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,91	1,54	1,58	1,68	0,40
	«Церон» (0,5 л/га)	2,03	1,73	1,77	1,84	0,56
	«Архітект» (0,5 л/га)	2,01	1,69	1,73	1,81	0,53
НІР _{0,5} для гібридів, т/га		0,15	0,12	0,14	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, т/га		0,20	0,18	0,17	-	-
НІР _{0,5} взаємодії, т/га		0,31	0,27	0,29	-	-

Таким чином, використання регуляторів росту рослин, зокрема «Церон» (0,5 л/га) і «Архітект» (0,5 л/га), значно збільшувало урожайність насіння соняшнику порівняно із контрольним варіантом (без препаратів) на 9,35–29,2 % за рахунок підвищення стійкості та толерантності гібридів соняшнику до несприятливих факторів навколишнього середовища, зокрема посушливих умов у серпні. Мінімальну надбавку від використання регуляторів росту рослин забезпечував «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 0,13–0,4 т/га, що становило 9,35–23,8 %.

Середньопізній гібрид Subaro HTS потрапляв у більш жорсткі умови вологозабезпеченості в критичні фази росту і розвитку рослин соняшнику (фаза

цвітіння, налив насіння) та знижував врожайність на 0,12–0,38 т/га, або на 8,6–20,3 % порівнюючи із середньораннім та середньостиглим гібридами

4.3 Якість насіння соняшнику залежно від регуляторів росту

Значення показників якості для урожаю насіння соняшнику неможливо переоцінити в контексті сільського господарства. Ці показники визначають якість та кількість врожаю, що впливає на ефективність вирощування цієї культури. Вони включають величину та форму насіння, його здоровий фізіологічний стан, лушпинність, однорідність та величину, вміст жирів і білків, а також вміст вологи. Високоякісне насіння сприяє збільшенню врожаю, стійкості до стресових умов, адаптованості до різних умов вирощування та забезпечує економічну ефективність для фермерів. Низька якість насіння може призвести до зниження врожайності та ризику втрат у вирощуванні. Тому важливо ретельно відбирати та використовувати насіння з високою якістю для досягнення оптимальних результатів у вирощуванні соняшнику.

Забезпечення високої якості продукції соняшнику вимагає вивчення та використання сучасних агротехнічних методів вирощування, правильної обробки та зберігання насіння, а також ефективних технологій виробництва олії. Систематичний моніторинг та контроль за якістю на кожному етапі виробництва грає важливу роль у забезпеченні консистентної якості соняшnikової продукції.

Лушпиння від насіння соняшнику, складає біля 16 до 25 % від загальної маси та не є основною продукцією, але вона використовується для виробництва пентозного і гексозного цукрів. В свою чергу зазначені цукри широко використовуються в промисловості, із пентозного цукру виробляють фурфурол який є основою для виготовлення пластмас та штучного волокна, має застосування у виробництві іншої продукції, а із гексозного цукру виробляють кормові дріжджі та етиловий спирт.

В наших дослідженнях лушпинність соняшнику варіювала в межах 24,1 – 24,8 % та практично не залежала від регуляторів росту рослин, адже різниця між варіантами була в межах 0,1–0,7 в. п. (табл. 16).

Відмічено незначне зростання натуре насіння соняшнику за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) на 9–10 г/л, або 2,2–2,4%. Решта препаратів демонструють ще нижчі показники, особливо «Вимпел К-2» (0,7 л/га) 3–5 г/л, або 0,7–1,2 %. Тобто, можна стверджувати лише про тенденцію до зростання натуре насіння соняшнику залежно від внесених препаратів, адже отримані цифрові дані знаходилися в межах помилки досліду.

Узагальнюючи дослідження щодо застосування регуляторів росту рослин на гібридах соняшнику, всі препарати, «Вимпел К-2», «Архітект» та «Церон», в цілому позитивно впливають на натуре насіння. Лушпинність при цьому залишається сталою величиною.

Отримані нами дані щодо якісних характеристик насіння соняшнику вказують на досить суттєвий вплив регуляторів росту на складові якості насіння різних гібридів соняшнику. Розглянуті параметри олійності та вмісту білка дозволяють дають можливість оцінити придатність насіння для подальшої переробки та виробництва олії (рис. 13).

З рисунку 10 та таблиці 17 видно, що найважливіший показник якості насіння соняшнику, а саме олійність була достовірно вищою при використанні препарату «Церон» (0,5 л/га) – 51,95–53,87 % та «Архітект» (0,5 л/га) – 51,95–52,91 %, що було більше відповідно за контроль на 2,89–7,69 та 3,85–5,77 в. п., що у відсотковому еквіваленті становить відповідно 5,5–14,5 % та 7,41–10,9 %.

Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) мав нижчі показники ефективності щодо показників олійності – 49,06–50,03 %, що перевищувало контроль без препаратів всього на 0,97–2,88 в. п., або на 1,9–5,9 %, що знаходилося в межах помилки досліду. Враховуючи це, можна стверджувати лише про наявність тенденції до підвищення олійності за використання «Вимпел К-2».

Таблиця 16

Натура та лушпинність соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин за 2019–2021 рр.

Гібрид	Препарати	Натура, г/л					Лушпинність, %				
		роки					2019	2020	2021	середня	± до контролю
		2019	2020	2021	середня	± до контролю					
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	384	394	403	394	-	24,5	25,1	24,9	24,8	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	392	402	404	399	5	24,2	24,7	24,8	24,6	0,2
	«Церон» (0,5 л/га)	403	405	404	404	10	23,9	24,2	24,2	24,1	0,7
	«Архітект» (0,5 л/га)	396	405	405	402	8	24,1	24,5	24,2	24,3	0,5
SY Курава (середньостиглий)	Контроль	393	394	407	398	-	24,2	25	24,9	24,7	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	398	402	409	403	5	24,1	24,8	24,7	24,5	0,2
	«Церон» (0,5 л/га)	403	409	410	407	9	23,8	24,4	24,4	24,2	0,5
	«Архітект» (0,5 л/га)	399	407	411	406	8	23,9	24,5	24,5	24,3	0,4
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	392	399	409	400	-	24,3	24,9	24,8	24,7	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	394	406	409	403	3	24,2	24,8	24,7	24,6	0,1
	«Церон» (0,5 л/га)	404	412	412	409	9	23,8	24,2	24,3	24,1	0,6
	«Архітект» (0,5 л/га)	396	409	411	405	5	24,2	24,3	24,4	24,3	0,4
НІР _{0,5} для гібридів, г/л		9	4	3	-	-	0,5	0,7	0,6	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, г/л		8	3	5	-	-	0,8	0,8	0,9	-	-
НІР _{0,5} взаємодії, г/л		15	6	7	-	-	1,2	1,4	1,4	-	-

Таблиця 17

Якість насіння соняшнику залежно від використання регуляторів росту рослин за 2019–2023 рр.

Гібрид	Препарати	Олійність, %					Вміст білка, %				
		роки									
		2019	2020	2021	середнє	± до контролю	2019	2020	2021	середнє	± до контролю
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	48,73	48,48	49,98	49,06	-	21,6	21,5	22,1	21,73	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	49,69	49,43	50,96	50,03	0,97	22	21,9	22,2	22,03	0,30
	«Церон» (0,5 л/га)	51,6	51,33	52,92	51,95	2,89	22,1	22,0	22,4	22,17	0,44
	«Архітект» (0,5 л/га)	52,55	52,28	53,9	52,91	3,85	22,4	22,2	22,6	22,4	0,67
SY Курава (середньостиглий)	Контроль	47,78	47,53	49	48,1	-	21,7	21,9	21,7	21,77	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	49,69	49,43	50,96	50,03	1,93	21,9	21,9	22,0	21,93	0,16
	«Церон» (0,5 л/га)	52,55	52,28	53,9	52,91	4,81	22,4	22,5	22,4	22,43	0,66
	«Архітект» (0,5 л/га)	51,6	51,33	52,92	51,95	3,85	22,1	22,2	22,2	22,17	0,40
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	45,86	45,63	47,04	46,18	-	21,3	21,3	21,7	21,43	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	48,73	48,48	49,98	49,06	2,88	21,9	21,8	21,9	21,87	0,44
	«Церон» (0,5 л/га)	53,51	53,23	54,88	53,87	7,69	22,6	22,5	22,4	22,5	1,07
	«Архітект» (0,5 л/га)	51,6	51,33	52,92	51,95	5,77	22,3	22,2	22,2	22,23	0,80
НІР _{0,5} для гібридів, %		3,5	3,4	3,2	-	-	0,7	0,6	0,5	-	-
НІР _{0,5} для препаратів, %		2,5	2,2	2,3	-	-	0,5	0,6	0,3	-	-
НІР _{0,5} взаємодії, %		5,1	4,9	5,0	-	-	1,1	1,0	0,7	-	-

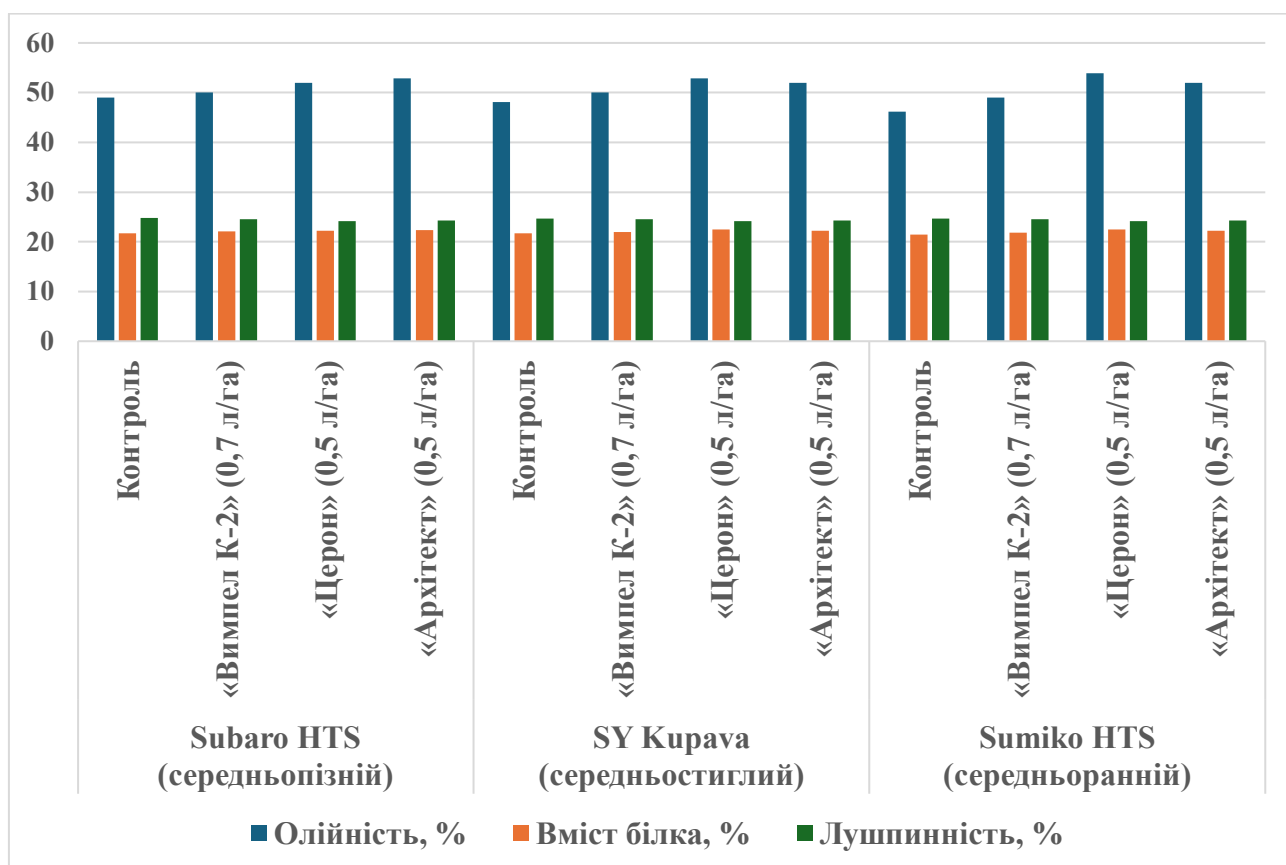


Рис. 13 Показники якості насіння соняшника залежно від застосування регуляторів росту в середньому за 2019–2021 рр.

Не відмічено також, суттєвих відмінностей щодо олійності насіння соняшника між гібридами що вивчалися. Можна відмітити лише тенденцію до підвищення олійності у середньораннього гібриду Sumiko HTS до 46,18–53,87 %. Що ймовірно пов'язано з кращими умовами вологозабезпеченості у середньораннього гібриду порівнюючи з середньостиглим і середньопізнім.

Важливим показником якості насіння соняшника є також вміст білка. Високий вміст білка у насінні соняшника забезпечує високу якість продукції, яка насамперед іде для виготовлення продовольчих товарів та високоякісного корму на основі макухи і шроту.

За вмістом білка, практично відмічалася така ж тенденції як і по олійності насіння. Максимальні показники відмічені за використання «Церон» (0,5 л/га) – 22,17–22,50 % та «Архітект» (0,5 л/га) – 22,17–22,40 %, що перевищувало

контроль відповідно на 0,44 – 1,07 та 0,40–0,80 в. п., або 1,98–4,75 та 1,80–3,57 %.

Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) проявляв невелику тенденцію до збільшення умісту білку у насінні соняшника на 0,16–0,44 в. п, або 0,7–2,0 %. Так же само як і за олійністю, вміст білку був однаковим та варіював у межах 21,9–22,50 %.

Отже, використання регуляторів росту рослин на соняшнику практично не впливало на натуру насіння та його лушпинність, водночас давало можливість підвищити олійність за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) – 51,95–53,87 %, «Архітект» (0,5 л/га) – 51,95–52,91 %, що перевищувало контроль на 2,89–7,69 та 3,85–5,77 в. п.

Висновки до розділу 4

1. Використання регуляторів росту має деякий вплив на формування діаметру кошика у соняшника. Максимальне збільшення діаметра кошика зафіксовано від застосування регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) у середньораннього гібриду Sumiko HTS – 3,1 см (14,3 %), середньостиглого SY Курава – 3,7 см (19,6 %), середньопізнього Subaru HTS – 3,4 см (11,8 %). Деякі відмінності між гібридами соняшнику можна пояснити біологічними особливостями. Дещо поступався Церону регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) у середньораннього гібриду Sumiko HTS – 3,0 см (11,4 %), середньостиглого SY Курава – 3,6 см (16,5 %), середньопізнього Subaru HTS – 2,3 см (10,2 %). Зниження діаметра кошика за внесення «Архітект» порівняно з «Церон» становило 1,6–3,1 в. п. (відсоткових пункти). Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) поступався двом попереднім препаратам на 3,1–8,9 в. п. (відсоткових пункти).

2. Максимальна кількість квіток відмічена при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 1049–1136 шт., що було на 61–100 шт. (5,8–8,8%) більше за контрольний варіант без препаратів (988–1108 шт.). Практично не поступався йому за кількістю сформованих квіток препарат «Архітект» (0,5 л/га)

– 1019 –1128 шт., який перевищував контроль на 31,0 –92,0 шт. (3,0–8,1 %). Встановлена пряма кореляція між збільшенням діаметра кошика та кількістю квіток у ньому. Відсоток запилення як на контролі так і за внесення всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») був практично однаковим 75,0–78,2 % з невеликою тенденцією 3,2 в. п. (відсоткових пункти) до підвищення при використанні регуляторів росту.

3. У середньостиглого SY Курава кількість квіток залежно від використаних препаратів була максимальною і становила 1123–1136 шт., що було вище за контроль на 87–100 шт. (7,7–8,8%). Дещо поступався йому середньопізній гібрид Subaru HTS – 1157–1170 шт., що перевищувало контроль на 49–62 шт. (4,2–5,3 %).

4. Відсоток запилення як на контролі так і за внесення всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») був практично однаковим 75,0–78,2 % з невеликою тенденцією 3,2 в. п. (відсоткових пункти) до підвищення при використанні регуляторів росту.

5. Максимальна маса 1000 насінин соняшнику виявлена у гібридів SY Курава (середньостиглий) та Sumiko HTS (середньоранній) при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 55,3–56,3 г, що було на 3,7–8,7 г (6,5–15,7 %) більше за контрольний варіант без препаратів (46,7–52,7 г). У гібриду Subaru HTS (середньопізній) максимальну ефективність показав регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) який дещо перевищував «Церон» на 0,7 г та становив – 52,0 г, що на 4,7 г (9,0 %) було більше за контроль. Препарат «Архітект» (0,5 л/га) на середньоранньому гібриді Sumiko HTS та середньостиглому SY Курава мало поступався Церону за масою 1000 насінин (на 0,7–3,0 г), яка становила 52,3–55,7 г та перевищувала контроль на 3,0–5,7 г (5,4 – 10,8 %).

6. Практично не виявлено різниці у масі 1000 насінин між досліджуваними гібридами, яка у середньопізнього Subaru HTS становила – 48,3–52,0 г, середньостиглого SY Курава – 46,7–55,3 г, середньораннього Sumiko HTS – 52,7–55,7 г та була однаковою.

7. Посушливі умови років досліджень, а особливо у 2020 році спричинили зниження врожайності олійної культури до рівня 1,16–1,73 т/га. Препарат «Церон» (0,5 л/га) забезпечив найвищу прибавку зерна для всіх гібридів соняшнику, яка становила – 0,23–0,56 т/га, або 15,4–30,4 %. Високі показники надбавки врожаю по відношенню до контролю також мав регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) – 0,20–0,53 т/га, або 13,6–29,2 %. Мінімальну прибавку від використання регуляторів росту рослин спостерігали при застосуванні препарату «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 0,13–0,4 т/га, що становило 9,35–23,8 %. Препарати Церон та Архітект за прибавкою урожаю насіння соняшника помітно переважали на 4,25–6,6 в. п. Вимпел К-2.

8. Більш ранньостигліші гібриди забезпечували вищі показники врожайності та максимальну надбавку насіння від використання регуляторів росту рослин. Зокрема, середньостиглий гібрид SY Kurava та середньоранній Sumiko HTS забезпечували максимальні показники врожайності 1,38–1,87 та 1,28–1,84 т/га відповідно, дещо поступався на 0,12–0,38 т/га, або на 8,6–20,3 % середньопізній Subaru HTS, що потрапляв у більш жорсткі умови вологозабезпеченості в критичні фази росту і розвитку рослин (фаза цвітіння, налив насіння) порівнюючи із середньораннім та середньостиглим гібридами.

9. Лушпинність соняшнику варіювала в межах 24,1 – 24,8 % та практично не залежала від регуляторів росту рослин, адже різниця між варіантами була в межах 0,1–0,7 в. п.

10. Відмічено незначне зростання натуре насіння соняшнику за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) на 9–10 г/л, або 2,2–2,4%. Решта препаратів демонструють ще нижчі показники, особливо «Вимпел К-2» (0,7 л/га) 3–5 г/л, або 0,7–1,2 %. Тобто, можна стверджувати лише про тенденцію до зростання натуре насіння соняшнику залежно від внесених препаратів, адже отримані цифрові дані знаходилися в межах помилки досліду.

11. Олійність насіння соняшнику була достовірно вищою при використанні препарату «Церон» (0,5 л/га) – 51,95–53,87 % та «Архітект» (0,5 л/га) – 51,95–52,91 %, що було більше відповідно за контроль на 2,89–7,69 та 3,85–5,77 в. п., а

у відсотковому еквіваленті становить відповідно 5,5–14,5 % та 7,41–10,9 %. Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) поступався за олійністю вище зазначеним препаратам – 49,06–50,03 %, що перевищувало контроль без препаратів всього на 0,97–2,88 в. п., або на 1,9–5,9 %, що знаходилося в межах помилки досліду та може лише свідчити про наявність тенденції до підвищення олійності за використання «Вимпел К-2».

12. Відмічено тенденцію до підвищення олійності у середньораннього гібриду Sumiko HTS до 46,18–53,87 %. Що ймовірно пов'язано з кращими умовами вологозабезпеченості у середньораннього гібриду порівнюючи з середньостиглим і середньопізнім.

13. Максимальні показники вмісту білка відмічені за використання «Церон» (0,5 л/га) – 22,17–22,50 % та «Архітект» (0,5 л/га) – 22,17–22,40 %, що перевищувало контроль відповідно на 0,44 – 1,07 та 0,40–0,80 в. п., або 1,98–4,75 та 1,80–3,57 %.

Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) проявляв невелику тенденцію до збільшення вмісту білку у насінні соняшника на 0,16–0,44 в. п, або 0,7–2,0 %, а вміст білку був однаковим та варіював у межах 21,9–22,50 %.

Основні наукові результати розділу 4 автором опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [148–153, 156–161].

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Вирощування соняшнику з використанням різних технологічних елементів завжди має бути супроводжене економічним аналізом їх вигідності. Впровадження нових технологій повинно призводити до зниження енерговитрат на вирощування насіння соняшнику, при цьому не знижуючи врожайності культури. Під час оцінки економічної ефективності враховуються прямі матеріальні витрати, такі як витрати на виробництво, вартість насіння, добрив, гербіцидів, паливно-мастильних матеріалів, витрати на оплату праці, виплати в фонд соціального страхування та пенсійний фонд, а також кошти, спрямовані на амортизацію та поточний ремонт [201–208].

Соняшник різних груп стиглості, при використанні різних препаратів, що містять регулятори росту рослин, демонстрував різну урожайність зерна. Ця варіативність у врожайності залежала від біологічних характеристик гібридів, а також від використання регуляторів росту та мікродобрив. В кінцевому підсумку, ці фактори визначали рівень виробничих витрат, необхідних для виконання технологічних циклів робіт у процесі вирощування соняшнику [201–208].

Виробничі витрати включали в себе – витрати на обробіток ґрунту, закупівлю та внесення мінеральних добрив і пестицидів (витрати на препарати, що вивчалися), закупівлю насіння, а також витрати на паливо в технологічному циклі робіт (посів, догляд за посівами, збирання, транспортування насіння тощо). Зазначені показники виробничих витрат дозволяють зробити об'єктивний економічний аналіз технології вирощування соняшнику зв використання різних регуляторів росту рослин. В нашому випадку

На дослідному полі науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету загальні витрати на технологічний цикл робіт у вирощуванні соняшнику склали 7109,3 гривень на гектар. Ця сума включає витрати на матеріали, оплату праці та амортизаційні

відрахування. Вартість використаних у досліді препаратів на момент 2021 року була такою: Вимпел К-2 – 265,3 гривень за 0,7 літрів, «Церон» (0,5 л/га) – 309,2 гривень за 0,5 літра і «Архітект» (0,5 л/га) – 256,5 гривень за літр.

За роки досліджень ціна на соняшник постійно змінювалася, як від зниження на час збирання та реалізації продукції до підвищення у міжсезонні періоди, ціну на реалізацію продукції було узагальнено, за статистичними даними середньо рокової ціни на насіння олійних культур за даними держстатистики, вона становила на кінець 2021 року – 11200 грн/т.

У таблиці 18 наведено розрахунок впливу внесення різних регуляторів росту на врожайність та економічну ефективність вирощування гібридів соняшнику у досліді: "Subaro HTS," "SY Kupava," та "Sumiko HTS." Таблиця надає детальну інформацію про урожайність зерна, ціну реалізації насіння, виробничі витрати, вартість валової продукції, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності та надбавку відсоткових пунктів для кожного варіанту використаних препаратів.

Умовно чистий прибуток показує різницю між виробничими витратами та вартістю валової продукції, що дозволяє визначити доцільність технології вирощування соняшнику чи використання елементів технології, що вивчалися, а саме використання регуляторів росту тощо. Загалом умовно чистий прибуток не враховує відрахування на податки та інші витрати що прямо не пов'язані із вирощуванням культури але опосередковано пов'язані з економічними показниками.

Мінімальні показники умовного чистого прибутку – 7002,7–8713,9 грн/га закономірно зафіксовані саме на контролі без використання препаратів, адже тут був отриманий мінімальний урожай 1,26–1,38 т/га.

Внесені препарати в міру своєї вартості дещо підвищували виробничі витрати на 256,5–309,2 грн/га, але надбавка врожаю від їх внесення у нашому досліді підвищувала умовно чистий прибуток до 8193,4–13945,4 грн/га.

Таблиця 18

Економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від регуляторів росту у середньому за 2019–2021 роки

Гібриди	Варіанти	Урожайність насіння, т/га	Ціна реалізації насіння, грн/т	Виробничі витрати всього, грн/га	Вартість валової продукції, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	Надбавка відсоткових пункти (в. п.)
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	1,26	11200	7109,3	14112	7002,7	98,5	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,39	11200	7374,6	15568	8193,4	111,1	12,6
	«Церон» (0,5 л/га)	1,49	11200	7365,8	16688	9322,2	126,6	28,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,46	11200	7418,5	16352	8933,5	120,4	21,9
SY Кирава (середньостиглий)	Контроль	1,38	11200	6742,1	15456	8713,9	129,2	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,68	11200	7007,4	18816	11808,6	168,5	39,3
	«Церон» (0,5 л/га)	1,87	11200	6998,6	20944	13945,4	199,3	70,0
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,72	11200	7051,2	19264	12212,8	173,2	44,0
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	1,28	11200	6787,3	14336	7548,7	111,2	-
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,68	11200	7052,6	18816	11763,4	166,8	55,6
	«Церон» (0,5 л/га)	1,84	11200	7043,8	20608	13564,2	192,6	81,4
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,81	11200	7096,5	20272	13175,5	185,7	74,4

Об'єктивну оцінку ефективності досліджуваних регуляторів росту дає рівень рентабельності виробництва насіння соняшнику. Як бачимо з результатів досліджень із таблиці 19 можна побачити, що найвищі показники рентабельності виробництва насіння соняшнику відмічені за використання регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) на всіх гібридах соняшнику. Так, зокрема на

середньоранньому Sumiko HTS – 192,6 %, середньостиглого SY Курава – 199,3 %, середньопізнього Subaru HTS – 126,6 %. Тобто збільшення рентабельності по відношенню до контрольного варіанту становило відповідно 81,4; 70,0; 28,1 в. п. Практично не поступався йому «Архітект» (0,5 л/га), зокрема на середньоранньому Sumiko HTS – 185,7 %, середньостиглого SY Курава – 173,2 %, середньопізнього Subaru HTS – 120,4 %, а збільшення рентабельності відповідно становило 74,4; 44,0 та 21,9 в. п.

Як і в попередніх випадках «Вимпел К-2» (0,7 л/га) за рівнем рентабельності поступався Архітектору та Церону на 15,5–25,8 в. п. та становив 111,1–166,8 %.

При порівнянні гібридів соняшнику різних груп стиглості під дією стимуляторів росту рослин встановлено, що більш ранньостиглі гібриди мали кращі економічні показники. Так, зокрема середньостиглий SY Курава забезпечував максимальні показники рентабельності – 129,2–199,3 %, дещо нижчі середньоранній Sumiko HTS – 111,2–192,6 %.

Середньопізній гібрид Subaru HTS мав мінімальну рентабельність виробництва насіння 98,5–126,6 %, що пов'язано з нижчими показниками врожайності внаслідок посушливих умов у серпні, коли більш пізні гібриди потрапляють у несприятливі умови вологозабезпеченості під час наливу насіння соняшнику, що призводило до збільшення кількості невиповненого насіння.

Враховуючи вищенаведений матеріал, слід зазначити, що найбільш ефективним з економічної точки зору є варіант із використанням «Церон» (0,5 л/га) на гібриді SY Курава (середньостиглий) – 199,3 % та Sumiko HTS (середньоранній) – 192,6 %. Слід виділити також препарат «Архітект» (0,5 л/га) на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) – 185,7 %.

Останнім часом у виробництві все більше використовується енергетична та біоенергетична оцінка для визначення ресурс місткості. Ці оцінки ґрунтуються на використанні показника витрат загальної енергії. У галузі сільського господарства заощадження енергії на одиницю продукції досягається завдяки впровадженню ресурсозберігаючих інтенсивних технологій. Зараз виникає

необхідність оцінки біоенергетичної ефективності технологій і окремих заходів на етапі розробки для пропозиції найбільш енергозберігаючих і ресурсозберігаючих варіантів [209–211].

Для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва важливо розраховувати енергетичний аналіз вирощування польових культур. Головна мета енергетичної оцінки – це пошук оптимальних варіантів використання енергетичних джерел в технології вирощування соняшнику, що забезпечують раціональне використання невідновлювальної енергії та збереження навколишнього середовища [210, 211].

Біоенергетична оцінка важлива для визначення конкурентоспроможності, інноваційності та привабливості в інвестиційному плані наукових розробок. Зазначена методологія враховує широкий спектр факторів, включаючи технологічні інновації, використання ресурсів та ефективність виробничих процесів. Це сприяє створенню узгоджених стратегій, спрямованих на підвищення валового виходу та ефективного використання енергії в аграрному секторі.

Інформація з літературних джерел [209–211] вказує на те, що для вирощування однієї тони насіння соняшника витрачається 5670 МДж енергії, тоді як отримана енергія з цього насіння врожаю складає 17300 МДж. Результати розрахунків представлені в таблиці 20 показують, що затрачена енергія в цілому компенсувалася урожаєм соняшнику (1,26–1,87 т/га) з валовим вмістом енергії 21798–32351 МДж/га, про що свідчить досить високий показник енергетичного коефіцієнта – 3,1, тобто повернення енергії із отриманим урожаєм було в 3,1 рази вищим, ніж затраченої. Коефіцієнт енергетичної ефективності суттєво залежав від урожаю основної продукції соняшник (насіння); побічна продукцію (стебла соняшнику) не враховувалися, тому що вони залишалися на полі в якості органічного добрива. В одній тонні насіння соняшнику містилося 17 300 МДж/га енергії (табл. 19).

Таблиця 19

Біоенергетична ефективність технології вирощування соняшника, залежно від регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр.

Гібриди	Варіанти	Урожайність		Загальні енерговитрати, МДж/га	Валовий вміст енергії у врожаї, МДж/га	Витрати енергії на стимулятори росту рослин, МДж/га	Енергія отримана від стимуляторів росту рослин, МДж/га	Витрати енергії на 1 т урожаю, МДж/га	Енергетичний коефіцієнт на технологію (К _е)
		т/га	± до контролю						
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль	1,26	0,0	7144,2	21798,0	0,0	0,0	5670	3,1
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,39	0,13	7881,3	24047,0	737,1	2249,0	5670	3,1
	«Церон» (0,5 л/га)	1,49	0,23	8448,3	25777,0	1304,1	3979,0	5670	3,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,46	0,20	8278,2	25258,0	1134,0	3460,0	5670	3,1
SY Kurava (середньостиглий)	Контроль	1,38	0,0	7824,6	23874,0	0,0	0,0	5670	3,1
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,68	0,30	9525,6	29064,0	1701,0	5190,0	5670	3,1
	«Церон» (0,5 л/га)	1,87	0,49	10602,9	32351,0	2778,3	8477,0	5670	3,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,72	0,34	9752,4	29756,0	1927,8	5882,0	5670	3,1
Sumiko HTS (середньоранній)	Контроль	1,28	0,0	7257,6	22144,0	0,0	0,0	5670	3,1
	«Вимпел К-2» (0,7 л/га)	1,68	0,40	9525,6	29064,0	2268	6920,0	5670	3,1
	«Церон» (0,5 л/га)	1,84	0,56	10432,8	31832,0	3175,2	9688,0	5670	3,1
	«Архітект» (0,5 л/га)	1,81	0,53	10262,7	31313,0	3005,1	9169,0	5670	3,1

В результаті аналізу даних щодо біоенергетичної ефективності вирощування соняшника за використання регуляторів росту рослин можна проаналізувати отримані показники. У порівнянні з контролем енерговитрати по гібридах різних груп стиглості збільшувалися залежно від внесених препаратів на певну кількість енергії, що наведена нижче:

- Середньоранній гібрид Subaru HTS:
«Вимпел К-2» на 737,1 МДж/га
«Архітект» на 1134 МДж/га
«Церон» на 1304,1 МДж/га
- Середньостиглий гібрид SY Курава:
«Вимпел К-2» на 1701 МДж/га
«Архітект» на 927,8 МДж/га
«Церон» на 1778,3 МДж/га
- Середньопізній гібрид Sumiko HTS:
«Вимпел К-2» на 2268 МДж/га
«Архітект» на 2005,1 МДж/га
«Церон» на 1175,2 МДж/га

Використання регуляторів росту рослин може ефективно покращувати енергетичний баланс вирощування соняшника, забезпечуючи збільшення валового вмісту енергії у врожаї за досить помірних витратах енергії, забезпечуючи досить високий та стабільний показник Кеє.

Висновки до розділу 5

Внесення препаратів підвищувало виробничі витрати на 256,5–309,2 грн/га, але надбавка врожаю від їх внесення підвищувала умовно чистий прибуток до 8193,4–13945,4 грн/га.

Найбільш ефективним з економічної точки зору є препарат «Церон» (0,5 л/га) на гібриді SY Курава (середньостиглий) який забезпечував рівень рентабельності на рівні – 199,3 % та на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) – 192,6 %. Слід виділити також препарат «Архітект» (0,5 л/га) на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) із рівнем рентабельності – 185,7 %.

Більш ранньостигліші гібриди соняшнику мали кращі економічні показники. Зокрема середньостиглий SY Курава забезпечував максимальні показники рентабельності – 129,2–199,3 %, дещо нижчі середньоранній Sumiko HTS – 111,2–192,6 %.

Середньопізній гібрид Subaro HTS мав мінімальну рентабельність виробництва насіння 98,5–126,6 %, що пов'язано з нижчими показниками врожайності внаслідок посушливих умов у серпні, коли більш пізні гібриди потрапляють у несприятливі умови вологозабезпеченості під час наливу насіння соняшнику, що призводило до збільшення кількості невиповненого насіння.

Затрачена енергія в технологічному циклі робіт при вирощуванні соняшнику компенсувалася його урожаєм (1,26–1,87 т/га) із валовим вмістом енергії 21798–32351 МДж/га, про що свідчить досить високий показник енергетичного коефіцієнта (K_{ee}) – 3,1, тобто повернення енергії з отриманим урожаєм було в 3,1 рази вищим, а ніж затраченої.

Основні наукові положення розділу 5 автором опубліковані в наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [160, 161].

ВИСНОВКИ

У дисертації було теоретично проаналізовано та вирішено важливе завдання яке пов'язане з науковим обґрунтуванням, удосконаленням та розробкою сучасних методів агротехніки для вирощування соняшнику, враховуючи морфобіологічні особливості гібридів різних груп стиглості та їх реакцію на застосування регуляторів росту. На основі проведених досліджень було встановлено:

1. Використання регуляторів росту, зокрема Церону і Архітект у технології вирощування середньораннього гібриду соняшнику Sumiko HTS, середньостиглого SY Курава, середньопізнього Subaru HTS має позитивну тенденцію потовщення стебла до 2,9–3,0 см. Виявлена тенденція до зростання ефективності регуляторів росту на середньоранньому гібриді Sumiko HTS з поступовим послабленням ефективності на середньопізньому Subaru HTS, що є доказом поступового сповільнення дії препаратів впродовж вегетації, тобто в кінці вегетації дія препаратів практично припиняється, в той час як на середньоранньому гібриді із більш коротшим вегетаційним періодом вони ще мають позитивну дію в більш пізніші фази розвитку.

2. Всі регулятори росту рослин на соняшнику забезпечували зниження висоти рослин та підвищували стійкість стебел до поникнення і вилягання. Максимальне зниження висоти рослин забезпечував регулятор росту «Архітект» (0,5 л/га) – 193 до 201 см та «Церон» (0,5 л/га) – 198–203 см, що було менше за контроль відповідно на 18–41 см (9,2–21,2 %) та 11–36 см (5,4–18,1 %). Окрім цього виявлена закономірність зниження висоти рослин соняшнику по низхідній від середньопізнього до середньораннього гібридів.

3. Внесення регуляторів росту забезпечувало сталу тенденцію зростання кількості листків у соняшнику, незалежно від гібридів та препаратів на 0,3–2,3 листки (1,03–8,24%). Серед регуляторів росту найбільш ефективним препаратом був «Архітект» (0,5 л/га), що забезпечував максимальне збільшення кількості листків до рівня 8 %. Середньопізній гібрид Subaru HTS формував

максимальну кількість листків за дії всіх регуляторів росту. Практично не поступався йому середньостиглий гібрид SY Курава – 1,7 шт.

4. Регулятори росту мали тенденцію впливу на площу листової поверхні середньораннього гібриду Sumiko HTS та середньопізннього Subaro HTS, яка була максимальною за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) відповідно 67,5–71,4 та 69,1–75,1 тис. м²/га. В посівах середньостиглого гібриду SY Курава найефективнішим був «Архітект» (0,5 л/га), який сприяв формуванню площі листової поверхні на рівні 69,9–77,6 тис. м²/га. В цілому використання регуляторів росту забезпечувало тенденцію зростання площі листків у середньораннього гібриду Sumiko HTS на 1,8–3,9 тис. м²/га (2,6–5,5 %), середньостиглого SY Курава на 5,5–7,7 тис. м²/га (7,2–9,9 %), середньопізннього Subaro HTS на 2,2–6 тис. м²/га (3,1–7,9 %).

5. Використання регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) скорочувало вегетаційний період середньостиглого гібриду соняшнику SY Курава на 4,6 дні. Це ж стосується і регулятора росту «Архітект» (0,5 л/га) де також відбувалося скорочення вегетаційного періоду на 4,3 дні. Регулятори росту пришвидшували фізіологічні процеси, а відповідно і фази росту та розвитку рослин соняшнику через пришвидшення синтезу етилену в меристематичних клітинах. Препарат «Вимпел К-2» мав менш виражений вплив на ріст і розвиток рослин у межах помилки дослідження.

6. Максимальне сумарне водоспоживання соняшнику (використання із ґрунту + опади вегетаційного періоду) було відмічено саме на варіантах застосування регуляторів росту рослин, особливо при використанні «Архітект» (0,5 л/га) та «Церон» (0,5 л/га) відповідно 3187–3189 м³/га та 3185–3188 м³/га. Дещо нижчі показники були відмічені на ділянках «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 3073–3180 м³/га. Мінімальними зазначені показники закономірно були на контролі – 3007–3173 м³/га через нижчий габітус рослин та врожайність олійної культури.

7. Незважаючи на збільшення витрат води на одиницю площі, більш ефективно волога використовувалася на варіантах внесення регуляторів

росту. Коефіцієнт водоспоживання мінімальним був за обробітку рослин «Архітект» (0,5 л/га) та «Церон» (0,5 л/га), відповідно 1705,2–2138,7 та 1760,8–2181,7 м³/т. Дещо вищим за використання «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 1893,1–22,87,8 м³/т. Найбільшу кількість вологи на одиницю продукції рослини соняшнику витрачали на контролі без використання препаратів – 2178,9–2439,6 м³/т. Адже регулятори росту рослин на соняшнику сприяють раціональнішому використанню вологи на одиниці продукції, хоча сумарна кількість витраченої вологи дещо вища через кращу розвиненість рослин та вищі показники врожайності.

8. Застосування регуляторів росту на рослинах соняшнику гібридів Subaru HTS (середньопізній), SY Курава (середньостиглий), Sumiko HTS (середньоранній) демонструють достовірне зростання вмісту хлорофілу, за використання регуляторів росту в порядку спадання: «Церон» – 6,15–6,66 мг/г; «Архітект» – 6,17–6,52 мг/г; «Вимпел К-2» – 5,58–5,86 мг/г. В той час як на контролі без обробітку препаратами він становить 4,45–4,64 мг/г, що було на 1,13–2,02 мг/г (20,2–30,3 %) меншим.

9. Співвідношення умісту хлорофілів "А"/"В" при використанні «Архітект» та «Церон» було на рівні 2,41–2,43 та 2,55–2,61 відповідно, що свідчить про високу активність хлорофілу "А" та високу його продуктивність. За внесення регулятора росту «Вимпел К-2» співвідношення "А"/"В" зменшувалося до 1,28–1,96, що вказує на вищу стійкість рослин до негативних чинників навколишнього середовища при використанні зазначеного препарату, завдяки збільшенню умісту хлорофілів "В" у листках соняшнику до 1,92–2,02 мг/г.

10. Максимальні показники збільшення діаметра кошика, по відношенню до контролю, забезпечував регулятор росту «Церон» (0,5 л/га) на середньоранньому гібриді Sumiko HTS – 3,1 см (14,3 %), середньостиглому SY Курава – 3,7 см (19,6 %), середньопізньому Subaru HTS – 3,4 см (11,8 %). Деякі відмінності між гібридами соняшнику можна пояснити їх біологічними

особливостями. В цілому приріст діаметра кошика соняшнику від «Церон» становив 11,8–19,6 %.

11. Найбільша кількість квіток зафіксована при використанні регулятора росту «Церон» (0,5 л/га) – 1049–1136 шт., що було на 61–100 шт. (5,8–8,8%) більше за контрольний варіант без препаратів (988–1108 шт). Високі показники за кількістю сформованих квіток мав препарат «Архітект» (0,5 л/га) – 1019 – 1128 шт., який перевищував контроль на 31,0–92,0 шт. (3,0–8,1 %). Виявлена пряма кореляція між збільшенням діаметра кошика та кількістю квіток у ньому. Запилення квіток соняшника як на контролі так і за внесення всіх регуляторів росту рослин («Вимпел К-2», «Церон», «Архітект») було практично однаковим 75,0–78,2 % з невеликою тенденцією переваги у 3,2 в. п. (відсоткових пункти) до підвищення за використання регуляторів росту.

12. Регулятори росту мали деякий вплив на масу 1000 насінин соняшнику, зокрема такі препарати як «Церон» (0,5 л/га) та «Архітект» (0,5 л/га), збільшували масу насіння на 6,5–15,7 %. При цьому практично не виявлено різниці у масі 1000 насінин між досліджуваними гібридами, яка варіювала у межах – 46,7–55,7 г незалежно від групи стиглості.

13. Внесення регуляторів росту рослин, зокрема «Церон» (0,5 л/га) і «Архітект» (0,5 л/га), значно збільшувало урожайність насіння соняшнику порівняно із контрольним варіантом (без препаратів) на 9,35–29,2 % за рахунок підвищення стійкості та толерантності гібридів соняшнику до несприятливих факторів навколишнього середовища, зокрема посушливих умов у серпні. Мінімальну надбавку від використання регуляторів росту рослин забезпечував «Вимпел К-2» (0,7 л/га) – 0,13–0,4 т/га, що становило 9,35–23,8 %. Середньопізній гібрид Subaro HTS в критичні фази росту і розвитку рослин соняшнику (фаза цвітіння, налив насіння) потрапляв у жорсткіші умови вологозабезпеченості та знижував врожайність на 0,12–0,38 т/га, або на 8,6–20,3 % порівнюючи із середньораннім та середньостиглим гібридами.

14. Застосування регуляторів росту рослин на соняшнику практично не впливало на натуру насіння та його лушпинність, водночас давало можливість

підвищити олійність за використання препарату «Церон» (0,5 л/га) до 51,95–53,87 %, «Архітект» (0,5 л/га) до 51,95–52,91 %, що перевищувало контроль (без обробітку препаратами) на 2,89–7,69 та 3,85–5,77 в. п. Відмічено підвищення олійності у середньораннього гібриду Sumiko HTS до 46,18–53,87 %. Що ймовірно пов'язано з кращими умовами вологозабезпеченості у середньораннього гібриду порівнюючи з середньостиглим і середньопізнім.

15. Виявлено максимальні показники вмісту білка за використання «Церон» (0,5 л/га) – 22,17–22,50 % та «Архітект» (0,5 л/га) – 22,17–22,40 %, що перевищувало контроль відповідно на 0,44 – 1,07 та 0,40–0,80 в. п., або 1,98–4,75 та 1,80–3,57 %. Препарат «Вимпел К-2» (0,7 л/га) проявляв невелику тенденцію до збільшення умісту білку у насінні сояшника на 0,16–0,44 в.п, або 0,7–2,0 %, а вміст білку був однаковим та варіював у межах 21,9–22,50 %.

16. Ефективнішим з економічної точки зору є препарат «Церон» (0,5 л/га) на гібриді SY Курава (середньостиглий) який забезпечував рівень рентабельності на рівні – 199,3 % та на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) – 192,6 %. Слід виділити також препарат «Архітект» (0,5 л/га) на гібриді Sumiko HTS (середньоранній) із рівнем рентабельності – 185,7 %. Кращі економічні показники мали більш ранньостигліші гібриди сояшнику, зокрема середньостиглий SY Курава забезпечував максимальні показники рентабельності – 129,2–199,3 %, дещо нижчі середньоранній Sumiko HTS – 111,2–192,6 %.

17. Середньопізній гібрид Subaru HTS забезпечував мінімальну рентабельність виробництва насіння сояшнику – 98,5–126,6 %, що пов'язано із нижчими показниками врожайності за посушливих умов у серпні, коли більш пізні гібриди потрапляли у несприятливі умови вологозабезпеченості в час наливання насіння сояшнику, а це призводило до збільшення кількості невиповненого насіння.

18. Витрачена енергія в технології вирощування сояшнику компенсувалася його урожаєм (1,26–1,87 т/га) із валовим вмістом енергії 21798–32351 МДж/га, що доводить досить високий показник енергетичного

коефіцієнта (K_{ee}) – 3,1, або повернення енергії з отриманим урожаєм було в 3,1 рази вищим, а ніж затраченої.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В посушливих умовах Північного Степу України з метою стабілізації валових зборів насіння соняшника високої якості з умістом олії 52,0–54,0 % та високими показниками економічної ефективності виробництва слід рекомендувати внесення регуляторів росту «Церон» – 0,5 л/га та «Архітект» – 0,5 л/га у фазу 6–8 справжніх листків соняшнику (ВВСН 16–18).

Висівати середньоранні (Sumiko HTS) та середньостиглі (SY Курова) гібриди соняшнику із коротшим вегетаційним періодом який потрапляє в більш сприятливі умови вологозабезпеченості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція*. 2013. № 5. С. 74–75.
2. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. 3. 41-44
3. Leyser, O. Auxin Signaling. *Plant Physiology*. 2018. 176(1). 465–479.
4. Sabatini S., Beis D., Wolkenfelt H., Murfett J., Guilfoyle T., Malamy J., Benfey P., Leyser O., & Bechtold N. (1999, November). An Auxin-Dependent Distal Organizer of Pattern and Polarity in the Arabidopsis Root. *Cell*. 99(5). 463–472.
5. Головка О. Високі врожаї завдяки вітчизняним біостимуляторам. *Урядовий кур'єр*, 1997. №34. С. 9.
6. Анішин Л. А. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2002. № 10. 2004. С. 58.
7. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 105.
8. Волкогон В. В., Волкогон М. В., Дімова С. Б. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2010. 463 с.
9. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантелеєв В. К., Слюсаренко О. М. Імунітет рослин. Київ : Колоб'іг, 2004. 304 с.
10. Меркушина А. С. Фіторегулятори та мікроелементи в захисті рослин. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 66. С. 54–57.
11. Пономаренко С. П. Регулятори росту. Екологічні аспекти застосування. *Захист рослин*. 1999. № 12. С.15
12. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин на основі N–оксидів похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність). Київ : Техніка, 1999. 272 с.

13. Пономаренко С. П., Боровик Г. С. Регулятори росту рослин. *Захист рослин*. 1997. № 11. С. 2–5.
14. Коноваленко, Л. І., Моргунов, В. В., Петренко, К. В. Ефективність різних регуляторів росту рослин та біопрепаратів в умовах Степу. *Агроекологічний журнал*, 2013. 2, 51-56.
15. Скуротівська О. В., Білітюк А. П. Регулятори росту у формуванні врожайності. *Захист рослин*. 2000. № 10. С. 21–23.
16. Enders T. A., & Strader L. C. Auxin activity: Past, present, and future. *American Journal of Botany*. 2015. 102(2). 180–196.
17. Fendrych M., Akhmanova M., Merrin J., Glanc M., Hagihara S., Takahashi K., Uchida N., Torii K. U., & Friml J. Rapid and reversible root growth inhibition by TIR1 auxin signalling. *Nature Plants*. (2018, July). 4(7), 453–459.
18. Mashiguchi K., Tanaka K., Sakai T., Sugawara S., Kawaide H., Natsume, M., Hanada A., Yaeno T., & Shirasu K. The main auxin biosynthesis pathway in Arabidopsis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011. 108(45). 18512–18517.
19. Petrask J., Mravec J., Bouchard R., Blakeslee J. J., Abas M., Seifertova D., Wisniewska J., Tadele Z., & Kubes, M. PIN Proteins Perform a Rate-Limiting Function in Cellular Auxin Efflux. *Science*. 2006. 312(575), 914–918.
20. Sabatini S., Beis D., Wolkenfelt H., Murfett J., Guilfoyle T., Malamy J., Benfey P., Leyser O., & Bechtold N. An Auxin-Dependent Distal Organizer of Pattern and Polarity in the Arabidopsis Root. *Cell*. 1999. 99(5). 463–472.
21. Heisler M. G., Ohno C., Das P., Sieber P., Reddy G. V., Long J. A., & Meyerowitz E. M. Patterns of Auxin Transport and Gene Expression during Primordium Development Revealed by Live Imaging of the Arabidopsis Inflorescence Meristem. *Current Biology*. 2005. 15(21). 1899–1911.
22. Мусієнко М. М. *Фізіологія рослин*. Київ: Либідь, 2005. 541–546.

23. Веденичова Н. П., Косаківська І. В. Цитокиніни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ: Наш формат. 2017. 200.
24. Cornforth J. W., Millborrow B. V., Ryback G. Synthesis of (\pm)abscisin. *Nature*. 1965. No. 4985. 206.
25. Milborrow B. V. The pathway of biosynthesis of abscisic acid in vascular plants: A review of the present state of knowledge of ABA biosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 2001. 52. 359.
26. Goodwin T. W., Merger E. I. Introduction to Plant biochemistry. *Pergamon press*. Oxford ; New York. 1983. 677.
27. Абраїмова О. Є., Піралов Г. Р., Сатарова Т. М. Біотехнологічна характеристика калусогенезу в культурі незрілих зародків кукурудзи під впливом абсцизової кислоти та 6-бензиламінопурину. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина*. 2010. Вип. 1. т. 1.
28. Іванюк, Т. В. Рістрегулюючі та фунгібактерицидні властивості іфонію та іфонілію як перспективних етиленпродуцентів у технології вирощування озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1998. 30 (6). 450-456.
29. Домарацький Є.О., Домарацький О.О., Козлова О.П. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід'ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур. *Сучасний рух науки: тези доп. V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 7-8 лютого 2019 р., Дніпро*. 202-206.
30. Ходаніцька, О. О., & Колісник, О. М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва. In *Materiály xvi mezinárodní vědecko-praktická konference Moderní vymoženosti vědy, 22-30 ledna 2020 r. Vol. 10.-Praha Publishing House «Education and Science», 2020. S. 45-49.*
31. Ludwig-Müller J. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation*. 2000. 32. 219-230.

32. Сендецький, В. М. Передпосівне оброблення насіння соняшнику регуляторами росту і його вплив на формування врожайності в умовах Лісостепу Західного. *Збірник ПДАТУ «Подільський вісник»*. 2017. 26. 175–179.
33. Юхимук В.В. Ефекти взаємодії аклоніфену та прометрину на посівах соняшника. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. 54. 6. 537–547.
34. Surico G. A Cytokinin from the culture filtrate of *Pseudomonas syringae* pv. *Savastanoi*. *Phytochemistry*. Elsevier BV. 1985. 24. 7. 1499–1502
35. Klämbt D. Cytokinins in *Helianthus annuus*. *Planta*. Springer Science+Business Media. 1968. 82. 2. 170–178.
36. Kaiss-Chapman R. W., Morris R. O. Trans-zeatin in culture filtrates of *Agrobacterium tumefaciens*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* Academic Press. Elsevier BV. 1977. 76. 2. 453–459
37. Hallmark H., Černý M., Brzobohatý B., Rashotte M. trans-Zeatin-N-glucosides have biological activity in *Arabidopsis thaliana*. *PLOS ONE*. 2020. 15. 5.
38. Schiller L. G., Magnitskiy S., Schiller L. G., Magnitskiy S. Effect of trans-zeatin riboside application on growth of banana (*Musa AAA Simmonds*). *Williams in the juvenile phase*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2019. 13. 2. 161–170
39. Войтенко Л. В., Косаківська І. В. Поліфункціональний фітогормон абсцизова кислота. *Вісник ХНАУ. Серія біологія*. 2016. 1(37).
40. Курчий Б. О. Захисна антиоксиданта дія абсцизової кислоти. Захисна антиоксиданта дія абсцизової кислоти. *Физиология и биохимия культ. Растений*. 2001. 33. 2.
41. Asami T., Robertson M., Yamamoto S. Biological activities of an abscisic acid analog in barley, cress, and rice. *Plant and Cell Physiology*. 1998. 39(3). 342–348.

42. Kashem M. A., Hori H., Itoh K. Effects of (+)-8',8',8'-trifluoroabscisic acid on α -amylase expression and sugar accumulation in rice cells. *Planta*. 1998. 205(3). 319–326.
43. <https://archive.epa.gov/heads/archive-heads/web/html/index-2.html>
44. Ніколайчук В. І., Гейник Л. В., Горбатенко І. Ю. Вивчення регулюючої ролі та розвиток рослин дії етиленпродуцента ретпролу. *Фізіологія і біохімія культ. рослин*. 1999. 31(4). 281–284.
45. Kaphina-Toteva V., Somleva M., Slantchev K. Anticytokinin effect of lateral buds growth of Rose in vitro. *Bulg. J. Plant Physiol.* 1998. 61.
46. Скоробогатова И. В., Захарова Е. В., Карсункин Н. П. Изменение содержания фитогормонов в проростках ячменя разного возраста при внесении регуляторов, ингибирующих рост. *Агробиохимия*. 1999. 9. 57–59.
47. Asami T., Min Y. K., Nagata N. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. *Plant Physiol.* (2000). 123(1). 93–99.
48. Щербаков, В. Я., Домарацький, Є. О. Можливість підвищення ефективності мінеральних добрив при вирощуванні соняшника. *Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції "Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва"*. Одеса. 2018. 35–36.
49. Рогач Т.І., Кур'ята В.Г. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 140.
50. Сендецький, В. М. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та форсування врожайності рослин соняшнику. *Вісник Діпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 3, 4(2017). 0–43.
51. Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. К.: Фітосоціоцентр. 2000. 272

52. Козлова, О. П. Формування врожайності гібридів соняшнику залежно від фунгіцидів біологічного походження та стимуляторів росту. *Таврійський науковий вісник*. 2018. 102. 52-57
53. Domaratskiy E. O., Shcherbakov V., Bazaliy V., Kozlova O., Zhuykov A., Mikhalenko I., Boychuk I., Domaratskiy A., Teteruk A. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the Sunflower Mineral Nutrition System. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical*. 2019. 10(2). 301–308.
54. Янченко В.О., Смольський О.С., Ясна Н.С. Біологічно активні речовини. *Навчальний посібник*. Чернігів: НУЧК. 2023. 348.
55. Холодний М.Г. Вибрані праці. К.: Наукова думка, 1970. 450 с.
56. Wegmann K. Progress in Orobanche research during the past decade. *In Proc. 4th Int. Symp. Orobanche, Albena, Bulgaria*. 1998. 13–17.
57. Анішин, Л.А. Основні результати і перспективи досліджень ефективності регуляторів росту в рослинництві. *Регулятори росту рослин у землеробстві*. К.: Аграрна наука. 1998. 26–33.
58. Буряк Ю.І., Огурцов Ю.Є., Чернобаб О.В., Клименко І.І. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. 16. 20–25.
59. Пономаренко С. П., Циганкова В. А., Блюм Я. Б., Галкін А. П. Новий напрямок у рослинництві – застосування природних полі компонентних регуляторів росту рослин з біозахисним ефектом. *Наука та інновації*. 2013. 9. 5. 69–77
60. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Добровольський А.В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. 4 (92). 77–84.
61. Козлова, О.П. Особливості вирощування гібридів соняшника в умовах глобальних кліматичних змін. *Матеріалах Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Стан і перспективи розвитку селекції в умовах змін клімату»*. Херсон. 2018. 184

- 62.Любицька, Д. М., & М'ялковський, Р. О. (2024). Фотосинтетична активність ранньостиглих гібридів соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, (32), 37-48.
- 63.Шкатула, Ю. М. Вплив біологічних препаратів на продуктивність соняшнику. *The scientific heritage*. 2010. 44. 7-23.
- 64.Кучеренко С. Ю. Організаційно-економічні засади ефективного виробництва соняшнику в Україні. *Економічний вісник університету*. 2015. 24/1. 45–48.
- 65.Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., Почколіна С. В. Ефективність виробництва і реалізації соняшнику в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2013. 41(2). 139–144.
- 66.Щовть Ю. Ю., Ільків, Л.А. Формування ефективності виробництва соняшнику в Україні. *Молодий вчений*. 2015. 12. 184–187.
- 67.Матейчук Ю. В. Шляхи підвищення економічної ефективності вирощування соняшнику. *Міжнародний науковий журнал*. 2015. 9. 133–136.
- 68.Перетяцько І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. 2. 175–179.
- 69.Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України (*Рекомендації*). 2011. Київ: ДІА. 576
- 70.Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С., та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія]. колектив авт.: С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Н. С. Лобода [та ін.]; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового.– Одеса: Вид. „ТЕС” , 2015. 520.
- 71.Юдин Ф.А. Методика агрохімічних досліджень. М.: Колос. 1980. 365.
- 72.Олесюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшнику в північній частині Степу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ. 2000. 16 с.

- 73.Ткаліч І.Д., Ткаліч Ю.І., Ричик С. Г. Квітка сонця (основи біології та агротехніки соняшника). Дніпропетровськ. 2011. 172. 74.
- 74.Андрієнко О. О., Андрієнко А. Л., Жужа О. О. Види та причини вилягання соняшнику – як цьому запобігти. Спецвипуск. "Пропозиція. Соняшник: прості рішення складних питань". 2017. 16–28.
- 75.Кохан, А. В. Біодобрива у технології вирощування соняшнику. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 2016. 25, 34.
- 76.Гарбар Л. А., Горбатюк Є. М. Особливості формування продуктивності посівів соняшника. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. 1–2. 24–26.
- 77.Yatsenko V., Zhatova H., Kolosok I. Optimization of the sunflower crops structure in technologies with retardants application. *East european scientific journal.*, Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe., Warszawa, Polska. 2021. 22–26.
- 78.Yatsenko V., Zhatova H., Kolosok I.. Reactions of sunflower hybrids for the retardant application, *Danish scientific journal*. Kobenhavn. Demark. 2021. 3–8.
- 79.Сендецький, В. М. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та форсування врожайності рослин соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. 3. 40–43.
- 80.Тимофійчук О. Б. Біостимулятори-добрива нового покоління в технологіях вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. 54(2). 105–110.
- 81.Ткалич Ю. І. Вплив мікродобрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику на Північному Степу України. *Науко-Технічний Бюлетень Інституту Олійних Культур НААН*. 23. 2016. 169–177.

- 82.Ткалич Ю. І., Ніценко М. П. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику в залежності від біопрепаратив. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2014. 2. 124–130.
- 83.Чуйко Д. В., Брагін О. М., Михайленко В. О., Романова Т. А., Романов О. В. Вплив регуляторів росту рослин на продуктивність ліній соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2020. 117. 215–226.
- 84.Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрих на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. 107. 183–188.
- 85.Огурцов Ю. Є., Барановський О. В., Капустін А. С. Роль сучасних регуляторів росту рослин в технологіях вирощування просапних культур. 2017. 208
- 86.Покопцева Л. А., Єременко О. А., Булгаков Д. В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду. *Армада*. 2015. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 4. 127–135.
- 87.Єременко О. А., Калитка, В. В. Вплив РРР на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування Україн*. 2016. 1(58). 13
- 88.Єременко О. А. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) (F1) залежно від дії регулятора росту рослин в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. 98. 57–65.
- 89.Сахошко М. М., Кравченко М. Й., Яценко В. М., Колосок І. О. Розвиток листової поверхні та структура продуктивності гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ, серія Агронія та біологія*. 1–2 (35–36). 2019. 33–39.

90. Троценко В. І., Кабанець В. М., Яценко В. М., Колосок І. О. Моделі формування продуктивності соняшнику та їх ефективність в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ, серія Агронія та біологія*. 2 (40). 2020. 72–78.
91. Троценко В. І., Жатова Г. О., Яценко В. М., Колосок І. О. Вплив ретардантів на ріст рослин та структуру урожайності соняшнику. *Вісник Сумського НАУ, серія Агронія та біологія*. 1 (43). 2021. 55–64.
92. Троценко В. І., Яценко В. М. Стан і перспективи культури соняшнику в зоні Північно-східного Лісостепу та Полісся України. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ*, 24–25 травня 2018. 151–152.
93. Троценко В. І., Яценко В. М. Особливості технологічного регулювання листкового апарату соняшнику в північно-східному Лісостепу та Поліссі. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ*, 24–25 травня 2019. 139–140.
94. Яценко В. М., Мамонова Н. С., Берімець Ю. П., Гречана В. О. Ефективність використання ретардантів для обробки насіння соняшнику. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ*, 13–17 квітня 2020. 115–116.
95. Троценко В. І., Колосок І. О., Яценко В. М. Розвиток листкової поверхні та врожайність гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції Гончарівські читання*. Суми. 25–26 травня 2020. 43–44.
96. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрих на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція та насінництво*. 2015. 107. 183–188.
97. Огурцов Ю.Є., Барановський О.В., Капустін А.С. Роль сучасних регуляторів росту рослин в технологіях вирощування просапних культур. URL http://www.dolina.ua/files/8/6_faxovi.pdf (дата звернення 12.10.2017).

98. Мельник І. П., Мельник М. П., Присяжнюк М. П. Застосування регуляторів росту в технологіях вирощування с/г культур. *Матеріали міжнародної конференції*. Львів. 2013. 45-47.
99. Анішин Л. Біостимулятори на допомогу. *Агроперспектива*. 2008. 3. 46–47.
100. Базалій В. В., Домарицький Є. О., Козлова О. П. Вплив біофунгіцидів і стимуляторів росту на продуктивність соняшнику та якість олійної сировини. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Зрошуване землеробство*. 2019. 71. 5–10.
101. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Посівні якості насіння соняшнику залежно від впливу регуляторів росту рослин та протруйників. *Селекція і насінництво*. 2014. 105. 173–177.
102. Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В. Біопрепарат нового покоління групи хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. 98. 51–56.
103. Поляков О., Нікітенко О. Додаткове живлення соняшнику. *Пропозиція*. 2013. 6. 23–27.
104. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. *Матеріали міжнародної конференції Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве*. К. 2008. 45–48.
105. Тоцький В. М., Поляков О. І. Вплив мінеральних добрив на показники продуктивності та якості насіння гібридів соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2011. 14. 232–237.
106. Третьякова С. О., Сержук О. П., Єремєєва О. А., Терещенко Ю. Ф. Вплив фомопсису на формування рівня врожайності насіння гібридів соняшнику. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. 28. 147–155.

107. Шевченко О. М., Онопрієнко В. П., Оничко Г. О. Вплив систем удобрення на урожайність та господарські показники гібридів соняшнику в умовах північно-східного регіону України. *Вісник Сумського НАУ*. 2005. 12. 55–58.
108. Мельник А. В. Агробіологічні основи формування врожаю соняшнику та ріпаку ярого в лівобережному лісостепу України: автореф.дис. на здобуття наукового ступеня д-ра с.-г. наук: 06.01.09. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2013. 43.
109. Жемчужин В. Ю. Підвищення продуктивності соняшнику при застосуванні біопрепаратів та мікродобрива в умовах північно-східного Лісостепу України. 06.01.09 – рослинництво: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. *Сумський національний аграрний університет*. Суми : СНАУ. 2013. 235.
110. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В., Федорчук М.І. Олійні культури в Україні: навчальний посібник (2-ге вид., перероб. і допов.). К.: Основа. 2008. 272
111. Коваленко, А. М., Таран, В. Г., Коваленко, О. А. Вирощування соняшнику в сівозмінах в умовах Степу, 2009. 157-161.
112. Поляков, О. І., Нікітенко, О. В., & Літошко, С. В. Особливості водоспоживання соняшнику гібриду Ратник. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2018. 25, 136-143.
113. Круть В.М. Обробіток ґрунту в інтенсивному землеробстві. К.: Урожай. 1986. 136
114. Baranskyi, D. Вирощування соняшнику за коливання клімату та вологозабезпеченості в умовах Лісостепу Західного. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agronomy*, 2024. (28), 57-66.
115. Наумов, М.М. Метод оцінки агрометеорологічних умов формування продуктивності соняшника і прогнозу врожайності на Півдні України

- (Дис. канд. геогр. наук: 11.00.09). *Одеський держ. екологічний ун-т.* Одеса. 2004.131–132.
116. Цандур М. О. Наукові основи землеробства Південного Степу України. Одеса: Папірус. 2006. 180.
117. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. *Агроном.* 2006. 4 (14). 12–13.
118. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном.* 2007. 1. 8–9.
119. Просулько В. Чого чекати від глобального потепління. *Пропозиція.* 2001. 12. 40–41.
120. Кошовий В.О. Вплив режимів зрошення, добрив і густоти стояння рослин на урожайність та якісні показники соняшнику кондитерського напрямку. *Аграрний вісник Причорномор'я.* 2004. 26(2). 49–54.
121. Ушкаренко В.О., Андрусенко І.І., Пилипенко Ю.В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. 2005. *Таврійський науковий вісник.* 38. 168–175.
122. Гончаров А. Чаше – хуже? Подсолнечник и плодородие почвы. Зерно. 2016 (сентябрь). Режим доступу: http://www.zerno-ua.com/journals/2016/sentyabr-2016-god/chashche_huzhe_podsolnechnik-i_plodorodie-pochvy.
123. Ромащенко, М. І. Деякі завдання аграрної науки, зумовлені змінами клімату. *Вісник аграрної науки.* 2003. 1. 16–20.
124. Іващенко О. О., Рудник–Іващенко О. І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки.* 2011. 8. 10–12.
125. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука. 2005. 144–156.
126. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік URL:<https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
127. <https://www.syngenta.ua/product/seed/sumiko-hts>

128. <https://www.syngenta.ua/product/seed/si-kupava>
129. <https://www.syngenta.ua/product/seed/subaro-hts>
130. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL:<https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-dovykorystannya-v-ukrayini/>
131. Архітект (ТМ BASF)
URL:https://www.agro.basf.ua/uk/Products/overview/Регулятори-росту/Архітект.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAi6uvBhADEiwAWiyRdl0eOUMV783KKTfMjD3vQc8QHOSxNvChTthP1EA-OL14hEm2NkH0RxoC8zYQAvD_BwE
132. Церон (BAYER)
<https://www.cropscience.bayer.ua/Products/GrowthRegulators/Cerone>
Вимпел К-2. URL: https://dolina.ua/product/preparat-dlia-obrobky-nasinnia-vympel-k2/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAi6uvBhADEiwAWiyRdgKd-YnxcHQtnOJYwKH_bQOMmYQlmrq-yWLR0wIaz71t6mKuXMefYBoCvAMQAvD_BwE
133. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько, С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант. 2008. 272 с.
134. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан. 2016. 316 с.
135. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан. 2016. 341 с.
136. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. К.: Вища шк. 1994. 334 с.

137. Доспєхов Б. А. Методика польового дослїду. 5-е вид., доп. і перероб. М.: Агропромиздат, 1985.
138. Волкодав В. В. *Методика державного сортовипробування сїльськогосподарських культур*. К.: 2000. 100 с.
139. Визначення жиру методом імпульсної ЯМР-спектроскопії. URL:<https://apk.hlr.ua/obektyi-isledovaniya/kombikorm/>
140. Войтович О.М., Лях В.О., Левчук Г.М. Лабораторний практикум з фізіології та біохімії рослин. Запорізький національний університет. 2008. 77–81.
141. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сїльськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / за ред. О. М. Шпичака. Київ : ІАЕ, 2003. – 484 с.
142. 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 сїльського господарства Степової зони НААН України, 2012. 172 с.
143. 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.
144. Ціноутворення та нормативні витрати в сїльському 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 сїльськогосподарську продукцію. Київ, 2008. 650 с.).
145. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Грищенко Л. Д. Біоенергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сїльськогосподарського виробництва. Київ : Наукова думка, 2005. 199 с.
146. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. *Методика польового дослїду*: навч. посіб. Херсон, 2014. 448.

147. Ушкаренко В. О., Коваленко В. П., Плоткін С. Я., Поляков М. Г. Використання персональних комп'ютерів для вирішення задач оптимізації сільськогосподарського виробництва: Навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2001. 94.
148. Циліорик О. І., Остапчук Я. В. Вміст хлорофілу та фотосинтетична активність соняшнику під впливом регуляторів росту рослин в посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023.134. 185-195.
149. Циліорик О. І., Остапчук Я. В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. 22. 108–117.
150. Tsyliuryk O. I., Rumbakh M. Y., Izhboldin O. O., Bondarenko O. V., Nozdrina N. L., Ostapchuk Y. V. Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology*. 2022. 5(1). 27–34.
151. Циліорик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., Остапчук Я. В. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному Степу України. *Зернові культури*. Том 6. № 1. 2022. 69–81.
152. Tsyliuryk O. I., Horshchar V. I., Izhboldin O. O., Kotchenko M. V., Rumbakh M.Y., Hotvianska A.S., Ostapchuk Y.V., Chornobai V.H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (3). 106–116.
153. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Ostapchuk Ya. V., Shevchenko A. M., Derevenets-Shevchenko E.A. Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(1). 487–497.
154. Циліорик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., Остапчук Я. В. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику. *Агроном*. 2023. № 3 (81). 62–66.

155. Цилюрик О. І., Остапчук Я. В. Баланс вологи у посівах соняшнику під впливом обробітку ґрунту та удобрення. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої видатному вченому, викладачу, організатору сільськогосподарського виробництва, засновнику Херсонського земського сільськогосподарського училища, кандидату сільського господарства і лісівництва К.І. Тархову (22 травня 2020 р., м. Херсон Херсонська обл., Україна)*. Херсон: ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 33–35.
156. Цилюрик О. І., Остапчук Я. В. Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах соняшнику Північного Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур (За матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р.))*. Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2020. 84–90.
157. Цилюрик О. І., Остапчук Я. В. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники рослин соняшнику. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Дніпро, 25 лютого, 2021 р.)* / НААН, ДУ Інститут зернових культур. Дніпро. 2021. 272–274
158. Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., Остапчук Я.В. Ефективність біопрепаратів в посівах соняшнику Степу України. *Сучасні технології та системи захисту рослин: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (23 березня 2021 р., м. Херсон)*. Херсон: «ХДАЕУ». 2021. 3–6.
159. Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., Остапчук Я.В. Ріст і розвиток рослин соняшнику під впливом мілкої обробітку ґрунту та удобрення в Північному Степу. *Наукові засади підвищення ефективності*

сільськогосподарського виробництва (За матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 25-26 листопада 2021 р.)).
Харків: ДБТУ. 2021. 262–265

160. Циліорик О.І., Іжболдін О.О., Остапчук Я.В. Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах соняшнику Степу України. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження Орлюка Анатолія Павловича – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур (Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки (м. Херсон, 24 грудня 2021 р.)).* Херсон: ІЗЗ НААН. 2021. 166–168
161. Циліорик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Остапчук Я. В. Ефективність біопрепаратів на соняшнику в Північному Степу України. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН, 135-річчю від дня народження Єремєєва Івана Максимовича, 125-річчю від дня народження Фрідріха Антона Йосиповича, 115-річчю від дня народження Ремесла Василя Миколайовича (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.).* Центральне. 2022. 159–160.
162. Hernandez L. F. Morphogenesis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by exogenous application of plant growth regulators, *Agriscientia*. 1996. XII. 3–11.
163. Козлова О. П. Продуктивність соняшнику при застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту у технології вирощування на півдні України. Херсон, 2019. 20 с.

164. Сендецький В. М. Передпосівне оброблення насіння соняшнику регуляторами росту і його вплив на формування врожайності в умовах Лісостепу Західного. *Збірник ПАТУ «Подільський вісник»*. 2017. 26. 1. 175–179.
165. Сендецький В. М. Вплив комплексних регуляторів росту на врожайність соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. Київ. 2017. 100–108.
166. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин. К.: 2003. 219.
167. Мельник І. П., Присяжнюк М. П. Застосування регуляторів росту в технологіях вирощування с/г культур. *Матеріали міжнародної конференції*. Львів. 2013. 45–47.
168. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрих на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція та насінництво*. 2015. 107. 183–188.
169. Єременко О. А., Калитка В. В. Вплив РРР на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. *НУБіП – наукові доповіді*. 2016. 1 (58). 11.
170. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. 107. 183–188.
171. Милуvene Л., Новицкене Л., Гавелене В. Эффект соединения 17-DMC на уровень фитогормонов и рост рапса Brassica napus. *Физиология растений*. 2003. 50(5). 733–737.
172. Покопцева Л.А., Єременко О.А., Булгаков Д.В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. 4. 127–135.

173. Agronom.com.ua. Високий соняшник і високий врожай: не одне і те ж саме. URL: <https://www.agronom.com.ua/vysokyj-sonyashnyk-i-vysokyj-urozhaj-ne-odne-i-te-zh-same/> (дата звернення 29.09.2022).
174. Троценко В. І., Кабанець В. М., Троценко В. І. Адаптивна модель генотипу соняшнику для північно-східного лісостепу та полісся України. *Посібник українського хлібороба*. 2014. 2. 41–45.
175. Маков І. Хвороби соняшнику та біоекологічні особливості їх збудників. У збірнику «Здоров'я рослин: соняшнику». ТОВ «Прес-Медія». 2016. 99–117.
176. Скидан В. За накопичення олії у соняшнику відповідає листя. *Агробізнес сьогодні*. 2017. 7. 4–6.
177. Станев В. Фотосинтетическая деятельность подсолнечника в зависимости от условий выращивания. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 1981. 2. 57–63.
178. Сендецький В. М. Ефективність виробництва соняшнику за різних способів застосування регуляторів росту в умовах західного Лісостепу. *Науковий вісник НУБІП*. 2018. 286. 58–67.
179. Сендецький В. М. Передпосівне оброблення насіння соняшнику регуляторами росту і його вплив на формування врожайності в умовах Лісостепу Західного. *Збірник ПДАТУ «Подільський вісник»*. 2017. 26(1). 175–179.
180. Сендецький В. М. Вплив регуляторів росту на врожайність соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБІП*. 2017. 209. 53–61.
181. Білітюк А. П., Скуротівська О. В. Регулятори росту у формуванні врожайності. *Захист рослин*. 2000. 10. 21–23.
182. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. 16. 20–25.

183. Гармаш С. Н., Кулик А. П., Харитонов, Н. Н. Перспективы внедрения природного регулятора биогумата в сельском хозяйстве. *Матеріали Міжнародної конференції Radostin*. ДДАУ. Дніпропетровськ. 2010. 102–103.
184. Біостимулятори (регулятори росту) рослин. Рекомендації по застосуванню. МНТЦ. *Агробіотех. НАН та МОН України*. Київ. 2013. 21.
185. Оверченко, Б. П. Природні ресурси та урожай соняшника в Україні. *Пропозиція*. 2001. 4. 39–40.
186. Поляков О. І., Рожкова В. У., Нікітенко О. В. Агроприйоми вирощування високоолеїнового соняшнику. *Пропозиція*. 2013. 11. 31–35.
187. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Остапенко А. І., Бойко І. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. 1997. Херсон. 21.
188. Цупенко, Н. Ф. Справочник агронома по метеорології. К.: Урожай. 1990. 240.
189. Тихонов К. Г., Христин М. С., Климов В. В. Структура і функціональні особливості фотосинтетичного апарату хлорофілмістких тканин виноградної лози. *Фізіологія рослин*. 2017. 64(1), 69–77.
190. Лемішко С.М., Черних С.А. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрів на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. 17. 94–98.
191. Маркова Н. В. Формування продуктивності гібридів соняшнику залежно від строків сівби та заходів боротьби з бур'янами в умовах південного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. 4(1). 170–175.
192. Гораш О. С., Сендецький В. М. Застосування регуляторів росту в технології вирощування соняшнику в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали наукової інтернет конференції «Інноваційні технології в рослинництві». 2018. 36–37.

193. Yeremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSRJAVS)*. 2016. 9(1). 59–64.
194. Троценко В. І., Яценко В. М., Колосок І. О. Перспективи використання ретардантів на посівах соняшнику. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції Гончарівські читання. Суми. 25-26 травня 2020. 98–99.*
195. Яценко В. М., Фу Юаньчжи Ефективність моделей формування продуктивності соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (19-23 квітня 2021 р.). Суми. 2021. 55.*
196. Яценко В. М., Колосок І. О. Параметри використання ретардантів у технології вирощування високорослих гібридів соняшнику. «Гончарівські читання»: *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 92-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (25- травня 2021 р.). Суми. 2021. 105–106.*
197. Колосок І. О., Яценко В. М. Особливості формування урожайності соняшнику в технологіях із використанням ретардантів. «Гончарівські читання»: *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 92-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (25- травня 2021 р.). Суми. 2021. 94–95.*
198. Yatsenko Vitalii. The Effectiveness Of The Use Of Retardants On Sunflower Crops. *The World Of Science And Innovation Proceedings of XII*

International Scientific and Practical Conference London, United Kingdom 1-3 July 2021. 84–88.

199. Дорохов В.І. Хімія мінеральних добрив і пестицидів. (Конспект лекцій). Житомир: Вид-во ЖНАЕУ. 2014. 113.
200. Leyser O. Auxin Signaling. *Plant Physiology*. 2018. January. 176(1). 465–479.
201. Масляк О., Ільченко О. Економіка вирощування та збуту соняшнику. *Агробізнес сьогодні*. 2017. 3. 8–14.
202. Матейчук Ю. В. Шляхи підвищення економічної ефективності вирощування соняшнику. *Міжнародний науковий журнал*. 2015. 9. 133–136.
203. 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.
204. Перетятко І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. 2. 175–179.
205. Кузьменко О. Б. Еколого-економічна оцінка використання супутньої продукції зернових культур. *Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць*. 2009. 252. 499–454.
206. 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.
207. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / за ред. О. М. Шпичака. Київ : ІАЕ, 2003. 484.
208. 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).

209. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
210. Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Нора-прінт, 2001. 59 с.
211. 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. Циліурик О.І., **Остапчук Я.В.** Вміст хлорофілу та фотосинтетична активність соняшнику під впливом регуляторів росту рослин в посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 185-195.
2. Циліурик О.І., **Остапчук Я.В.** Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. №22. С. 108-117
3. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin, O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., & **Ostapchuk, Y. V.** Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology*, 2022. № 5(1), 27–34.
4. Циліурик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., **Остапчук Я. В.** Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному Степу України. *Зернові культури*. Том 6. № 1. 2022. 69–81
5. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., **Ostapchuk, Y.V.**, Chornobai, V.H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. № 11 (3). 106-116.
6. Tsyliuryk, A.I., Shevchenko, S.M., **Ostapchuk, Ya.V.**, Shevchenko, A.M., Derevenets-Shevchenko E.A. Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(1), 487–497.
7. Циліурик О.І., Румбах М.Ю., Іжболдін О.О., Бондаренко О.В., Ноздріна Н.Л., **Остапчук Я.В.** Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин

соняшнику. *Агроном*. 2023. № 3 (81). 62-66.

8. Циліурік О.І., **Остапчук Я.В.** Баланс вологи у посівах соняшнику під впливом обробітку ґрунту та удобрення. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки*: матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої видатному вченому, викладачу, організатору сільськогосподарського виробництва, засновнику Херсонського земського сільськогосподарського училища, кандидату сільського господарства і лісівництва К.І. Тархову (22 травня 2020 р., м. Херсон Херсонська обл., Україна). Херсон: ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 33-35.

9. Циліурік О.І., **Остапчук Я.В.** Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах соняшнику Північного Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурс оощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* (За матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р.)). Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2020. 84-90.

10. Циліурік О.І., **Остапчук Я.В.** Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники рослин соняшнику. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Дніпро, 25 лютого, 2021 р.) / НААН, ДУ Інститут зернових культур. Дніпро. 2021. 272-274.

11. Циліурік О.І., Іжболдін О.О., **Остапчук Я.В.** Ефективність біопрепаратів в посівах соняшнику Степу України. *Сучасні технології та системи захисту рослин*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (23 березня 2021 р., м. Херсон). Херсон: «ХДАЕУ». 2021. 3-6.

12. Циліурік О.І., Іжболдін О.О., **Остапчук Я.В.** Ріст і розвиток рослин соняшнику під впливом мілкої обробітку ґрунту та удобрення в Північному Степу. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* (За матеріалами V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 25-26 листопада 2021 р.)). Харків: ДБТУ. 2021. 262-265.

13. Циліорик О.І., Іжболдін О.О., **Остапчук Я.В.** Ефективність стимуляторів росту рослин в посівах соняшнику Степу України. *Наукові читання до 85-річчя від дня народження Орлюка Анатолія Павловича – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур* (Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки (м. Херсон, 24 грудня 2021 р.)). Херсон: ІЗЗ НААН. 2021. 166-168.

14. Циліорик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., **Остапчук Я. В.** Ефективність біопрепаратів на соняшнику в Північному Степу України. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН, 135-річчю від дня народження Єремеева Івана Максимовича, 125-річчю від дня народження Фрідріха Антона Йосиповича, 115-річчю від дня народження Ремесла Василя Миколайовича* (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.). Центральне. 2022. 159-160.

Додаток В

АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: «Ефективність регуляторів росту рослин в посівах соняшнику»
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: СФГ «Україна 2000»
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику, гібрид SY Karava, Subaro HTS, Sumiko HTS, у фазу ВВСН 16-18, наступних стимуляторів росту рослин: «Вимпел К-2» (0,7 л/га); «Церон» (0,5 л/га); «Архітект» (0,5 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2022; площа 68 га
6. Вид продукції: соняшник, врожайність 3,06 т/га, приріст врожайності до стандарту «Вимпел К-2» - 0,09 т/га; «Церон» - 0,22 т/га; «Архітект» - 0,29 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість продукції	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
24220,0	28570,0	19800,0	21350,0	7212,5	6842,9

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):

а) від об'єкта впровадження: керівник Дубовик Віктор Анатолійович

б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідуючий кафедрою рослинництва д. с.-г. наук, професор Цилорик О.І., аспірант Остапчук Я.В.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено: 17 жовтня 2022р

Сторони, що виконують впровадження:

від господарства

від ДДАЕУ

проф. Цилорик О.І.



АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: «Ефективність регуляторів росту рослин в посівах соняшнику»
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: СФП «Солі»
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику, гібрид SubaruHTS, у фазу ВНСН 16-18, цистурних стимуляторів росту рослин: «Вимпел К-2» (0,7 л/га); «Церо» (0,5 л/га); «Архітект» (0,5 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2022 площа 34 га
6. Вид продукції: соняшник, врожайність 3,04 т/га, приріст врожайності до стандарту «Вимпел К-2» - 0,10 т/га; «Церо» - 0,24 т/га; «Архітект» - 0,31 т/га.
7. Сдержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість продукції	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
19080,0	22280,0	19980,0	20280,0	7161,3	6671,1

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):

а) від об'єкта впровадження: керівник Рішній Василь Васильович

б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідувач кафедри рослинництва д. с.-г. наук, професор Циморук О.І., аспірант Остапчук Я.В.,

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено: 08 жовтня 2022р

Сторони, що виконують впровадження:
від господарства

від ДДАБУ

проф. Циморук О.І.



АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: «Ефективність регуляторів росту рослин в посівах соняшнику»
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: СП «Східне»
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику, гібрид SubaraHTS, у фазі ВВСН 16-18, наступних стимуляторів росту рослин: «Вимпел К-2» (0,2 л/га); «Церон» (0,5 л/га); «Архітект» (0,5 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2022, площа 47 га
6. Вид продукції: соняшник, врожайність 2,97 т/га, приріст врожайності до стандарту «Вимпел К-2» - 0,08 т/га; «Церон» - 0,22 т/га; «Архітект» - 0,27 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість продукції	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
19180,0	22280,0	19880,0	20150,0	7161,3	6671,1

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):

а) від об'єкта впровадження: керівник Щербина Сергій Григорович

б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідувач кафедри рослинництва д. с.-г. наук, професор Ципорук О.І., аспірант Остапчук Я.В.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено: 18 жовтня 2022р.

Сторони, що виконують впровадження:

від господарства

від ДДАЕУ

проф. Ципорук О.І.



АКТ

впровадженні у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: «Ефективність регуляторів росту рослин в посівах соняшнику»
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: СФГ «Елада»
4. Складові елементи розробки: Введення на посівах соняшнику, гібрид SYKara, у фазу ВВСН 16-18, наступних стимуляторів росту рослин: «Вимпел К-2» (0,7 л/га); «Церон» (0,5 л/га); «Архітект» (0,5 л/га).
5. Рік та обсяг впровадження: 2022, площа 76 га
6. Вид продукції: соняшник, врожайність 3,17 т/га, приріст врожайності до стандарту «Вимпел К-2» - 0,12 т/га; «Церон» - 0,29 т/га; «Архітект» - 0,35 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн.		Виробничі витрати, грн.		Собівартість продукції	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
18956,0	23824,0	19924,0	21824,0	7379,0	6884,5

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):

а) від об'єкта впровадження: керівник Крачок Олександр Анатолійович

б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: завідувач кафедри рослинництва д. с.-г. наук, професор Ціцкорик О.І., аспірант Остапчук Я.В.,

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено: 10 жовтня 2022р

Сторони, що виконують впровадження:

від господарства

від ДДАЕУ

проф. Ціцкорик О.І. ЦМШ

