

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО**

РОГАЧ ТЕТЯНА ІВАНІВНА

КУР'ЯТА ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЯЦІЇ МОРФОГЕНЕЗУ
ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ
ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ І ТРЕПТОЛЕМУ**

Вінниця
«ТВОРИ»
2018

УДК 581.1:[661.162.65:582.991.131]

Р 59

Рецензенти:

Корнійчук О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, директор Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України

Фурман Ю.М. – доктор біологічних наук, професор Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського

*Рекомендується до друку рішенням Вченої ради
Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського від «23» травня 2018 (протокол № 13)*

Рогач Т.І., Кур'ята В.Г.

Р59 Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему. – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. – 140 с.

ISBN 978-617-7706-03-7

У монографії узагальнено літературні й експериментальні дані щодо впливу регуляторів росту і розвитку рослин на процеси морфогенезу та продуктивність соняшнику. Розглянуто питання впливу різних за напрямком дії препаратів, хлормекватхлориду і трептолему, та їх суміші на анатомічну будову листка і стебла, ростові процеси, вміст і якісні характеристики соняшникової олії, на накопичення та перерозподіл вуглеводів і білкового азоту в рослинах та на урожайність соняшнику.

Для фізіологів рослин, агрономів, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

УДК 581.1:[661.162.65:582.991.131]

© Т.І. Рогач, В.Г. Кур'ята, 2018

© Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, 2018

© «ТВОРИ», 2018

ISBN 978-617-7706-03-7

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1. Огляд літератури	10
1.1. Особливості хімічної будови та класифікація синтетичних регуляторів росту рослин	10
1.2. Регуляція онтогенезу рослин за дії інгібіторів та стимуляторів росту .	19
1.3. Екологічні аспекти застосування регуляторів росту в рослинництві ...	34
Розділ 2. Умови проведення дослідів, об'єкти та методи дослідження	45
2.1. Агрокліматичні умови проведення дослідів	45
2.2. Об'єкти дослідження.....	50
2.3. Характеристика препаратів	54
2.4. Методи досліджень	56
Розділ 3. Дія хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на процеси росту, морфогенез та анатомічну будову рослин соняшнику	60
Розділ 4. Нагромадження і перерозподіл вуглеводів та білкового азоту між органами рослин соняшнику в онтогенезі під впливом хлормекватхлориду і трептолему	81
4.1. Особливості нагромадження та перерозподілу різних форм вуглеводів між органами рослин соняшнику за дії хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші	81
4.2. Перерозподіл білкового азоту між органами рослин соняшнику за дії хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші	91
Розділ 5. Вплив хлормекватхлориду і трептолему на продуктивність та якість продукції соняшнику	97
5.1. Вплив хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на урожайність соняшнику	97
5.2. Якісні характеристики олії соняшнику при застосуванні регуляторів росту	103
Висновки	113
Список використаних джерел	116

ВСТУП

Створення можливостей та засобів регуляції онтогенезу рослинного організму є важливим завданням сучасної сільськогосподарської науки. Вирішальну роль при цьому відіграють природні та синтетичні регулятори росту рослин, оскільки регуляція фізіологічних процесів гормонами та їх синтетичними аналогами високоспецифічна і не може здійснюватися іншими засобами [119, 155].

Застосування синтетичних регуляторів росту є важливим елементом інтенсифікації сучасної технології виробництва сільськогосподарської продукції. Низькі витратні норми регуляторів, можливість впливати на морфогенез та продуктивність, змінювати стійкість рослин до зовнішніх факторів визначає їх перспективність [200]. Щорічно поповнюється список речовин, які здатні змінювати інтенсивність фізіологічних процесів рослин у потрібному напрямку.

За своєю природою ці препарати є або аналогами фітогормонів, або модифікаторами гормонального статусу рослин. Завдяки цьому синтетичні регулятори росту володіють широким спектром дії на рослину, а їх застосування дозволяє спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку з метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму [47, 59].

Дія на рослини синтетичних регуляторів росту є різнонаправленою. Перший напрямок пов'язаний з інтенсифікацією процесів росту і розвитку внаслідок посилення поділу та розтягування клітин, завдяки чому формується потужніший асиміляційний апарат рослини з наступним створенням більшої кількості пластичних сполук у ній, які будуть направлені в тому числі і до продуктивних органів. З цією метою застосовують фітогормони-стимулятори та їх синтетичні аналоги. Другий напрямок пов'язаний із гальмуванням ростових процесів, що супроводжується нагромадженням надлишку асимілятів та їх перерозподілом між органами рослинного організму, як правило, в бік господарсько-важливих, на фоні змін

донорно-акцепторних відносин у рослині в цілому [83]. З цією метою використовують інгібітори росту – ретарданти [93]. Під впливом регуляторів росту та розвитку змінюється гормональний статус рослинного організму [127, 157 с.82], вуглеводний та азотний обміни [81, 139], підвищується морозо- [93, 136, 176], зимо- [76, 197] і посухостійкість [124, 196], а також покращується стійкість рослин до фітопатогенів [11, 73, 120].

Вперше дослідження з використанням ретардантів проводилися на злакових з метою покращення їх стійкості до вилягання [51]. З часом було знайдено можливість використовувати інгібітори росту для підвищення урожайності зернових [73, 76], технічних [49, 205], овочевих [35, 220], плодово-ягідних культур [12, 93], а також для покращення якості декоративних рослин [233, 290].

Ефективність дії регуляторів росту значною мірою визначається ґрунтово-кліматичними умовами, видовою і сортовою специфічністю, фазою розвитку рослин, регламентами застосування препаратів. Пошук оптимальних умов використання рістрегулюючих речовин із врахуванням комплексу особливостей їх дії на різних сільськогосподарських рослинах є важливим практичним завданням сучасної фітофізіології.

Незважаючи на те, що регламенти застосування регуляторів росту розроблені для багатьох продовольчих, технічних, кормових та декоративних культур, дані літератури щодо впливу різних за напрямком дії регуляторів росту на морфогенез, фотосинтетичну активність і трофічне живлення олійних культур мають суперечливий характер [15, 69, 124, 269, 273]. При цьому вплив сумішей стимуляторів та інгібіторів росту на фізіологічні процеси цих культур залишаються практично не вивченими.

Аналіз тенденцій розвитку світового рослинництва свідчить про суттєвий ріст вирощування олійних культур. Це пов'язано з тим, що виробництво олії в 10-20 разів дешевше, ніж тваринних жирів.

Соняшник залишається провідною олійною культурою нашої держави [183, 211, 296]. Соняшникова олія – цінний харчовий продукт з високими

смаковими якостями. Вона містить значну кількість ненасичених жирних кислот. Серед них найціннішими є лінолева і ліноленова, які не синтезуються в організмі людини і мають підвищену біологічну цінність [109, 211]. В олії також містяться біологічно активні сполуки – фосфатиди, жиророзчинні вітаміни [187].

Продукти переробки соняшникового насіння (макуха та шрот) є цінними високобілковими (більше 30% сирого протеїну) кормами для тварин із високим вмістом незамінних амінокислот (за винятком лізину), які не поступаються за цим показником сої. Тому побічна продукція олієжирового виробництва використовується для виготовлення комбикормів. Лушпиння соняшнику є сировиною для виробництва фурфуролу та етилового спирту. У кошиках соняшнику міститься до 20-25% високоякісних пектинових речовин, а одержаний з них пектин широко використовують у кондитерській промисловості. Надземна частина соняшнику є цінним кормом для тварин. Її урожайність складає до 600 ц/га, і вона добре збалансована за вмістом основних органічних та мінеральних речовин. Стебла соняшнику використовують для виробництва деревоволокнистих плит [187, 211].

Соняшник гарний медонос. Медопродуктивність одного гектара соняшнику становить 45-75 кг. Коріння, листя, квітки та олію соняшнику застосовують для лікування цілого ряду захворювань. Остання широко використовується як сировина для виготовлення високоякісних лаків та фарб [187].

Отже, соняшник має широкий діапазон використання в сільському господарстві, харчовій, лакофарбовій, хімічній промисловостях, медицині.

З початку 90-х років відбувається поступове збільшення посівних площ соняшнику. В Україні з 2006 р. до 2017 року величина даного показника зросла в 1,5 рази, і нині становить 6034 тис./га [296].

Встановлено, що урожайність соняшнику та якість кінцевих продуктів переробки його насіння значною мірою залежать від технології вирощування та корелюють із морфологічними показниками, зокрема з висотою рослини,

площею листової поверхні, об'ємом кореневої системи [57]. У літературі представлені роботи, в яких вивчається можливість застосування синтетичних регуляторів росту для регуляції швидкості росту і зміни розподілу мас сухої речовини між органами рослини у зв'язку з урожайністю та якістю продукції [4, 50, 73, 76, 166].

Разом з тим, системне вивчення впливу різних типів регуляторів росту на морфогенез сояшнику, вуглеводний і азотний обміни, урожайність, вихід олії та її хімічний склад, очевидно, не проводилося. Збільшення масштабів виробництва і застосування синтетичних регуляторів росту підвищує небезпеку забруднення ними довкілля і сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим, застосування рістрегулюючих речовин має визначатися жорсткими токсикологічними і гігієнічними вимогами. Препарати не повинні накопичуватися в рослинах, акумулюватися в ґрунті та впливати на його мікрофлору. Виникає потреба в таких регламентах застосування синтетичних регуляторів росту і розвитку, які б дозволили одержати максимальний ефект при мінімальних дозах препаратів. Вивчення фізіолого-біохімічних механізмів дії різних груп стимуляторів та інгібіторів є необхідною умовою для визначення шляхів підвищення ефективності і безпеки застосування регуляторів росту, яким сучасна світова практика рослинництва відводить одне із чільних місць у сільськогосподарському виробництві.

Вивчення механізмів дії різних груп регуляторів росту має важливе теоретичне і практичне значення для розуміння закономірностей онтогенезу рослин і впровадження синтетичних регуляторів росту в сільськогосподарське виробництво.

Разом з тим, наукова література містить незначну кількість інформації про механізми дії регуляторів росту та їх вплив на морфогенез, фотосинтетичну активність і трофічне живлення сояшнику – з огляду на широкі сфери використання цієї культури в народному господарстві. Дані, що існують, у переважній більшості носять суперечливий характер [57, 84, 213, 221, 249, 288]. Тому актуальним є вивчення впливу різних за напрямком

дії регуляторів росту на морфогенез і продуктивність соняшнику в умовах Лісостепу України.

На сучасному етапі селекція соняшнику спрямована на збільшення олійності насіння та вмісту олеїнової кислоти в олії [112]. У зв'язку з цим, значний практичний інтерес має вивчення впливу регуляторів росту на олійність насіння соняшнику, співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами та на якісні характеристики олії.

У літературі зустрічаються публікації про використання регуляторів росту з метою запобігання виляганню сільськогосподарських культур. Найбільш часто вони містять інформацію про застосування ретардантів з груп четвертинних солей амонію та етиленпродуцентів на злаках [51, 79, 119, 172, 210]. Існують також окремі дані про вплив цих та інших груп регуляторів росту на покращення стійкості до вилягання рослин олійних культур [202, 209, 216]. Але в них лише констатується факт покращення стійкості і практично не вказується на причини та механізми досягнення такого ефекту. Крім того, процеси гістогенезу і формування анатомічної структури стебла та листка соняшнику за дії регуляторів росту рослин різної хімічної природи залишаються практично не вивченими.

Суперечливий характер носять і дані про вміст різних форм азоту і вуглеводів в олійних культур та їх зміни в онтогенезі під впливом регуляторів росту з різним напрямком дії, хоч ці питання є важливими у світлі вивчення процесів перерозподілу асимілятів і оптимізації продукційного процесу соняшнику [15, 16, 139, 213, 249].

Використання сучасних рістрегулюючих препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур потребує суворого дотримання токсиколого-гігієнічних вимог. У літературі дані щодо обґрунтування регламентів безпечного застосування використаних нами регуляторів росту на посівах олійних культур, у тому числі і соняшнику, відсутні, що визначає необхідність проведення подальших досліджень з цього питання.

Метою досліджень було встановити вплив регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на розвиток, продуктивність та якісні характеристики соняшникової олії і розробити ефективні регламенти застосування препаратів для підвищення продуктивності культури з врахуванням сучасних токсиколого-гігієнічних вимог.

У зв'язку з цим були поставлені наступні завдання:

1. Встановити онтогенетичні зміни гісто- і морфогенезу рослин соняшнику під впливом хлормекватхлориду та трептолему.

2. З'ясувати особливості трофічного забезпечення морфогенезу, перерозподілу вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин соняшнику під впливом хлормекватхлориду і трептолему, встановити зміни продуктивності фотосинтезу за дії регуляторів росту.

3. Провести оцінку насінневої продуктивності соняшнику у зв'язку із змінами характеру донорно-акцепторних відносин у рослині під впливом регуляторів росту, оцінити якісні характеристики соняшникової олії за дії препаратів.

4. Розробити безпечні і фізіологічно-обґрунтовані регламенти застосування хлормекватхлориду і трептолему в умовах Правобережного Лісостепу на рослинах соняшнику з метою підвищення продуктивності культури з врахуванням сучасних токсиколого-гігієнічних нормативів.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Особливості хімічної будови та класифікація синтетичних регуляторів росту рослин

Регуляція росту і розвитку рослин є однією з важливих і багатогранних проблем сучасного рослинництва в цілому і фізіології рослин зокрема. На даний час відомо близько 5000 біологічно активних речовин, з яких лише незначна частина знайшла практичне застосування в сільськогосподарському виробництві.

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 [82].

Синтетичні регулятори онтогенезу рослин інгібіторного типу – це речовини, що гальмують ріст та розвиток рослин і мають різноманітну хімічну природу. Існують різні класифікації рістгальмуючих речовин.

Перша класифікація об'єднує препарати за здатністю впливати на основні фітогормони-стимулятори. Можна виділити шість груп таких препаратів:

1. Етиленовмісні препарати. Їх діючою речовиною є дихлоретилфосфонова кислота (2-ХЕФК), яка в рослинах розпадається на фосфорну кислоту та природний газоподібний фітогормон інгібіторного типу – етилен. За його дії спостерігається пришвидшення дозрівання плодів та старіння клітин і тканин, гальмування проростання насіння та росту стебла, епінастія листя, вкорочення і потовщення стебла. Дана група представлена препаратами етрел, ретпрол, дигідрел, декстрел, іфоній та ін. [13, 73, 79, 120].

2. Синтетичні аналоги абсцизової кислоти (3-метил-5-*n*-хлорфеніл-*транс*, *транс*-2,4-пентадієнова кислота; ксантоксин) [155]. Групу синтетичних регуляторів росту, представниками якої є (+)-8,8,8-трифтор-

абсцизова кислота (ТАБК), 1-(3-карбоксил-5-метилфеніл)-1-гідрокси-2,6,6-триметил-4-оксо-2-циклогексен (RCA-7a), створених у кінці XX ст., застосовують для регуляції проростання насіння рису, гальмування росту рису та салату [222, 234].

3. Антиауксинові препарати. Вони гальмують ріст і органогенез молодих частин рослин, накопичуються в апікальних меристемах. За їх дії відбувається вкорочення міжвузль. До даної групи препаратів належать 2,3,5-трийодбензойна кислота (ТІБК), дихлоранізол, нафтилфаламінова і клофіброва кислоти [81, 298]. В окрему групу антиауксинових препаратів виділяють морфактини, переважно похідні 9-оксифлуоренкарбонової кислоти (флуоренол, хлорфлуоренол) [155, 298]. Вони спричинюють порушення нормальних реакцій геліотропізму в стеблах та коренях завдяки гальмуванню транспорту ауксинових гормонів. А також порушують апікальне домінування (ТІБК) [155].

4. Антицитокінінові препарати – сполуки, хімічна структура яких відрізняється від структури акцепторного центру цитокінінових рецепторів, внаслідок чого знімається стимулююча дія цитокінінів (3-метил-7-*n*-пентиламінопіразоло [4,3-*d*]-піримідин, *N*-бензил-*N'*-фенілсечовина, *N*-бензил-*N'*-3,4-дихлорфенілсечовина) [46]. Наприклад, препарати триазин і карбамат використовували з метою гальмування росту латеральних бруньок у троянди [245]. А *N*-(2-хлор-4-піридил)-*N*-сечовина гальмує перші етапи синтезу цитокінінів у рослин редису та ячменю. Внаслідок застосування препарату гальмувався ріст сім'ядолей цих рослин і зменшувався вміст хлорофілів у них [71].

5. Антибрасиностероїди – це препарати антиімунної та антиростової дії (брасинозол) [226].

6. Антигіберелінові препарати – ретарданти. Найбільш поширена та вивчена група препаратів, які, крім гальмування росту і розвитку рослин, призводять до потовщення стебла, збільшення кількості і розмірів міжвузль, посилюють галуження, змінюють розміри листкових пластинок, потовщують

і збільшують довжину кореня, не впливаючи або навіть збільшуючи продуктивність рослин (цикоцель, культар, фолікур, баронет, етрел) [6, 119].

Необхідно зазначити, що більшість інгібіторів росту рослин характеризується комплексною дією і впливає на різні групи фітогормонів, чим забезпечується висока ефективність та стабільність їх дії.

За хімічною будовою антигіберелінові препарати поділяють на шість груп [13 с.36, 150]:

1. Четвертинні амонієві, сульфонієві та фосфонієві солі (АМО-1618, фосфон S, фосфон D, брометилдиметилфосфідбромід, 17-DMC, 3-DEC, хлормекватхлорид) [110, 125].

2. Похідні N,N-диметилгідразиду (алар-85, кілар-85, ГМК-натрію, ДЯК) [125].

3. Похідні триазолу (паклобутразол, уніконазол, тебуконазол, дихлорбутразол, амідол, BAS 11100 W) [150].

4. Похідні пентанолу (триапентанол, флурпірамідол, RSW-0411) [150].

5. Етиленпродуценти (етефон, етрел, гідрел, дигідрел, декстрел, кампозан, етеверс, церон, флордимекс) [79, 82, 210].

6. Препарати, утворені на основі 2,3-дихлорізобутирату з діючою речовиною 2,3-дихлорізомасяна кислота та її натрієвої солі (мендок або FW) [197, 208].

За способом дії розрізняють ретарданти, що гальмують або переривають синтез гіберелінів в одному (четвертинні солі амонію, сульфонію і фосфонію, дихлорізобутирати) або в декількох місцях (триазол- та пентанолпохідні препарати) та ті, що перешкоджають утворенню гормон-рецепторного комплексу, чим забезпечують несприйняття рецептором гормонального сигналу (етиленпродуценти) [13 с.37].

З 60-х років ХХ ст. було створено значну кількість препаратів з ретардантними властивостями, але з різним спектром дії. Так, до інгібуючої дії препарату 2-ізопропіл-4-диметиламіно-5-метилфеніловий ефір

1-піридинкарбонової кислоти, або скорочено АМО-1618, чутливі сім видів рослин, до фосфону D – 17, а до хлорхолінхлориду (ССС) – 55 видів [6].

Фізіологічна активність ССС (д.р. β -хлоретилтриметиламонійний хлорид) зумовлена наявністю в його молекулі комплексу триметиламонію. Катиони із загальною формулою $\text{CH}_2\text{R}-\text{CH}_2-(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$ активні тоді, коли замість R приєднані Br або Cl, але при заміщенні хоча б однієї з метильних груп сполука стає неактивною [51].

На обробку ретардантами типу ССС найбільше реагують довгостеблові сорти озимої і ярої пшениці, в меншій мірі – жито, овес, озимий ячмінь і найменше ярий ячмінь. На короткостеблових сортах застосування хлорхолінхлориду неефективне, а в деяких навіть викликає зниження врожаю зерна. Це узгоджується з концепцією про збалансованість гормонально-інгібіторної системи регуляції сортів, що не вилягають, які не потребують введення зовні синтетичних регуляторів росту [150].

В 60-х роках ХХ ст. було виявлено ретардантну дію похідного бурштинової кислоти – диметилгідразиду бурштинової кислоти, який отримав назву „алар” (дамінозид, В-9, В-995). Препарат виявився ефективним у плодівництві. Обприскування молодих яблунь та інших кісточкових 0,2-0,5%-м розчином препарату в червні через два тижні після закінчення цвітіння гальмує ріст пагонів, стимулює закладення квіткових бруньок. Ефект зберігається протягом декількох років [6]. Обробка аларом дозволяє пришвидшити плодоношення в молодих садів, сформувати в дерев зручну для більш щільного розміщення рослин крону.

Гідразид малеїнової кислоти (ГМК), будучи інгібітором клітинного поділу, використовується для пасинкування тютюну, гальмування проростання картоплі та цибулі при зберіганні, затримки росту багаторічних трав на газонах [6].

ГМК легко проникає в тканини листка і досить швидко переміщується по рослині в напрямку зон високої меристемної активності. Метаболізм його в рослинних тканинах відбувається відносно повільно, тому тривалий час

регулятор залишається незмінним, чим пояснюється порівняно висока тривалість його дії [155].

В цей же час, після виявлення здатності 2-хлоретилфосфонової кислоти легко проникати в рослини і розкладатися там з утворенням етилену, почалося широке застосування етиленпродуцентів. Як складова частина бі- і багатокомпонентних сумішей регуляторів росту 2-ХЕФК входить до складу різних препаратів – терпал, фіназол [210].

Фізіологічний вплив дигідрелу полягає в гальмуванні росту клітин субапикальної меристеми, результатом якого є зменшення довжини стебла. Дигідрел також діє на процеси диференціації клітин стебла, збільшує кількість судинно-волокнистих пучків, сприяє розвиткові елементів механічної тканини і таким чином посилює міцність стебла. Препарат збільшує інтенсивність забарвлення листків. За дії дигідрелу формуються стійкі до вилягання рослини ячменю з більшою кількістю продуктивних пагонів [150].

На рослинах мандарину і лимону було показано, що проникнення етиленпродуцента кампозану в листки дерев цитрусових пов'язано зі ступінню відкриття продихів під час обробки, при цьому виділення етилену посилюється і підвищується вміст АБК в усіх частинах пагону, що призводить до припинення його росту [174].

Кампозан, інгібуючи лінійний ріст стебла жита, гороху, огірка, викликає на периферії хлоропластів нагромадження пухирців з електронно-мікроскопічно світлим вмістом, у мітохондріях порушує структури крист. Наслідками впливу кампозану є відновлення і стимуляція росту в органогенезі рослин, збільшення об'єму та активності ендоплазматичної сітки і комплексу Гольджі, а також збільшення кількості хлоропластів, зумовлене їх поділом [150].

В 70-х роках ХХ ст. розпочалося вивчення можливостей використання як регуляторів росту з інгібіторним типом дії дихлорізобутиратів (ДХІБ), створених на основі 2,3-дихлорізомасляної кислоти і її натрієвої солі

(мендок). Препарати на основі дихлорізобутирату використовують у практиці сільського господарства для підвищення стійкості рослин до полягання та водного дефіциту [22, 208]. ДХІБ, як і інші ретарданти, здатний викликати зміни гормонального статусу рослин. Він сповільнює не лише утворення, але і транспорт гіберелінових кислот (ГК). Багаторічні дослідження показали, що гальмування росту стебла пшениці та жита, викликане дихлорізобутиратами, можна частково або повністю зняти за допомогою ГК. З іншого боку, ДХІБ змінює ростовий ефект, викликаний ГК [208].

З першої половини 80-х років ХХ ст. велика увага приділяється вивченню механізмів дії, транслокації і метаболізму триазолпохідних препаратів. Триазоли проявляють властивості як регуляторів росту, так і фунгіцидів. Якщо триазолпохідні існують у вигляді енантіомеру з R-конфігурацією при хірольному атомі вуглецю, який несе ОН-групу, то це визначає їх фунгіцидні властивості. Якщо ж енантіомери з S-конфігурацією при цьому ж атомі вуглецю, то такі триазоли є інгібіторами гіберелінів [230]. Найбільш вивченим та широко застосовуваним препаратом даної групи є паклобутразол, який активний на ряді плодкових, зернових і декоративних культур. Препарат вкорочує пагони, що зменшує чи усуває потребу їх обрізки, збільшує утворення плодкових бруньок, покращує якість плодів, підвищує стійкість до вилягання зернових культур, виявляє здатність до підвищення морозостійкості рослин. Паклобутразол використовують, обприскуючи листки рослин (у дозі 0,125-2 кг/га), вносячи в ґрунт (2-4 кг/га), при допосівній обробці насіння [148].

Уніконазол є більш активним представником даної групи антигіберелінових препаратів. Він характеризується більшою ретардантною активністю на плодкових та зернових (рис, ячмінь, пшениця) культурах у порівнянні з паклобутразолом. Використовується на декоративних культурах з метою покращення цвітіння. Обробка насіння уніконазолом підвищує стійкість проростків пшениці до високих температур за рахунок збереження тургору і меншого утворення етилену [104, 150].

У цей же час з'являється ще одна група ретардантів – пентанолпохідні препарати. Найбільш вивченим є триапентанол, який використовують на посівах рису, ріпаку, картоплі для підвищення стійкості рослин до вилягання та зменшення втрат урожаю під час збирання [150, 224].

Протилежною до інгібіторів є дія стимуляторів росту і розвитку рослин. Вона пов'язана із пришвидшенням процесів поділу, розтягування та диференціювання з одночасним збільшенням лінійних розмірів рослин, площі асиміляційної поверхні і, як наслідок, продуктивності. Дані препарати є аналогами природних ростових речовин – фітогормонів, посилення активності або збільшення вмісту яких і є наслідком інтенсифікації росту і розвитку та оптимізації продуктивності рослин. Тому, як правило, класифікують стимулятори росту за фітогормональним походженням або впливом на нативні фітогормони (припинення синтезу або розщеплення природних фітогормонів-інгібіторів). За цією класифікацією розрізняють:

1. Гіберелінові препарати та аналоги, створені на їх основі (активол, гібрелат, гіберсиб, гібрескол, А₃(ГК₃)) [6, 82, 192 с.98].

2. Ауксинові препарати та їх синтетичні аналоги (гетероауксин, 2,4-дихлорфеноксіоцтова кислота (2,4-Д), 1-нафтилоцтова кислота (1-НОК), її калійна сіль (КАНО), препарати ТА-12 або лайма, ТА-57, ТА-59) [6, 82, 157 с.33, 257].

3. Цитокінінові препарати та їх синтетичні аналоги (кінетин, цитодеф, 6-бензиламінопурин, дифенілсечовина), похідні бензимидазолу та бензимидазолону [1, 11, 30, 188, 189, 204].

4. Брасиностероїди – стимулятори імунної системи рослин (епібрасинолід, гомобрасинолід, епін) [11, 154 с.207, 196].

5. Інгібітори етилену (авігліцин і його гідрохлорид, амінооксіоцтова кислота, 1-метилциклопропен, ризобітоксин, аміноетоксівінілгліцин) [204, 298].

Завдяки створенню синтетичних аналогів фітогормонів стало можливим масове використання стимуляторів росту та розвитку рослин, які,

на відміну від природних біологічно активних речовин, більш стабільні в рослинному організмі і характеризуються пролонгованою в часі дією [152 с.8]. Проте практично не існує регуляторів росту універсального типу, які б мали вплив на розвиток рослин на всіх етапах онтогенезу [114, 204].

Стимулятори росту використовують для підвищення енергії проростання і польової схожості насіння, стимулювання процесів коренеутворення та фотосинтезу, пришвидшення строків дозрівання, збільшення урожайності, покращення якості продукції, зниження ураженості хворобами, зменшення вмісту нітратів та важких металів у продукції.

Так, синтетичний аналог ауксинів – β -індолілмасляну кислоту (0,25-0,5%-й водно-спиртовий розчин) використовують для швидкого вкорінення живців і формування добре розвиненої кореневої системи рослин [155]. На даний час найбільш широкого використання ауксини набули при вегетативному розмноженні культур, що важко вкорінюються, та для відновлення кореневої системи при пересадці великих рослин завдяки здатності посилювати коренеутворення. Крім цього, їх застосовують для отримання партенокарпічних плодів, проріджування квіток і зав'язей у плодих, пов'язане з утворенням етилену, знищення дводольних бур'янів (хлорфеноксикислоти) [119, 152 с.8, 155].

Важливе місце в екзогенній регуляції росту та розвитку рослин належить речовинам цитокінінового типу. 6-бензиламінопурин (6-БАП) використовують з метою підвищення стійкості рослин до захворювань та інших стресових чинників, при вирощуванні культури тканин і органів [125]. Практичне використання синтетичних аналогів цитокінінів базується на фізіологічних властивостях і пов'язане з отриманням кущистих форм рослин (зняття апікального домінування), гальмуванням старіння листків, індукцією цвітіння і зсувом вираженості статі рослин з утворенням більшої кількості жіночих квіток. Поряд з ауксинами вони є одним із компонентів поживних середовищ у біотехнології необхідних для індукції органогенезу при вирощуванні рослин у культурі тканин [19, 119]. За допомогою цих сполук

можна впливати на формування органів та цвітіння рослин в умовах несприятливого фотоперіодичного режиму [199]. Перспективним напрямком є використання цитокінінів для підвищення стійкості рослин до нестачі вологи, високих і низьких температур, грибкових патогенів [50, 97, 198].

Висока фізіологічна активність притаманна препарату епіну. Епін – регулятор, діюча речовина якого належить до природних, екологічно безпечних брасиностероїдів, навіть у дуже малих концентраціях володіє високою біологічною активністю [154 с.207]. Він змінює в рослинах баланс фітогормонів (гіберелінів, цитокінінів і ауксинів), підвищує врожайність культур у стресових ситуаціях, їхню стійкість до хвороб, знижує поглинання рослинами радіонуклідів і важких металів [154 с.218].

Необхідно відзначити, що більшість сучасних стимуляторів росту є комбінованими препаратами, які впливають практично на весь комплекс фітогормонів. Отримано полімерні форми регуляторів росту з цитокініновою й ауксиновою активністю. Одним із них є полістимулін А-6 – полімерне похідне 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти, препарат широкого спектра дії, що дозволений для використання в сільському господарстві з метою підвищення схожості насіння, пришвидшення проходження фаз розвитку [24]. Він впливає на формування врожаю таких культур, як-от: салат, цукровий буряк, яблуня, виноград [152 с.15]. Полістимулін К – полімерна форма 6-БАП; обробка рослин пшениці та картоплі цим препаратом підвищує їхню посухостійкість, сприяє значному збільшенню продуктивності в стресових умовах [52].

Отже, регулятори росту і розвитку рослин є надзвичайно неоднорідною за походженням та дією групою сполук, що застосовуються в сільськогосподарському виробництві для оптимізації продуктивності, покращення умов збирання, зберігання продукції та забезпечення її високих якісних характеристик. Разом з тим, важливим є зміни в застосуванні вже синтезованих препаратів та створення нових, які б характеризувалися значною стабільною ефективністю, низькою ціною та помірним екологічним

навантаженням на агроценоз. Створення таких сполук та розробка регламентів їх застосування є одним із пріоритетних завдань сучасної аграрної науки.

1.2. Регуляція онтогенезу рослин за дії інгібіторів та стимуляторів росту

Важливим компонентом сучасної технології рослинництва є застосування регуляторів росту з різноманітними механізмами та напрямками дії. Відомо, що регуляція росту і розвитку, фотосинтезу і дихання, транспорту асимілятів та водообміну рослин знаходяться під гормональним контролем [11, 46, 142, 150, 283]. Тому вивчення особливостей молекулярних механізмів дії фітогормонів та їх синтетичних аналогів у рослині під час штучного моделювання росту та розвитку є необхідним завданням сучасної фізіології і біохімії рослин, зважаючи на всезростаючу потребу економік країн світу в аграрній продукції.

Першими вивченими фітогормонами були ауксини. Однією з найбільш чутливих реакцій рослин на дію ІОК є зміна електричних параметрів тканин – біопотенціалів, що супроводжується змінами ростових процесів внаслідок змін у функціонуванні біологічних мембран. Крім цього, вона бере участь у передачі генетичної інформації. ІОК також тісно пов'язана з синтезом та розпадом нуклеїнових кислот, які забезпечують разом з білками весь комплекс регуляторних процесів у клітинах, тканинах та в організмі [46].

Виділяють три групи синтетичних аналогів ІОК. До першої належать похідні індолу – індоліл-3-пропіонова (ІПК), індоліл-3-масляна (ІМК) та індолілбурштинова кислоти, які рідко зустрічаються в природі, але мають ауксинову дію. ІМК менше підлягає руйнуванню в тканинах і застосовується для індукції коренеутворення. Отриманий ряд аліфатичних гомологів ІОК із парною і непарною кількістю атомів вуглецю в бічному ланцюгу в

C-3-положенні. Але з подовженням бічного аліфатичного ланцюга ауксинова активність швидко втрачається. Крім того, активність гомологів вища, якщо ланцюг містить парну кількість атомів вуглецю [182 с.54].

До другої групи препаратів належать похідні нафтилкарбонових кислот (1-нафтилоцтова кислота і її калійна сіль, 2-нафтилоцтова кислота). 1-НОК добре проникає до рослинних тканин і легко по них пересувається (порівняно з 2,4-Д). Ці сполуки також відрізняються вищою стійкістю в тканинах у порівнянні з ІОК [155].

Відомо, що заміщення на галогени в ароматичному кільці феноксиоцтової кислоти призводить до різкого зростання ауксинової активності утворених сполук, що зумовлює їх широке використання як регуляторів росту стимулюючого типу, так і гербіцидів (2,4-Д, трихлорфеноксиоцтова кислота (2,4,5-Т)) [155].

Висока їхня активність у тканинах пов'язана зі стійкістю до руйнування і зв'язування. ІОК-оксидаза не здатна окислювати дані сполуки. І це є третя група синтетичних ауксинових стимуляторів росту рослин.

Ауксиноподібні препарати широко застосовуються на практиці з різною метою. Встановлено їх вплив на ріст та розвиток рослин на різних етапах онтогенезу. Препарати 2,4-Д та 2,4,5-Т пришвидшували ріст гіпокотелей огірків, пшениці і кукурудзи [123], а ІОК посилювала ріст геленіума впродовж вегетації [177]. Посилення росту стебла та коренів вики спостерігалось під впливом гетероауксину [156 с.139], а 2,4-Д збільшував суху масу рослин пшениці при обробці у фазу виходу в трубку [43]. Разом з тим, ряд літературних джерел містить інформацію про гальмування росту та зменшення лінійних розмірів рослини за дії ауксиноподібних препаратів. Зокрема, ІОК зменшувала приріст епікотелей малини [22], гетероауксин пригнічував ріст та зменшував товщину стебел кукурудзи [156 с.61], а 2,4-Д пригнічував ріст проростків соняшнику [139].

Неоднозначною є дія ауксинових препаратів на пігменти та процеси фотосинтезу. Посилення фотосинтезу під впливом ІОК спостерігалось в

листках сої [80], під впливом 2,4-Д – у листках люцерни [111] та за дії гетероауксину – в коноплі [203]. Але встановлено зниження інтенсивності фотосинтезу за дії гетероауксину в кукурудзи [156 с.61] та під впливом 2,4-Д – у картоплі [147 с.25]. За іншими даними, гетероауксин збільшував суму хлорофілів у кукурудзи [156 с.61,203] та редису [128]. Відомо, що інтенсивність фотосинтезу пов'язана з нагромадженням і перерозподілом асимілятів. Застосування препарату 2,4-Д збільшувало вміст крохмалю в бульбах та суми вуглеводів у надземній частині рослин картоплі [123], а в рослин томатів зумовлювало їх зменшення [212]. Збільшення вуглеводів у листках конопель та цукрового буряку спостерігалось за дії гетероауксину [203]. Стимулятори росту ауксинового типу переважно посилювали нагромадження азоту в сільськогосподарських рослинах. Зокрема, ІОК збільшувала вміст усіх форм азоту в бульбах картоплі та квасолі при обробці у фазу бутонізації і цвітіння [45]. Зменшення загального і білкового азоту під впливом ІОК і 2,4-Д спостерігалось в кукурудзи [128]. Часто дія препарату залежить також і від фази обробки рослин. Наприклад, 2,4-Д збільшував вміст білка в зерні пшениці Миронівська 808 при обробці у фазу виходу в трубку, не впливав на його вміст при застосуванні у фазу кушіння та зменшував вміст білка при застосуванні у фазу колосіння [43]. А обробка розеток листків ананасів розчином 1-НОК та 2,4-Д призводила до стимуляції біосинтезу ендogenous етилену в рослинах. Крім цього, спостерігалось більш дружнє цвітіння та пришвидшення дозрівання плодів [184].

Усі групи ауксинових стимуляторів застосовують із метою підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та покращення якості їх продукції. Встановлено, що під впливом ІОК покращувалася урожайність у цибулі [17], томатів [147 с.46] і рису [192 с.121]. За дії гетероауксину зростала продуктивність пшениці [66] і кукурудзи [156 с. 61], нафтилоцтова кислота збільшувала урожайність томатів [192 с. 69] і картоплі [157 с. 33], 2,4-Д оптимізував продуктивність томатів [212], картоплі [123] і люцерни [111].

Висока фізіологічна активність ауксинових регуляторів росту підтверджується тим, що високі дози препаратів (0,6-1,5 кг/га) спричиняють пошкодження і навіть загибель рослин. У зв'язку з цим їх використовують для знищення бур'янів [184].

Одними з важливих регуляторів онтогенезу рослин є цитокінінові препарати. Їх за хімічною будовою можна поділити на три групи. До першої належать препарати, які мають значну схожість із природними цитокінінами, похідні 6-бензиламінопурину. До другої групи належать N-оксид заміщені піридину, а до третьої – N,N-дифенілсечовина та її похідні [46, 155].

Вивчення регуляторів росту цитокінінового типу розпочалося із структурного аналога природних цитокінінів пуринового ряду 6-фурфуриламинопурину (кінетину). З часом було синтезовано значну кількість препаратів на його основі. Найактивнішим виявився 6-бензиламінопурин (6-БАП). Встановлено, що цитокінінова активність не залежить від якоїсь конкретно взятої функціональної групи. Значення має вся молекула, яка б зворотно зв'язувалася з акцепторним центром за наявності просторової відповідності [6].

Механізм дії цих препаратів пов'язаний із підвищенням проникності клітинних мембран, що сприяє пришвидшенню транспортних процесів у мембранах і процесів живлення клітин. Одночасно активізується синтез біомакромолекул – РНК і білків. Висока біологічна активність речовин цього класу забезпечується рядом фізико-хімічних характеристик їх молекул, зокрема здатністю до комплексоутворення, мембранотропними і модифікуючими клітинні мембрани властивостями. Саме тому ці препарати можуть проявляти ефект у низьких дозах. Останнім часом було значно розширено кількість гетероциклічних регуляторів росту, що мають цитокінінову активність. В Інституті біоорганічної хімії і нафтохімії НАН України синтезовано ряд препаратів на основі N-оксид-2-метилпіридину, N-оксид-2,6-диметилпіридину, які широко застосовуються на більшості сільськогосподарських культур [11, 140, 141].

Препарати наступної групи практично не мають нічого спільного з пуринами та піридинами, крім двох NH-груп та циклічних фрагментів у молекулі. Ці речовини отримують шляхом заміни фенольних фрагментів на різноманітні гетероциклічні групи (N-феніл-N¹-(1,2,3-тіазол-5-іл)-сечовина (дроп), N-(2-хлор-4-піридил)-N¹-фенілсечовина (ХПФС), цитодеф – N-(1,2,4-триазол-4-іл)-N¹-фенілсечовина та її натрієва сіль (ГАС-18)) [204].

За своєю активністю ці препарати значно перевищують сполуки пуринового ряду. Нові похідні дифенілсечовини спочатку застосовувалися як стимулятори синтезу етилену в листі бавовнику. Потім виділені сполуки випробовувалися як дефоліанти на цілих рослинах бавовнику і як цитокініни – в біотестах. Всього було досліджено понад 30 похідних дифенілсечовини, серед них найбільш активною виявилася 1-феніл-3-(1,2,4-триазол-4-іл) сечовина, на основі якої розроблено препарат цитодеф. За характером дії він подібний до дефоліанта дропа. Цей препарат поєднує в собі два види активності: цитокінінову і дефоліуючу. Типові прояви цитокінінової активності цитодефу виявлені в процесі його вивчення. Це стимуляція проростання насіння (салат, пшениця) і поділу клітин (культура клітин тютюну), затримка пожовтіння листя і збільшення їх розмірів (квасоля, соя), потовщення стебел (колеус, молочай блискучий), індукція зростання бічних пагонів (пуансетія, молочай, груша), збільшення розмірів і забарвлення квіток декоративних культур; стимуляція синтезу етилену в листках бавовнику [204, 295].

У другій половині 90-х років ХХ ст. встановлено рістрегулюючу активність ще більш як у десяти сполук, створених на основі 1,1'-поліметилєн-біс-(3-арилзаміщених)-тіосечовини. Препарати посилювали ріст надземної і гальмували підземної частини редису і пшениці [292]. Як правило, стимуляція посилювалася при збільшенні числа метиленових груп, яке змінювалося від 2 до 6. Вплив галогенів (F, Cl, Br, J) у галогенозаміщених фенольних кільцях залежав від довжини поліметилєнового ланцюга. Переважно введення фтору посилювало стимулюючий ефект, а бром –

інгібуючий. Тому галогенізація ароматичного кільця збільшує ретрегулюючу активність і модифікує вплив поліметиленового ланцюга в сполучі [292].

Як і аналоги ауксину, цитокінінові препарати впливають на весь комплекс процесів росту та розвитку рослин. Вони підвищували енергію проростання насіння в моркви [58], проса [154 с. 83] та кукурудзи [97]. Цитокініновий препарат 6-БАП збільшував довжину кореня і стебла та кількість квіток у жоржини, шалфею і бегонії [27]. За дії полістимуліну К зростали лінійні розміри рослин пшениці [136], а під впливом емістиму С – у стевії з одночасним збільшенням кількості бічних пагонів [60].

Синтетичні аналоги цитокінінів сприяють зростанню маси рослин. Зокрема, 6-БАП збільшував масу сухої речовини конюшини [8], емістим С – моркви [58], кінетин – гарбуза [99], бензімідазол – кукурудзи [126] і хрону [188]. Препарати впливали на масу та площу листків дослідних рослин. Наприклад, 6-БАП збільшував площу листя в агрусу [1], проса [154 с.83] та бегонії [27], бензімідазол – у кукурудзи [126]. Маса листя зростала під впливом 6-БАП в ячменю [64], за дії цитодефу – в огірків [97], під впливом емістиму С – у стевії [60].

Морфологічні зміни в рослин під впливом синтетичних аналогів цитокініну зумовлені їх впливом на гормональний комплекс рослин. Так, 6-БАП призводив до збільшення не лише вмісту зеатину в насінні проса, а і гіберелінів та ІОК. При цьому спостерігалось суттєве зменшення АБК [154 с.83].

Цитокінінові препарати мають стимулюючий вплив на фотосинтетичний апарат рослин. Препарат 6-БАП, збільшуючи площу листової поверхні агрусу, зумовлював зростання об'єму клітин стовпчастої паренхіми та вмісту хлорофілу в хлоропластах. Товщина губчастої паренхіми при цьому зменшувалася [1]. Цей же препарат посилював інтенсивність фотосинтезу в конюшини [9], гарбуза [108], люцерни [111, 189], вівсянки [201]. За його ж дії зростав вміст хлорофілів у гарбуза [108], озимого ячменю

[64]. Зростання вмісту цих пігментів у листках спостерігалось також за дії емістиму С в цукрового буряку [180] і під впливом бензимидазолу – в китайської троянди та хрону [188]. Неоднозначною є дія кінетину. Препарат посилював інтенсивність фотосинтезу в рису [192 с.121], сої [80], збільшував вміст хлорофілів у листках гарбуза [97], але зменшував кількість хлоропластів та не впливав на вміст хлорофілу в пшениці [23].

Зростання фотосинтетичної активності в рослин, оброблених цитокініновими препаратами, супроводжується нагромадженням пластичних речовин. Застосування 6-БАП на рослинах конюшини зумовлювало збільшення вмісту вуглеводів у листках і корінні [8] та крохмалю – в надземній частині рослин пшениці [206]. Гіосечовина та емістим С призводили до зростання вмісту крохмалю в листках і бульбах картоплі [14, 158 с.32]. Останній препарат також викликав збільшення вмісту целюлози та суми полісахаридів у льону [158 с.123] і сахарози в листках та коренеплодах цукрового буряку з одночасним зменшенням вмісту моносахаридів [59 с.51]. Літературні дані містять неоднозначну інформацію щодо вмісту різних форм азоту та білків у рослинах під впливом синтетичних аналогів цитокінінів. Зокрема, під впливом кінетину зменшувався вміст усіх форм азоту в гарбуза [99] і пшениці [30] за одними даними і збільшувався [23] за іншими. Препарати 6-БАП і бензимидазол збільшували вміст білка в кукурудзи [77, 126], а емістим С не впливав або зменшував його вміст у листі цукрового буряку [180] і кормового люпину [133].

Широко використовують регулятори росту, що містять аналоги цитокінінів, які забезпечують покращення продуктивності культур. Одним з них є івін, який застосовується в технологіях вирощування овочевих і технічних культур [11, 36]. Емістим С використовують на насадженнях люпину [133], моркви і пастернаку [58], льону, ярого ячменю, пшениці [158 с.44], цукрового буряку [59 с.51, 180]. Бензимидазол застосовують для збільшення урожаю кукурудзи [126], ячменю, гороху, хрону [188]. Урожай винограду [68] та картоплі [147 с.46] підвищують шляхом обробки

тіосечовиною, рису [192 с.121] і пшениці [23] – кінетином, а 6-БАП застосовують з метою підвищення насінневої продуктивності конюшини [8] і люцерни [111].

Івін, регулятор росту з цитокініноюю активністю, в оптимальних концентраціях здійснює на перших етапах суттєвий і різнобічний вплив на рослини. Інтенсифікація їх росту і розвитку відбувається внаслідок участі івіну в окисно-відновних реакціях, пришвидшення під його впливом процесів транскрипції і трансляції, мітотичного поділу клітин, збільшення проникності клітинних мембран. Інтенсифікація синтезу і динаміки нагромадження РНК-частин у свою чергу призводить до пришвидшення синтезу енергомістких та білкових сполук, зміни проникності мембран – до пришвидшення дифузії через них метаболітів та іонів. На пізніших етапах рїстрегулюючий ефект івіну, очевидно, пов'язаний з активним функціонуванням у рослинах його метаболітів і закладеною природою генетичною інформацією [141].

Гіберелоподібні речовини є однорідною групою сполук, яка важко піддається виробництву синтетичним шляхом у зв'язку зі складністю молекулярної будови. Гіберелінові кислоти посилюють поділ та розтягування клітин, однак їх хімізм дії практично не вивчений на відміну від метаболізму [46]. Стимулятори росту рослин, створені на основі гіберелінової кислоти, застосовують для підвищення енергії проростання насіння редису і буряку [128], проса [154 с.83], кукурудзи [139]. Вони збільшують лінійні розміри стебла практично всіх культур [28; 54; 139; 144; 147 с.25; 156 с.61; 182 с.30; 192 с.125]. Разом з тим, за дії гіберелінів відбувається погіршення стійкості рослин до вилягання [182 с.30]. Неоднозначною є дія цих регуляторів росту на масу сухої та сирої речовини рослин. Так, препарат гіберсиб збільшував суху масу рослин томатів, але зменшував – у капусти і гороху [192 с.98]. В інших дослідженнях за дії цього ж препарату суха маса томатів не змінювалася, натомість в огірків зростала [147 с.25]. ГК збільшувала масу цілої рослини картоплі [161], а також надземної частини рослин озимої

пшениці, однак зменшувала підземної [144]. Зменшення маси підземної частини спостерігалось і в кормового буряку на відміну від квасолі, в якій зменшувалася надземна частина [144]. Разом з тим, за дії препарату зростала суха маса конюшини [8] і сира маса огірка [28].

Гібереліни та препарати на їх основі збільшували площу листків у картоплі [14], огірка [28], проса [154 с.83], жасмину [179], редису та буряку [128] і неоднозначно впливали на кількість листків на рослині. Так, ГК зменшувала кількість листків в озимій пшениці і збільшувала в кормового буряку [144]. Неоднозначною також була дія гіберелінів на інтенсивність фотосинтезу, а особливо концентрацію хлорофілу в листках дослідних рослин. Гіберелінова кислота посилювала інтенсивність фотосинтезу в конюшини [8], рису [192 с.121], сої [80], коноплі [203], як і препарат гіберсиб у томатів [192 с.98] та кукурудзи [156 с.61]. За іншими літературними даними, гібереліни посилювали інтенсивність фотосинтезу в листках кукурудзи, але знижували концентрацію хлорофілу [102; 156 с.61; 203]. Зменшення концентрації хлорофілів за дії гіберелінів спостерігалось також у буряку, а збільшення – в редису [128].

Відомо, що вплив гібереліну і його аналогів на нагромадження асимілятів у рослинах залежить від регламентів їх застосування, видових та сортових особливостей рослин. Збільшення цукрів у вегетативних органах рослин за дії гіберелінів спостерігалось в конюшини [8], капусти [192 с.98], коноплі [197], гороху [156 с.139], а в генеративних – у томатів [147 с.46], огіроків [147 с.25], гороху [156 с.139].

Гіберелінові препарати переважно застосовують з метою підвищення врожайності. Дані регулятори росту збільшують урожай цибулі [17], суниці та картоплі [121], плодів баклажанів [147 с.55], масу зерен у колосі і масу 1000 насінин рису [192 с.121], пшениці і ячменю [144], кількість та розміри початків кукурудзи [100, 156 с.61], товщину та кількість волокон коноплі [203]. Однак інші літературні джерела містять інформацію, що гібереліни і їх аналоги можуть знижувати продуктивність рослин. Такі результати

спостерігалися на рослинах конюшини при обробці у фазу галуження [8], вишні – у фазу бутонізації [153 с.260], сої – під впливом різних концентрацій ГК [54].

Відомо, що механізм дії цілого ряду ретардантів зводиться до переривання ферментативного синтезу терпенових гормонів. Враховуючи, що до терпеноїдів належить велика кількість фізіологічно активних речовин (гібереліни, абсцизова кислота, брасиностероїди, фузикоцини, каротиноїди, стероїди і т.д.), важливим є з'ясування механізмів дії гіберелінових та антигіберелінових препаратів на весь комплекс цих речовин у рослині.

Усі терпеноїдні гормони в рослинах утворюються з мевалонової кислоти, попередником якої є ацетил-КоА. Після перетворення мевалонату на ізопентенілпірофосфат і надалі на диметилалілпірофосфат, геранілпірофосфат та фарнезилпірофосфат шляхи синтезу терпеноїдів розходяться в бік стероїдів дитерпеноїдів (гіберелінів) або сесквітерпеноїдів (АБК). Вважають, що існує два шляхи синтезу АБК. Перший – це перетворення фарнезилпірофосфату у фарнезол, а потім через *транс*- та *цис*-дегідрофарнезол до АБК. Інший шлях пов'язують із перетворенням геранілгеранілпірофосфату на каротиноїди фітоен, віолаксантин і надалі в ксантоксини та АБК [46, 125, 150].

При вивченні фізіолого-біохімічних механізмів рістгальмуючої дії четвертинних амонієвих, сульфонієвих та фосфонієвих сполук було встановлено, що препарати змінюють направленість гормонального обміну рослин у бік інгібування біосинтезу гіберелінів і стимулювання утворення АБК та фенольних інгібіторів (паракумарової кислоти (ПКК) та каверцетин-глікозил-кумарату) [208]. Характерною особливістю даної групи ретардантів є те, що вони переривають біосинтез гіберелінів тільки в одній його ланці. Зокрема, АМО-1618 перериває біосинтез ГК₃ на стадії перетворення геранілгеранілпірофосфату в копалілпірофосфат, як і ССС [46, 125, 227], на відміну від фосфону D, який здійснює це на стадії ент-каурен – ент-кауренол [46, 153 с.90]. Доказом цього є те, що при одночасному використанні

декількох різних препаратів ретардантний ефект посилюється. ССС також гальмує включення гібереліну в ростові процеси [46, 51, 150]. Препарати даної групи застосовують на різних культурах з метою підвищення стійкості рослин до вилягання [38, 75, 90, 157 с.33, 172, 255], збільшення їх продуктивності [35, 47, 157 с.33, 255] та покращення якості продукції [35, 47, 157 с.33].

Дія похідних триазолу основана на пригніченні активності ент-каурен-синтетази та інгібуванні біосинтезу гіберелінів у трьох ланках цього процесу: на стадії перетворення геранілгеранілпірофосфату в копаліпірофосфат і надалі в ент-каурен, як і деякі четвертинні амонієві солі. Крім цього, триазолпохідні препарати пригнічують перетворення ент-каурену в ент-кауренол, ент-кауренолу через ент-кауреналь у кауренову кислоту, що забезпечує надзвичайно високу і стабільну ретардантну активність стосовно росту стебла і проростання насіння багатьох рослин [150; 153 с.90].

Введення одного з триазолпохідних ретардантів уніконазолу в рослини плевела багаторічного після дефоліації інгібувало біосинтез гібереліну (ГК₃) [267]. Виявлено, що зі зменшенням активності гібереліну під дією цього ж препарату пов'язане гальмування росту проростків томатів [236]. Уніконазол також інгібував ріст стебла кукурудзи при додаванні екзогенного гібереліну або інокуляції *Azospirillum spp.*, який виділяє ГК₃, що вказує на пригнічення ретардантом біосинтезу ендogenous і дії екзогенного гібереліну [253]. Однак, на рослинах японського редису при низьких температурах використання даного ретарданту сильніше інгібувало біосинтез гібереліну при рості стебла і цвітінні, а його дія призупинялась при додаванні екзогенної ГК₃ [237].

За дії іншого антигіберелінового препарату цієї ж групи, паклобутразолу, при обробці у фазу бутонізації рослин озимого ріпаку відбувалося зменшення вільних і зв'язаних форм гіберелінів і збільшення вільної і зв'язаної форм АБК у листках [165]. Разом із гальмуванням поділу клітин у поздовжньому напрямку ці препарати посилюють поділ клітин

стебла в поперечному напрямку, що і зумовлює зростання його діаметра [93, 165]. Крім згаданих ефектів, препарати даної групи посилюють ріст кореневої системи [271, 278], збільшують урожайність культур [91, 250, 252, 263, 272, 278], покращують якість сільськогосподарської продукції [165], підвищують стійкість до вилягання [223, 290] та абіотичних факторів середовища [223, 284], посилюють стійкість рослин до фітопатогенів [148, 218]. Триазолові ретарданти застосовують на декоративних [225, 232, 290], плодово-ягідних [150, 252], олійних [223, 272, 278] та овочевих культурах [251, 164, 220, 225].

Спочатку 2,3-дихлорізомаасляна кислота та її натрієві солі привертали увагу дослідників як речовини, що викликають чоловічу, а при підвищеній концентрації і жіночу стерильність [208]. Пізніше аналіз вмісту міченого вуглецю показав, що при обробці молодих рослин пшениці $2\text{-}^{14}\text{C}$ -мевалонатом під впливом ДХІБ спостерігалось зменшення вільної форми ГК_3 в два рази. Встановлено, що ДХІБ не впливає на утворення каурену, а його ретардантна дія пов'язана з блокуванням синтезу гіберелінів на більш пізніх фазах їх утворення [275] під час синтезу кауренової кислоти з каурену [208].

Існує два різні механізми ретардантної дії ДХІБ. Перший – безпосереднє гальмування біосинтезу ГК після утворення каурену через редукцію гідроксикауренкарбонової кислоти до ГК_1 і ГК_3 [208].

Другий механізм пов'язаний із синтезом коензиму А (K_0A). При високих дозах ДХІБ викликає гальмування активності ферменту, який бере участь у перетворенні пантоїнової кислоти в пантотену, і тим самим впливає на утворення K_0A . Тому поряд із блокуванням синтезу гіберелінів дія ДХІБ може мати й інше походження, оскільки K_0A бере участь у біосинтезі мевалонової кислоти – попередника гіберелінів [86, 208].

Встановлено, що цей регулятор росту викликає зміни в гормональному комплексі. Зокрема, виявлено, що на світлі в пшениці під впливом ДХІБ

відбувалося збільшення утворення АБК. Аналогічне явище спостерігали за дії ретарданту тебепасу [208].

Інгібітори росту на основі дихлорізобутиратів впливають також на морфологічні характеристики та фізіологічні процеси в рослинному організмі. У ряді літературних джерел зазначається, що під впливом цих препаратів відбувається гальмування росту рослин, зазнають змін водний режим та інтенсивність фотосинтезу. Ретарданти даної групи використовують у практиці сільського господарства для підвищення стійкості культур до вилягання та водного дефіциту [22, 208].

Цілим рядом досліджень доведено, що антигіберелінова дія амонієвих, триазолових сполук та дихлорізобутиратів знімається введенням екзогенної гіберелінової кислоти [13 с.36; 191]. Але гібереліни – не єдина ланка в гормональній системі рослин, на якій проявляється дія інгібіторів росту. В рослинах, оброблених ретардантами, відбуваються більш широкі зміни гормонального статусу. Зокрема, під впливом уніконазолу в листках ріпаку спостерігалось не лише зменшення вмісту гіберелінів, а і ауксинів та зростання вмісту АБК, етилену і зеатину [294]. Препарат 17-DMC з групи четвертинних амонієвих сполук зменшував вміст гормонів-стимуляторів (ІОК, ГК, зеатину) та збільшував – гормонів-інгібіторів (АБК, етилен) у стеблах рослин ярого ріпаку при обробці у фазу 4-5 листків [110].

При вивченні дії різних груп ретардантів на морфогенез і продуктивність малини встановлено, що за дії 0,3%-го декстрелу та 1,2%-го хлорхолінхлориду відбувалося суттєве збільшення зеатину в пагонах, натомість 0,05%-й паклобутразол і 1,2%-й ССС збільшували вміст зеатинрибозиду. В тканинах листків малини під впливом ретардантів зменшувався вміст зеатину – активної форми цитокінінів, у порівнянні з контролем. Одночасно у варіантах з паклобутразолом і ССС відмічалася поява транспортної форми гормону – зеатинрибозиду [93].

Ретарданти впливають і на обмін ауксинів. Зокрема відомо, що ССС стимулює утворення інгібіторів фенольної природи, одночасно гальмуючи

синтез індольних ауксинів. Це пояснюється тим, що в гормональній системі рослин існує метаболічне розгалуження. ІОК і фенольні інгібітори мають спільних попередників: хоризмову та шикимову кислоти. Внаслідок дії ретардантів метаболізм цих гормонів спрямовується в бік інгібіторів – інертних флавонолглікозидів (паракумарової кислоти та каверцетинглікозил-кумарату). Встановлено, що ПКК пригнічує ріст та розтягування клітин, і діє як антагоніст ІОК, та активізує ІОК-оксидазу, яка інгібує синтез ІОК [119, 208].

Досліджено, що зниження активності ауксинів у рослин пшениці під впливом ССС і АМО-1618 може бути зумовлено як гальмуванням їх біосинтезу, так і підвищенням активності ІОК-оксидази. Протилежні результати одержані на квасолі і винограді при обробці ССС, де відмічалось збільшення вмісту даних гормонів. Це відбувалося за рахунок утворення в оброблених рослинах нових бічних стебел, верхні меристеми яких сприяють більшому біосинтезу ауксинів, а інгібований ріст основних стебел супроводжується повільним використанням цієї групи фітогормонів [270].

Триазолпохідний препарат паклбутразол зумовлював збільшення вмісту індолілоцтової кислоти в базальній частині живців яблуні [285], аналогічне явище спостерігалось при обробці препаратами культур і алар, тоді як препарат ТУР зменшував вміст ІОК до 50% відносно контролю [105].

Механізм дії іншої групи антигіберелінових препаратів – етиленпродуцентів пов'язаний із блокуванням утворення гормон-рецепторного комплексу. Введення екзогенного гібереліну не припиняє їх рістгальмуючої дії. Тобто етилен запобігає сполученню гормону з рецептором, чим інгібує дію гіберелінової кислоти, і як результат – пригнічує ростові процеси [13 с.37; 210]. Але на відміну від амонієвих солей, триазолів та дихлорізобутиратів етиленпродуценти швидко розкладаються і мають більш короткий час дії.

Утворення і біосинтез етилену контролюється біологічно активними речовинами гормональної природи – ауксинами, цитокінінами, гіберелінами

та АБК. Встановлено, що біосинтез етилену відбувається за такою схемою: метіонін → S-аденозилметіонін → 1-аміно-циклопропан-1-карбонова кислота (АЦК) → етилен. Утворення етилену з АЦК відбувається при наявності кисню і етиленпродуцентного ферменту, температури, світла, вологості [51].

Досліджено, що під впливом етиленпродуценту етрелу в рослин гороху зменшувався вміст вільної ІОК, а в озимого жита знижувалася активність ауксинів [150]. Відмічено, що етефон зменшував активність ауксинів в умовах підвищених рН і температури в різних видів рослин [119, 150]. Дигідрел знижував рівень ІОК у листках томатів, що пов'язано з дією екзогенного етилену [181].

Таким чином, етиленпродуценти порушують ауксин-етиленовий баланс у бік переважання етилену і зменшення вмісту ауксинів. Вважають, що вони блокують з'єднання ендogenous гібереліну з його білком-рецептором і підвищують вміст ендogenous АБК в листках, що пов'язано з більшою концентрацією етилену в тканинах.

В інших літературних джерелах вказується на те, що інгібування поділу клітин пов'язане з пригніченням функції ендogenous цитокінінів, або ж етилен регулює вміст АБК, яка гальмує поділ і розтягування клітин [94, 289]. Механізм дії етилену на молекулярному рівні невідомий. Однак виявлено, що під час дозрівання плодів і опадання листків етилен стимулює *de novo* синтез і виділення ряду ферментів, що розщеплюють клітинні стінки, зокрема целюлази. Але не зрозуміло, яким чином сигнал від зв'язування етилену з білком-рецептором призводить до синтезу специфічних ферментів. Білковий рецептор зв'язаний з мембраною і не транспортується, а отже не може включати гени, які транскрибуються в м-РНК [46 с.261].

Етилен також може підвищувати активність ферментів, інтенсивність дихання, сповільнювати поділ клітин та інші процеси. Екзогенний етилен може пришвидшувати старіння тканин листка, в'янення та опадання листя, надавати забарвлення характерного для зрілих плодів. Його застосовують для продовження спокою насіння та регуляції процесів утворення або секреції

деяких вторинних продуктів обміну речовин, зокрема виділення латексу каучуковими деревами. Він бере участь в ізодіаметральному розтягуванні клітин. Вважають, що етилен сприяє орієнтації мікротрубочок, завдяки чому нові синтезовані фібрили целюлози починають розміщуватися вздовж осі розтягування клітин [155]. За допомогою етиленпродуцентів можна підвищувати схожість та енергію проростання, стимулювати ріст коренів, сповільнювати ріст стебла і одночасно посилювати утворення та ріст бокових пагонів, пришвидшувати плодоношення і дозрівання, стимулювати цвітіння, викликати опадання листків, квітів, збільшувати кількість жіночих квіток на рослинах, інгібувати проростання бульб та коренеплодів при зберіганні [204].

Отже, ефективність дії регуляторів росту та розвитку рослин значною мірою визначається видовою і сортовою специфічністю, фазою розвитку рослин, ґрунтово-кліматичними умовами, концентрацією препаратів та способом їх застосування. Пошук оптимальних регламентів застосування препаратів, що регулюють ріст рослин на різних сільськогосподарських культурах, є важливим практичним завданням сучасної фізіології та біохімії рослин.

Незважаючи на те, що регламенти застосування рістрегулюючих сполук розроблені для багатьох декоративних, продовольчих та технічних культур, у літературі зустрічаються суперечливі дані щодо впливу різних груп регуляторів росту та їх сумішей на ріст і продуктивність олійних культур [269, 273].

1.3. Екологічні аспекти застосування регуляторів росту в рослинництві

На сьогоднішній день загострюється протиріччя між необхідністю використання хімічних речовин із метою підвищення продуктивності і стабільності сільськогосподарського виробництва та небезпекою наслідків їх застосування для здоров'я людини і навколишнього середовища. Тому

підвищення вимог до технологій використання біологічно активних сполук та можливість досягнення необхідних ефектів при мінімальних дозах препаратів є важливим завданням сучасного аграрного виробництва.

При застосуванні регуляторів росту рослин важливим є вивчення токсикологічних властивостей препаратів, можливості забруднення ними об'єктів зовнішнього середовища, характеру і ступеня міграції препаратів із ґрунту в ґрунтові і поверхневі води, стабільності препаратів у водному середовищі, ґрунті і прогнозування поширення даних забруднень з урахуванням токсикологічного ризику [13 с.115].

Регулятори росту є складовою частиною комплексної хімізації рослинництва. Вони дозволяють посилювати або послаблювати ознаки і властивості рослин у межах норми реакції, що визначається генотипом, з їх допомогою компенсуються недоліки сортів і гібридів та застосування гербіцидів [10, 13 с.115]. У зв'язку з цим, надзвичайно важливо знати механізми їх дії на молекулярно-генетичному, фізіолого-біохімічному та екосистемному рівнях. Це дозволить забезпечити направлений синтез нових препаратів і створення технологій їх використання в рослинництві.

З'ясувавши хімічну природу нативних фітогормонів, створено цілий ряд синтетичних сполук, що здатні впливати на життєві процеси в рослині. Найбільш вивченою є сполука 2,4-дихлорфеноксоцтова кислота. Це речовина, що належить до III класу токсичності (середньотоксична). Її ЛД₅₀ для білих пацюків складає 425-764 мг/кг. Під впливом препарату 2,4-Д у печінці пацюків розвивався токсичний гепатит: виявлено порушення цитоархітекτονіки печінкових пластинок та їх лімфо-плазмоцитарну інфільтрацію, набряк, деформацію гепатоцитів та їх ядер як під час введення препарату (14 діб), так і у відновному періоді [207].

Найпоширенішою з похідних нафтилкарбонових кислот є 1-НОК. Це низькотоксична сполука, ЛД₅₀ якої для білих пацюків становить 1000-5900 мг/кг. Препарат дещо подразнює шкіру кролів, практично нетоксичний для бджіл та інших корисних комах, помірно токсичний для риб.

Застосовується 1-НОК як регулятор росту рослин, головним чином для обприскування яблунь, з метою запобігання передчасному обпаданню плодів і для затримки цвітіння (при захисті від приморозків). Використовується у вигляді розчину концентрацією 20-150 мг/л. Дозволений 98%-й розчин на тютюні, плодкових, декоративних та лісових культурах для стимулювання коренеутворення і для гальмування росту пасинків тютюну [295].

Останнім часом в Україні, крім похідних 6-фурфуриламінوپурину (кінетину), 6-бензиламінوپурину, широко застосовують стимулятори росту на основі N-оксид піридину, розробником яких є Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України. Ці препарати використовуються практично на всіх сільськогосподарських культурах [141].

Встановлено, що похідні N-оксид піридину (N-оксид-2-метилпіридин, N-оксид-2,6-диметилпіридин) є помірно- або малотоксичними сполуками, не мають вираженої видової чутливості, мають слабкий кумулятивний ефект на організм білих щурів. Встановлено залежність токсичності похідних піридину і N-оксид піридину від їх структури. Наявність у молекулі піридину метильного або хлорного радикалу знижує токсичність, а нітро- або аміногрупи підвищують токсичність речовин. Введення в молекулу N-оксид піридину додаткового метильного радикалу або NO₂-групи підвищує токсичність для тварин.

При субхронічному пероральному надходженні в організм білих щурів N-оксид-2,6-диметилпіридину лінійної залежності “доза-ефект” не спостерігалось, а виявлено різну спрямованість ефекту. LD₅₀ для цих тварин становить 1150-1296 мг/кг. Встановлено, що особливістю похідних N-оксид піридину є те, що на відміну від загальнотоксичної дії, специфічні ефекти (мембранотропна активність, зміни синтезу білка, мітотична активність) проявляються на низькому рівні доз [141].

Івін (д.р. N-оксид-2,6-диметилпіридин) досить швидко розкладається в рослинах. На це вказує те, що через дві години інкубації проростків кукурудзи радіоактивна мітка івіну виявлялася у фракції гомогенату рослин,

який містив макромолекули – РНК, ДНК, білки. Було встановлено, що в концентраціях, стимулюючих їх ріст, за 6 годин розклалося до 10% препарату в коренях і до 25% – у стеблах, а через 72 години ступінь його деструкції становив близько 80 і 64% відповідно. Повністю івін розкладається в рослинах приблизно за тиждень. Хроматографічні дослідження показали, що одним з продуктів метаболізму є 2,6-лутидин. Поряд з цим у біологічних середовищах, очевидно, можливий досить швидкий каталітичний гідроліз івіну за метильними групами і подальше окиснення продуктів гідролізу [141].

Емістим С, івін не накопичуються в ґрунті, а швидко утилізуються ґрунтовими сапрофітними мікроорганізмами, не чинять токсичної дії на ґрунтову мікрофлору і фауну, гідробіонти, не шкодять комахам-запилювачам та об'єктам довкілля [11].

При застосуванні препаратів на основі N-оксидів піридину можна підвищувати стійкість рослин до захворювань, ураженості мікроорганізмами, підвищувати стійкість до стресових факторів. Завдяки посиленню проникності клітинних мембран під впливом регуляторів росту спільне їх використання з фунгіцидами та інсектицидами дозволяє знімати фітотоксичний ефект ряду пестицидів при сортовій чутливості на окремих культурах, а також з'являється можливість зниження пестицидного навантаження на рослини, внаслідок чого покращується якість, збільшується врожайність продукції, поліпшується екологічний стан сільськогосподарського виробництва [140].

Інша сполука з групи цитокінінових препаратів N-(1,2,4-триазол-4-іл)-N''-фенілсечовина належить до IV класу токсичності (низькотоксична). Її ЛД₅₀ для мишей становить більше 5000 мг/кг, а для білих пацюків – більше 7000 мг/кг. Регулятор росту застосовують у вигляді 4%-го розчину (препарат цитодеф) на плодкових культурах для підвищення врожаю та покращення його зберігання, а на овочевих культурах – для збільшення виходу ранньої продукції [295]. Завдяки обробці цибулі цитодефом на початку поживтіння її

листя можна досягти затримки полягання рослин на два тижні і відповідно збільшити врожай на 10-15%. Обробка кропу цим препаратом (10^{-6} – 10^{-9} М) вдвічі знижувала рівень нітратів у товарній частині врожаю [204]. Позитивний вплив цитодефу виявлено і на рослинах кукурудзи та огірків завдяки збільшенню схожості, посиленню росту осьових органів та зменшенню ступеня холодового пошкодження проростків [97].

З 60-х років ХХ ст. в колишньому СРСР широко почав застосовуватися на практиці хлорхолінхлорид (комерційна назва ТУР) [149]. Та слід зауважити, що використання цього препарату проводилось у досить високих концентраціях робочих розчинів. Хлорхолінхлорид – речовина середньої токсичності, але при порушенні технічних регламентів, правил техніки безпеки, норм і строків внесення він виявляє токсичний вплив на нервову систему і функції печінки людини [13 с.115].

Хлорхолінхлорид у ґрунті швидко розкладається, оптимальні умови: температура 25°C , вологість ґрунту 60% від повної вологоємності. У рослині розпад цього препарату відбувається повільно, так для його інактивації в рослинах пшениці потрібно 2-4 тижні, а через 6 тижнів після обприскування в рослинах можна виявити лише сліди ретарданту. За допомогою міченого ССС за ^{15}N і ^{14}C виявлено продукти його деградації – холінхлорид, холін і бетаїн, який є продуктом нормального обміну речовин. Такий шлях детоксикації хлорхолінхлориду в рослинних організмах знижує небезпеку забруднення навколишнього середовища [184].

Важливим є практичне застосування етиленпродуцентів – 2-ХЕФК та їх аналогів, які швидко розкладаються в рослинах і не накопичуються в плодах. З'ясовано, що 2-ХЕФК не є небезпечним для людини і тварин як канцероген. Існують дані, що етефон навіть може виявляти захисну дію проти канцерогенів навколишнього середовища. Встановлено, що етефон гальмує розвиток пухлин у тканинах легенів мишей [82, 119 с.127].

Великим досягненням було створення нового етиленпродуценту – ретпролу. Це карбід кальцію (CaC_2), простий за структурою і дешевий у

застосуванні. Встановлено, що при внесенні препарату в ґрунт у вологих умовах він розкладається з утворенням кінцевих продуктів гідроокису кальцію і ацетилену, останній за участі азотфіксуючих мікроорганізмів відновлюється до етилену [115]. Цей газоподібний гормон надходить до вегетуючих рослин через коріння [120]. Препарат проявляє високу ефективність на помідорах, огірках, картоплі, коноплях, кукурудзі і сої (пришвидшує дозрівання, підвищує врожай і стійкість до хвороб, сприяє кращому зберіганню продукції) [115, 120].

Препарати нового типу за всіма параметрами повинні бути кращими існуючих. Висока ефективність дії нових регуляторів росту дозволяє в 10-100 разів знизити норми їх використання. Ця обставина не лише сприятлива для чистоти середовища, але й забезпечує високу рентабельність їх використання [148]. Для раціоналізації технології вирощування озимої пшениці шляхом заміни ССС було розроблено нові етиленпродуценти – іфоній та іфонілій. Це препарати з антисептичними властивостями і значно нижчими дозами використання. Так, ефективна доза хлорхолінхлориду для рослин пшениці становить 1300-4000 г/га, тоді як іфонію та іфонілію – 100-200 г/га. З врахуванням низької токсичності та ефективності малих доз використання припускається, що при заміні ССС і фунгіцидів на етиленпродуценти даного типу можна досягти підвищення ефективності і пестицидного розвантаження технології вирощування озимої пшениці [73]. Зниження токсичності і різкості запаху досягнуто заміною активного хлору ССС на “м’якші” антисептичні сірковмісні фторовані радикали. Досліджено, що при обробці рослин озимої пшениці іфонієм проявлявся середній ступінь грибкового ураження колосся. Оскільки препарат спочатку було запатентовано як рослинний фунгіцид, висунуто припущення, що збільшенню врожаю сприяють і фунгіцидні властивості іфонію [73].

Досліджуються фактори взаємної дії багатьох регуляторів росту на хромосомний і генетичний апарати рослини. Так, у 1992 році в США було встановлено канцерогенну та мутагенну дію на рослинні організми в

препаратів гідрел та дигідрел, які були виключені зі списку дозволених для виробництва [150].

У багатьох випадках ці ефекти мають незворотну дію. Так, виявлена чітко виражена мутагенна дія гідразидпохідних препаратів на тваринні організми [13 с.115]. Ці регулятори росту досить широко використовувалися в рослинництві для підвищення урожайності томатів, яблуні, для компактного формування крони і стимуляції закладання плодкових бруньок.

У 70-х роках агентство США з охорони довкілля виступило проти реєстрації гідразиду малеїнової кислоти. Було встановлено, що препарат викликає хромосомні аберації в рослин. У них він розщеплюється з утворенням гідразиду і невідомого канцерогену [119 с.126]. Хоча незмінним ГМК може виділятися через коріння в ґрунтовий розчин, після чого він швидко зазнає деградації під впливом ґрунтових мікроорганізмів; у цьому виявлялася його перевага над іншими ретардантами [155]. У 1985 році був заборонений до застосування алар через значну мутагенну і канцерогенну дію [150].

Важливою вимогою, яка ставиться до нових регуляторів росту є стабільність їх дії незалежно від факторів навколишнього середовища – ґрунтово-кліматичних і метеорологічних умов. Агрономічній практиці гостро не вистачає регуляторів росту поліфункціональної дії, здатних проявляти направлений вплив на різні фази онтогенезу, володіти антистресовою дією, суттєво покращувати і зберігати якість сільськогосподарської продукції [100, 148, 238].

Останнім часом у рослинництві широко застосовуються похідні триазолу, які мають властивості регуляторів росту і проявляють фунгіцидну активність. Вони характеризуються низькою токсичністю, ефективно діють у малих дозах і екологічно безпечні [148].

Уніконазол підвищує стійкість проростків пшениці до високих температур за рахунок зберігання тургору і меншого утворення етилену.

Гостра токсичність (LD_{50}) при оральному введенні білим пацюкам становить 1790-2020 мг/кг [150].

Встановлено, що паклобутразол не спричиняє мутагенної дії і з токсиколого-гігієнічних міркувань є найбільш прийнятним серед триазолпохідних препаратів, оскільки в порівнянні з іншими ретардантами він у малих дозах має низьку фітотоксичність. Препарат здатний контролювати ріст рослин, підвищувати їх продуктивність та стійкість до стресів. Це забезпечує його широке використання на зернових, плодкових, овочевих і декоративних культурах.

Азовіт у практиці рослинництва використовується як фунгіцид у боротьбі з борошнистою росою, паршею, сірою гниллю, септоріозом у пшениці, кукурудзи, вівса, жита, цукрового буряку, огірків, томатів, чорної смородини, дині, квіткових і лікарських культур у дозі 0,03-0,1 кг/га [148]. Гостра токсичність (LD_{50}) при оральному введенні пацюкам препарату становить 363-568 мг/кг. На п'яту добу після внесення азовіту в дозах 2,4 і 4,6 г/га на рослини полевиці його залишки в ґрунті становили 0,04% від початкової дози [256]. Багаторічні польові дослідження післядії азовіту і паклобутразолу показали, що препарати не мають значного впливу на мікробну біомасу і мікробіологічну активність ґрунту і швидко розкладаються в рослині [148, 240].

При внесенні паклобутразолу та уніконазолу в дозі 2 мл/л у розчин, в якому вирощувались рослини каланхое, було відмічено, що вже через тиждень відбувалося зниження вмісту ретарданту в розчині, і через 4 тижні воно було на 25-30% менше від внесеної концентрації. При цьому адсорбція уніконазолу була вищою, ніж паклобутразолу [148]. Отже, сучасні триазолпохідні препарати малотоксичні, вони швидко і легко розкладаються в рослинах і ґрунті, у використовуваних дозах їх залишки в сільськогосподарській продукції не перевищують допустимих кількостей.

З'ясування механізмів дії різних груп регуляторів росту дозволяє розробити їх суміші, які при спільному використанні виявляють синергічні

ефекти, за рахунок цього зменшуються дози рістрегулюючих речовин і кількість обробок, що дозволяє досягти бажаного ефекту при мінімальних затратах препарату, зменшуючи екологічне навантаження на гектар угідь [13 с.88; 150]. Встановлено, що спільне використання гіберелінової, індолілоцтової кислот і кінетину значно посилювало інтенсивність фотосинтезу в рослин рису і сої в порівнянні з роздільним їх застосуванням та покращувало продуктивність цих культур [192 с.121], а суміш препаратів гетероауксину і гібереліну мала аналогічний вплив на рослини соняшнику [156 с.28]. Позитивні зміни в структурі фотосинтетичного апарату листків картоплі відбувалися за дії суміші 6-БАП та ІОК. Спостерігалось зростання товщини шару клітин стовпчастої паренхіми і збільшення об'єму її клітин [48]. Комплексний стимулятор промалін (ІОК + ГК + БАП) суттєво покращував вкоріненість агрусу, а суміш рослинного імуностимулятора епібрасиноліду та ІОК значно посилювала проростання ячменю [1]. Препаративна форма цитокінінів і ауксинів триман-1 значно збільшувала діаметр кошика в соняшнику [31] та урожайність насіння, соломи і волокон – у льону [177]. Обробка картоплі гіберсибом та цитокініновим препаратом дифосет суттєво покращувала продуктивність, товарність і біохімічний склад бульб. Окреме застосування препаратів було малоефективним [101]. Інший стимулюючий коктейль (гіберелінова кислота, кінетин та індолілмасляна кислота) збільшував вміст ефірних олій у шавлії лікарської [266], а суміш ГК і епібрасиноліду посилювала вкоріненість арабідопсису [37].

Встановлено, що ефективним є одночасне застосування кампозану М і хлорхолінхлориду в концентраціях 0,4% і 0,02% на яблуні. Синергічний ефект яскраво проявляється в перший рік використання. Ретардантна активність суміші препаратів у низьких концентраціях не поступається високій дозі ССС (0,6%) [192 с.108].

Висока рістгальмуюча активність сумішей ССС і 2-ХЕФК спостерігається на зернових культурах. При їх застосуванні на рослинах озимої пшениці полягання рослин становило 0,7-1 бал, тоді як у контролі –

3,5-4,0 бали [13 с.36, с.88]. Збільшення стійкості до вилягання за рахунок зменшення довжини стебла та підвищення врожаю в ярого ячменю виявилось при застосуванні сумішей ССС та кампозану М. Так, при обробці сумішшю ССС в дозі 2 кг/га і кампозану М – 500 г/га у рослин ячменю підвищувалась стійкість до вилягання з 1 до 3 балів, а врожайність – з 30,2 до 35,2 ц/га [150]. Використання таких сумішей зменшує число обробок та дози препаратів [13 с.36, с.88]. З метою збільшення врожайності цієї сільськогосподарської культури до хлорхолінхлориду також додають *a*-нафтилоцтову кислоту, при цьому стійкість рослин до вилягання не знижується [72].

В літературі є дані про застосування суміші паклобутразолу і хлормекватхлориду (JF 104405) для покращення врожаю і полегшення вирощування ріпаку. Використання JF 104405 на сортах ріпаку Аріана і Кобра показало, що навіть низькі дози суттєво зменшували полягання, проте висота рослин зменшувалася незначно. При цьому зростала урожайність рослин на 4,2-6,6 ц/га, але не відмічалось збільшення маси насіння та вмісту олії в ньому [219]. Інша суміш цих же препаратів (FD 4121A) зменшувала полягання та оптимізувала продуктивність льону [231]. Високоєфективним виявилось застосування суміші ССС і ГМК на насадженнях малини, хлористого 2,2-диметилпіперидину і 2-ХЕФК – на посівах пшениці й жита [59, 192 с.112], суміші мепікватхлориду і етефону – на насадженнях льону [231].

В даний час за кордоном “агрохімічні коктейлі”: фіназол (ССС + етефон), терпал (етефон + хлористий диметилпіридиній), ретацел-супер (ССС + етефон) і багато інших отримали широке застосування, однак у нашій країні даний прийом використовується в обмежених масштабах. Слід зазначити, що виробництво цих коктейлів потрібно здійснювати як по лінії зниження доз препаратів, так і по їх вартості [150].

Створення комплексних регуляторів росту на основі фізіологічно активних природних сполук з різним напрямком дії та поєднання їх з екологічно безпечними засобами захисту рослин, включаючи

мікробіологічні, створює можливості для отримання високих врожаїв з одночасним вирішенням екологічних проблем – зниження пестицидного навантаження на довкілля та його оздоровлення [114].

Суміш інгібіторів росту рослин ТУРу, кампозану та стимулятора крезацину покращувала продуктивність, посилювала стійкість рослин пшениці до вилягання та значно зменшувала витрати препаратів на одиницю площі в порівнянні з роздільним їх застосуванням [157 с.118], поєднання крезацину і мівалу підвищувало урожайність багатьох фруктових рослин [5]. Одночасне використання амонієвого ретарданту пікса та ауксинового препарату дропа збільшувало кількість волокон у рослин бавовнику та вміст білків у вегетативних органах [25]. Гіберелінова кислота в суміші з бензиладеніном збільшувала розміри плодів хурми [217].

Останнім часом починають застосовувати препарати, які б одночасно впливали на різні гормони рослин. Наприклад, лепідимойд – препарат одночасно з гібереліною і цитокініною дією, який використовують для покращення росту і продуктивності рису [229]. Часто такі препарати впливають на гормони, що мають різний напрямок дії. Зокрема, бензихол (N,N,N,N-диметилбензил(2-бензилоксіетил)-амонійхлорид) – препарат з антигібереліновим і ауксиновим механізмом дії, покращував схожість та енергію проростання насіння ярого ячменю і позитивно впливав на урожайність культури [7].

Таким чином, огляд літератури по впливу стимуляторів та інгібіторів на ріст і розвиток рослин свідчить, що питання застосування сучасних препаратів рiстрегулюючої дії на морфогенез, обмінні процеси, функціонування фотосинтетичного апарату і донорно-акцепторної системи має суперечливий характер, що визначає необхідність поглиблення досліджень у цьому напрямку.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експериментальну частину роботи виконували в лабораторії фізіології і біохімії рослин Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, на виробничих посівах соняшнику Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів НААН України, СТОВ (сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю) агрофірми «Світанок» с. Непедівки Козятинського району Вінницької області та ПОП (приватне орендне підприємство) «Рідний край» с. Тростянець Ямпільського району Вінницької області.

2.1. Агрокліматичні умови проведення дослідів

Клімат Вінницької області помірно континентальний, характерний для Правобережного Лісостепу. В межах Вінниччини виділено 2 агрокліматичні райони: 1) помірно теплий, вологий; 2) теплий, недостатньо вологий [44].

Середньорічні температури змінюються з півночі на південь області від +7,1 до 9,0⁰С. Температура січня становить відповідно -6,0...-4,3⁰С, а температура липня – +18,5...+20,6⁰С. Абсолютний мінімум температури повітря на території Вінниччини становить -36⁰С, а абсолютний максимум – +40⁰С [53].

Сума активних температур змінюється від 2500 до 3000⁰С. Вегетаційний період у першому агрокліматичному районі становить 200-205 днів, у другому – 210-220 днів. Перші заморозки розпочинаються в середині жовтня, останні приморозки спостерігають на початку травня. Тривалість безморозного періоду 165-175 днів. За рік випадає в середньому 480-560 мм опадів, з яких 60-70% припадає на вегетаційний період. Влітку опади носять зливовий характер. З травня по липень щомісяця буває 10-14 днів, а з серпня

по жовтень – 8-10 днів з опадами 0,1 мм і більше. Середньорічна відносна вологість повітря складає 65-68%. Повторюваність слабких посух 15-20 днів на рік. Суховіїв майже немає. Ґрунт промерзає на глибину 20-30см на півдні, а на півночі до 65см [44, 53].

Погодні умови в районі дослідження за кількістю тепла, вологи та їх розподілом впродовж вегетації відрізнялися по роках проведення досліджень, але переважно забезпечували нормальний ріст і розвиток культури соняшнику (табл. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1

**Гідротермічний коефіцієнт у районах проведення досліджень за даними
Вінницької обласної гідрометеорологічної станції**

Рік Місяць	2006 ¹⁾	2007 ¹⁾	2008 ¹⁾	2008 ²⁾	2009 ¹⁾	2010 ³⁾
Травень	1,4	0,4	1,0	0,8	0,9	1,1
Червень	3,6	0,6	0,8	0,3	1,9	3,3
Липень	0,8	1,2	1,5	0,7	0,7	1,3
Серпень	1,6	1,8	0,8	0,5	0,1	0,1
Вересень	1,2	2,4	0,1	0,1	0,4	1,7
Середнє значення	1,7	1,3	0,8	0,5	0,8	1,5

Примітка. Дані з метеостанції: ¹⁾ – Вінниця, ²⁾ – Білопілля, ³⁾ – Могилів-Подільський

Погодні умови 2006 р. були найбільш сприятливими для росту та розвитку культури: річна кількість опадів була близькою до середньої багаторічної норми, а середньодобова температура лише на 0,5⁰С перевищувала багаторічну. У травні-червні 2007 р. був відчутний дефіцит опадів (ГТК 0,4-0,6) і тільки в липні випали рясні дощі. Протягом усієї

Таблиця 2.2

**Погодні умови вегетації в районі проведення досліджень за даними
Вінницької обласної гідрометеорологічної станції**

Місяць	Метеостанція Вінниця											
	Багаторічна середньодобова температура повітря, °С	Середні багаторічні опади, мм		2006 р.		2007 р.		2008 р.		2009 р.		
		середньодобова температура повітря, °С	опади, мм	середньодобова температура повітря, °С	опади, мм	середньодобова температура повітря, °С	опади, мм	середньодобова температура повітря, °С	опади, мм	середньодобова температура повітря, °С	опади, мм	
Січень	- 5,8	40	- 8,7	15	1,5	32	- 3,2	18	- 3,8	19		
Лютий	- 4,3	38	- 6,3	22	- 3,6	41	0,2	16	- 1,4	46		
Березень	- 0,2	35	- 0,8	51	5,5	9	3,9	36	1,3	57		
Квітень	8,0	49	8,9	49	8,1	33	9,3	87	10,4	0		
Травень	14,1	63	13,5	59	17,6	20	13,6	41	14,0	40		
Червень	17,1	87	16,9	184	19,9	38	18,1	45	18,9	110		
Липень	18,3	92	19,5	47	21,5	81	19,5	92	20,4	46		
Серпень	17,7	68	19	94	20,4	112	20,2	48	18,6	7		
Вересень	13,4	46	14,6	54	13,7	100	13,0	135	15,8	19		
Жовтень	7,6	34	9,1	25	8,6	11	10,5	12	8,7	33		
Листопад	1,9	42	3,7	23	0,4	42	3,3	25	4,3	19		
Грудень	- 2,5	44	1,3	8	- 1,9	28	- 0,5	53	- 3,0	57		
Середньорічні дані	7,1	638	7,6	631	9,3	547	9,0	608	8,7	453		

Продовж. табл. 2.2

Місяць	Метеостанція Білопілья				Метеостанція Могилів-Подільський			
	багаторічна середньодобова температура повітря, °С	середні багаторічні опади, мм	2008 р.		багаторічна середньодобова температура повітря, °С	середні багаторічні опади, мм	2010 р.	
			середньодобова температура повітря, °С	опади, мм			середньодобова температура повітря, °С	опади, мм
Січень	- 6,2	33	- 3,0	27	- 4,1	35	- 6,3	90
Лютий	- 4,8	29	0,3	14	- 2,0	33	- 1,5	40
Березень	- 0,3	29	3,9	35	2,3	31	3,6	9
Квітень	7,6	46	9,6	95	9,9	46	10,7	40
Травень	14,1	56	13,7	33	15,7	71	17,3	62
Червень	17,0	84	18,0	17	18,8	92	20,6	202
Липень	18,1	94	20,0	46	20,0	95	23,0	96
Серпень	17,5	72	20,6	31	19,3	55	23,2	34
Вересень	13,2	43	13,1	102	15,0	45	14,7	75
Жовтень	7,4	32	10,6	9	9,0	31	6,7	46
Листопад	1,6	40	3,3	16	3,7	38	9,0	52
Грудень	- 2,8	39	- 0,3	50	- 0,9	39	- 3,4	65
Середньо-річні дані	6,9	597	9,2	475	8,9	611	9,8	811

вегетації соняшнику середньодобова температура повітря була найвищою порівняно іншими роками дослідження та перевищувала норму на $2,8-3,5^{\circ}\text{C}$. У серпні 2008 р. стояла жарка, суха погода. У вересні випало майже в три рази більше опадів порівняно з багаторічними даними при зниженні середньодобової температури на $0,3^{\circ}\text{C}$, що значно продовжило період досягання насіння соняшнику.

Польові дослідження проводили на сірих лісових опідзолених крупнопилувато-середньосуглинкових ґрунтах Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів НААН України. Ґрунт характеризувався такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі $1,6-3,0\%$, вміст гідролізованого азоту (за Корнфілдом) 84 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Кирсановим) відповідно 158 і 114 мг/кг ґрунту. Ґрунти слабокислі (рН $6,6$).

У СТОВ агрофірми «Світанок» с. Непедівки Козятинського району Вінницької області ґрунти чорноземні глибокі малогумусні (вміст гумусу $4,66\%$), крупнопилувато-середньосуглинкові. Бал родючості 65 . Вміст гідролізованого азоту дуже низький – 96 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом). Середня забезпеченість рухомим фосфором (88 мг/кг ґрунту) та обмінним калієм (66 мг/кг ґрунту) (за Чириковим). Ґрунти мають кислу реакцію ґрунтового розчину (рН – $6,8$), що визначає високу рухливість елементів живлення і вилужування їх у нижні шари.

У ПОП «Рідний край» с. Тростянець Ямпільського району Вінницької області ґрунти дослідного поля представлені чорноземами опідзоленими слабозмитими (вміст гумусу $3,1-4,0\%$). Механічний склад – пилувато-важкосуглинковий. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної. Вміст K_2O високий ($135-142\text{ мг/кг}$ ґрунту), P_2O_5 середній ($75-80\text{ мг/кг}$ ґрунту) (за Чириковим), а гідролізованого азоту дуже низький (88 мг/кг ґрунту) (за Корнфілдом).

2.2. Об'єкти дослідження

Соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.) належить до Класу Магноліопсиди, або Дводольні (*Magnoliopsida*, або *Dicotyledones*) Підкласу Айстериди (*Asteridae*) Порядку Айстрові (*Asterales*) Родини Айстрові, або Складноцвіті (*Asteraceae*, або *Compositae*) Триби Соняшникові (*Heliantheae*) Роду Соняшникові (*Helianthus*) [118].

Коренева система стрижнева. Головний корінь розвивається з первинного зародкового корінця, росте зі швидкістю, яка в 2-2,5 рази перевищує швидкість росту стебла, і проникає в ґрунт на глибину 2-3 м [21, 137]. Товщина у верхній частині 2-4 см. Від стрижневого відходять міцні і сильно розгалужені бічні корені, які залежно від стану зволоженості ґрунту і характеру розподілу поживних речовин утворюють 2-3 яруси. У вологому шарі ґрунту від підсім'ядольного коліна соняшника відростають стеблові корені.

Максимум росту коренів збігається з фазами утворення кошиків і цвітіння, коли зростає потреба рослини у воді і поживних речовинах [29, 211].

Стебло соняшника нерозгалужене, кругле або ребристе, вкрите жорсткими волосками. Середина його виповнена губчастою тканиною. Товщина нижньої здерев'янілої частини стебла 2-4 см, діаметр верхньої частини в два і більше разів менший [137]. По мірі збільшення маси насіння під час його наливу верхня частина стебла в більшості сортів нагинається [29].

Висота стебла є сортовою ознакою і знаходиться в межах 60-250 см. Росте нерівномірно, найбільш інтенсивно від початку утворення кошиків до цвітіння [21, 29].

Листки прості, черешкові, без прилистників. Розташовані спірально (почергово) і лише найнижчі (2-3 пари) – супротивно. Пластинки листків прості, цільні, цілюнокраї в найнижчих та із зубчастими або

великопилчастими краями у всіх інших. Зі зміною розмірів змінюється і форма пластинок від продовгувато-яйцевидних нижніх до широкосерцевидних середніх і загострено-серцевидних верхніх листків. Жилкування листків перистопетлевидне, але в пластинку листка входить одразу три жилки, з яких лише середня є прохідною. Всі бокові жилки, не доходячи до краю листка, повертають доверху і приєднуються до бічної жилки, що знаходиться вище, утворюючи петлю [137].

Кількість листків навіть у межах одного сорту непостійна. Максимальна площа листової поверхні однієї рослини залежно від умов вирощування змінюється від 3500 до 8000 см² [2, 21, 29].

Перша пара листків утворюється на 2-4-й день після виходу сім'ядолей на поверхню, наступні – через кожні 2-3 дні. У посушливі роки темпи утворення листків підвищуються. Утворення листків закінчується на час цвітіння, але ріст листових пластинок триває до початку досягання сім'янок, коли листова поверхня набуває максимуму [29].

Суцвіття – багатоквітковий верхівковий кошик округлої форми (у вигляді плаского, випуклого або ввігнутого диску), що складається з великого квітколожа, в якому розташовані квітки; по краях оточений обгорткою з декількох рядів листочків, видовженої форми, із загостреною верхівкою [2]. В умовах, сприятливих для цвітіння і наливу насіння, ріст кошика продовжується до його пожовтіння. Діаметр кошиків у залежності від гібриду, сорту і умов вирощування змінюється від 10 до 26 см [137].

По краях суцвіття розташовані попарно псевдоязичкові безплідні квітки, які складаються з великого яскраво-жовтого віночка і нижньої зав'язі. За цим крайнім рядом все ложе кошика заповнене двостатевими трубчастими квітками, кількість яких досягає від 1 до 2 тисяч і більше [29, 211]. Вони мають зубчасті приквітки, чашечку, п'ятизубчастий віночок, пелюстки якого зрослися в трубочку, жовтого забарвлення, п'ять тичинок, одну маточку з нижньою одногніздуою зав'яззю та дволопатевою приймочкою [21]. Тип

розвитку статевих органів протерандричний, пиляки досягають раніше за приймочку.

Цвітіння трубчастих квіток поступово поширюється по поясах до центра кошика. Тривалість цвітіння одного кошика – 8-12 діб. Під час цвітіння ріст соняшника припиняється [2]. Розвиток однієї фертильної квітки від розкриття бутона до втягування приймочки після запліднення триває 28-36, а стерильної – 10-16 годин [29].

Плід соняшника – сім'янка – належить до нижніх паракарпних плодів, однонасіннєвий, має ядро та шкірястий або напівздерев'янілий перикарпій (оплодень), що не зростається з насінневою оболонкою і не відкривається при дозріванні [137]. Поширені на Україні сорти мають лушпинність 22-25%.

За формою та величиною сім'янки поділяють на олійні – видовженої або опукловидовженої форми, щільно виповнені ядром; лузальні – здебільшого видовженої форми, ядро заповнює близько $\frac{2}{3}$ сім'янки і становить близько 50% її ваги та межуємок. Вага 1000 сім'янок одного і того ж сорту змінюється залежно від умов погоди і вирощування [29]. Від 70 до 90% внутрішньої порожнини сформованого оплодня займає насінина (ядро сім'янки) [137].

Дослідження проводили на двох сортах та двох гібридах соняшнику вітчизняної та зарубіжної селекції.

Сорт Чумак. Сорт олійного напрямку виведений фірмою „Незалежна аграрна індустрія” та Донською філією ВНДІОК. Рослини заввишки 185 см. Стебло пряmostояче, нерозгалужене, слабко опушене. Листки середнього розміру, серцеподібні, зелені, без антоціану і блиску. Листкова поверхня середньо-горбкувата. Кошик середнього розміру (18 см), тонкий плескатий. Язичкові квіти видовженої форми, жовті; трубчасті із слабким антоціановим забарвленням. Листки обгортки без антоціанового забарвлення, округлі. Сім'янки середні, видовжено-яйцеподібної форми, чорні. Маса 1000 сім'янок 64,6 г.

Вегетаційний період у Лісостепу – 118 днів. Середня урожайність 21,7-28,2 ц/га, потенційна – 37,3 ц/га. Вміст жиру – 49,5-51,9%, білка – 18,3%. Лушпинність – 22%.

Сорт рекомендовано для Степу і Лісостепу [122].

Сорт Флагман. Сорт олійного напрямку зареєстрований у Росії в 1996 році, а в Україні – в 2006 році. Заявник – Всеросійський НДІ олійних культур імені В.С. Пустовойта. Гіпокотиль з помірним антоціановим забарвленням. Листок середнього розміру, зубці помірні, вушка дуже великі, горбкуватість слабка, форма в поперечному розрізі – слабко увігнута. Опушеність верхівки стебла сильна. Час цвітіння середній. Язичкові квітки середньої щільності, за формою – веретеноподібні, помірно жовті, довгі. Трубочасті квітки жовті, антоціанове забарвлення приймочки відсутнє. Форма зовнішніх листків обгортки – чітко видовжена, округла, довжина верхівки – довга, зелений колір зовнішнього боку листків обгортки – помірний. Рослина висока, галуження відсутнє. Положення кошика – обернене донизу, розмір кошика – середній, форма кошика (з боку сім'янок) – злегка випукла. Сім'янки середнього розміру, широкояйцеподібні, за основним кольором – чорні, смугастість по краях слабка, смугастість між краями відсутня або дуже слабка, колір смужок сірий.

Вегетаційний період в умовах Лісостепу становить 132 дні. Висота рослин – до 210 см. Середня урожайність – 27,9 ц/га, потенційна – 41,8-43,6 ц/га. Вміст жиру – 49,5-53,0%, білка – 18,6%. Вихід олії – 1389 кг/га.

Сорт стійкий щодо осипання, відносно стійкий до посухи. Стійкий щодо несправжньої борошнистої роси, вовчка і соняшникової молі як при штучному інфікуванні, так і в польових умовах. Має підвищену стійкість проти фомопсису. Рекомендований для зони Лісостепу [61].

Гібрид ПР63А90. Простий міжлінійний гібрид олійного напрямку створений фірмою Піонер Хай-Бред Інтернешнл, ІНК (США). Рослини заввишки 165 см. Стебло пряmostояче, середньоопушене. Листки великі, серцеподібні, зелені. Листкова пластинка без антоціану і блиску,

слабкогорбкувата, форма поперечного розрізу увігнута, крила відсутні, кут розходження бічних жилок прямий. Кошик середнього розміру, увігнутий. Листки обгортки округлої форми з антоціановим забарвленням. Язичкові квітки жовті, овальної форми, трубчасті – жовті, без антоціану. Сім'янки видовжено-яйцеподібні, чорні, без смужок. Маса 1000 сім'янок – 70 г.

Вегетаційний період в умовах Лісостепу – 129 днів. Середня врожайність за роки випробування – 28,2 ц/га, потенційна – 42,5 ц/га. Вміст олії – 49,2%, білка – 18,3%. Гібрид стійкий до осипання, вилягання, відносно стійкий проти основних хвороб. Рекомендований для зони Лісостепу [122].

Гібрид КВС Гелія 06. Простий середньоранній гібрид, занесений до Держреєстру сортів рослин України в 2006 р. Заявник – фірма КВС (Німеччина). Рослини – середньої висоти (160-170 см), не галузяться. Кошик – середнього розміру, трохи випуклий з боку сім'янок; сім'янки чорного кольору, вузькояйцеподібної форми, середнього розміру; рослини зацвітають і дозрівають у середні строки.

Вегетаційний період 129-135 днів. Гібрид добре адаптований до умов континентального та сухого клімату, стійкий до вилягання та осипання, а також до вовчка (раса Е), несправжньої борошнистої роси, толерантний до фомопсису та гнилей.

Середня урожайність – 30,6 ц/га, олійність – 49,5%. Вихід олії 1389-1499 кг/га. Потенціал урожайності – понад 48,4 ц/га, олійності – 52%. Вміст білка – 17,3-18,6%. У виробничих випробуваннях 2005 р. одержано 36-39 ц/га. Гібрид є рекордсменом по урожайності в 2007 р. Оптимальна густина стояння – 55-60 тис./га, за гірших умов – 50-55 тис./га. Рекомендується для вирощування в Степу і Лісостепу [61].

2.3. Характеристика препаратів

Хлормекватхлорид – β-хлоретилтриметиламонійний хлорид ($[\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+\text{Cl}^-$). Біла кристалічна речовина, що розкладається при

температурі 245⁰С, нерозчинна у вуглеводнях, але розчинна у воді: розчинність становить 74% при 20⁰С. Отримують взаємодією триметиламіну з дихлоретаном, реакція іде в одну стадію під тиском при температурі 80-90⁰С [194].

ЛД₅₀ для білих пацюків становить 640 мг/кг, максимальна добова доза для людини – 0,07-0,09 мг/кг. Максимально допустимий рівень препарату в продуктах харчування становить 0,1-0,3 мг/кг. Він малотоксичний, немає канцерогенних та бластомогенних властивостей, не акумулюється і не розкладається в організмі, через дві доби виводиться з нього. Водний 46%-й розчин препарату прозорий з непримним запахом амінів, має нейтральну реакцію (рН 7), не займається [104].

Хлормекватхлорид синтезований у Німеччині фірмами “Г.Й. Штефес” і “БАСФ АГ”, дозволений до використання в Україні [134]. Препарат наданий Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України (м. Київ).

Роботи проводили 0,25%-м водним розчином хлормекватхлориду (за діючою речовиною) (ССС-460 та ССС-750, фірма “БАСФ АГ”, Німеччина).

Трептолем – комплексний препарат, що є збалансованою композицією потейтіну (івін-яну), сіль N-оксиду-2,6-диметилпіридину з бурштиною кислотою (50 г/л), для якого характерна цитокінінова активність, та емістиму С (1,0 г/л). Останній є екстрактом ростових речовин (фітогормони гіберелінової, ауксинової та цитокінінової природи) у 60%-му етиловому спирті, отриманий шляхом культивування грибів ендofітів, виділених з кореневої системи рослин на штучному поживному середовищі в стерильних умовах [141].

Емістим С, який за токсичністю для щурів і мишей належить до IV класу небезпеки, не має подразнювальної дії на шкіру і слизові оболонки очей. Кумулятивні властивості слабо виражені. Препарат не спричинює сенсibiliзуючої дії на організм морських свинок [11].

Потейтін, як складова частина трептолему, за своїми фізичними властивостями є білою кристалічною речовиною із слабким запахом,

розчиняється у воді, спиртах, ацетоні, хлороформі і багатьох полярних розчинниках; температура плавлення 76-77°C [141].

Потейтін відносять до малотоксичних речовин. Доза його ЛД₅₀ при пероральному впливові складає для білих щурів 2300 мг/кг. Індекс кумуляції рівний 0,13. За умови багаторазових аплікацій на шкіру у вигляді 50%-го водного розчину подразнюючої дії не спостерігалось. Таким чином, за токсичністю для теплокровних тварин потейтін відноситься до третього класу небезпеки. Його резорбтивно-токсична дія і кумулятивні властивості слабо виражені. Препарат не виявляє подразнюючої дії на шкіру [141].

Трептолем дозволений для використання в Україні на посівах ріпаку та соняшнику. Виробник ІБОНХ НАНУ; МНТЦ «Агробіотех»; АТ «Високий врожай» [134].

Роботи проводили водним розчином трептолему в концентрації 10 мл/га. Препарат наданий АТ «Високий врожай».

2.4. Методи досліджень

Польові досліді закладали на виробничих посівах соняшнику Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів НААН України (сорти Чумак і Флагман, гібрид КВС Гелія 06) та СТОВ агрофірми «Світанок» с. Непедівки Козятинського району Вінницької області (гібрид ПР63А90).

Польові дрібноділянкові дослідження на сортах проводили в 2006-2008 роках, на гібридах – у 2008 році. Площа ділянки 10 м², повторність п'ятикратна. Сорти соняшнику Чумак і Флагман сіяли 10 травня 2006 р., 30 квітня 2007 р., 6 травня 2008 р., а гібриди ПР63А90 – 24 квітня 2008 р. і КВС Гелія 06 – 16 травня 2008 р.

Рослини одноразово обробляли вранці за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,25%-м водним розчином хлормекватхлориду (за діючою речовиною), водним розчином трептолему

(10 мл/га) та сумішшю цих препаратів у вказаних концентраціях у фазу 5-6 пар листків 25 червня 2006 р., 6 червня 2007 р., 22 червня 2008 р. (сорти Чумак і Флагман), 16 червня 2008 р. (гібрид ПР63А90) і 25 червня 2008 р. (гібрид КВС Гелія 06). Контрольні рослини обприскували водопровідною водою.

Морфологічні показники (висоту рослини, діаметр стебла в центральній та нижній частинах, діаметр кошика, кількість листків, масу сухої речовини цілої рослини та її органів вивчали кожні 15 діб, включаючи день обробки). Площу листків визначали ваговим методом [74].

Визначення сумарного вмісту хлорофілів проводили у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом [33]. Розраховували чисту продуктивність фотосинтезу [42].

Мезоструктурну організацію листка та анатомічну будову стебла вивчали під час польових досліджень у 2006 році – у фазу наливу насіння. Мезоструктурну організацію листків дослідних рослин вивчали на фіксованому матеріалі. Для його консервації застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1%-го формаліну [95]. Визначення розмірів клітин, окремих тканин, органів, діаметра судин здійснювали за допомогою мікроскопа „Микмед-1” та окулярного мікрометра МОВ-1-15х. Для цього використовували часткову мацерацію тканин листка. Як мацеруючий агент було обрано 5%-й розчин оцтової кислоти в 2 моль/л соляної кислоти [93, 95]. Для мезоструктурного аналізу відбирали листки одного віку та ярусу, а дослідження анатомічної будови стебла проводили в середній частині органу. Для біохімічного аналізу листки, стебла, кошики і насіння фіксували рідким азотом.

Вміст білкового азоту визначали методом К'ельдаля [107]. Загальний вміст цукрів (моно- і дисахаридів) та крохмалю визначали йодометричним методом за Х.М. Починком [143].

Загальний вміст олії в насінні визначали методом екстракції в апараті Сокслета. Як органічний розчинник використовували петролейний ефір з температурою кипіння 40-65⁰С [107].

У зразках виділеної олії визначали її якісні характеристики: кислотне число – індикаторним методом для темних олій, йодне число – методом Генгриновича, число омилення, ефірне число, вміст гліцерину за загальноприйнятими методиками [178]. Активність кислих і лужних ліпаз визначали методом титрування. Для створення слабкого кислого середовища використовували ацетатний буфер з рН 4,7, а для створення лужного середовища – боратний буфер з рН 8,5 [107].

Кількісний вміст та якісний склад насичених і ненасичених вищих жирних кислот визначали методом газорідинної хроматографії на хроматографі “Хром-1” (ЧССР). Умови хроматографування: сталеві колонки розміром 200 мм, заповнені сорбентом целітом-545. Швидкість проходження газу 50 мл/хв., газ-носій нітроген. Температура колонки – 200⁰С, випарувача – 230⁰С, полум’яно-іонізаційного детектора – 240⁰С [63].

Вивчення залишкової кількості хлормекватхлориду проводили методом тонкошарової хроматографії на пластинках марки «Silufol UV-254» фірми «Kavalier» (Чехія). Метод оснований на екстракційному видаленні хлормекватхлориду ацетоном з наступним очищенням у хроматографічній колонці силікагелем. Хроматографування проводили в тонкому шарі катіоніту. Як рухомий розчинник використовували 23%-у сірчану кислоту. Проявлення здійснювали шляхом занурення пластинок в 11%-й водний розчин фосфорно-молібденової кислоти з наступною тридцятихвилинною промивкою водою. Після цього пластинку занурювали в 1%-й розчин двохлористого олова в 10%-й соляній кислоті. Кількість хлормекватхлориду вираховували шляхом визначення величини оптичної густини хроматограми зразка, що аналізується, і стандартних розчинів, які вимірювали на спектрофотометрі СФ-46 (Росія) в наскрізному світлі при довжині хвилі 730 нм. Паралельно кількість хлормекватхлориду визначали шляхом

порівняння плям хроматограм зразка та стандартних розчинів. Рівень чутливості досліджу 0,05 мг/кг. Стандартна похибка аналізу для зернових та насіння становить 0,01 мг/кг. Повнота визначення становить 85-90% [106].

Дослідження залишкової кількості трептолему проводили методом високоефективної газорідинної хроматографії на хроматографі “Кристалл 2000М” компанії СКБ “Хроматэк” (м. Йошкар-Ола, Росія). Умови хроматографування: сталеві колонки розміром 100 мм, заповнені 5% сорбентом SE-30. Швидкість проходження газу 60 мл/хв., газ-носії азот, водень / 4. Температура колонки – 240°C, випарувача – 260°C, полум’яно-іонізаційного детектора 300°C. Виділення залишкових кількостей трептолему з насіння соняшнику проводили за методикою «Метод определения остаточных количеств пестицидов» відповідно до ГОСТу 13496.20-87.

Одержані матеріали оброблені статистично [56] та за допомогою комп’ютерної програми “STATISTICA – 6.0”.

РОЗДІЛ 3

ДІЯ ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ, ТРЕПТОЛЕМУ ТА ЇХ СУМІШІ НА ПРОЦЕСИ РОСТУ, МОРФОГЕНЕЗ ТА АНАТОМІЧНУ БУДОВУ РОСЛИН СОНЯШНИКУ

Відомо, що регуляція донорно-акцепторних відносин у системі цілої рослини здійснюється через координацію фотосинтезу і ростової функції, причому будь-які природні або експериментальні зміни швидкості ростових процесів супроводжуються адекватною перебудовою фотосинтетичного апарату [83]. Застосування регуляторів росту дозволяє впливати на морфометричні показники частин рослинного організму, внаслідок чого можливий перерозподіл потоків асимілятів до господарсько-важливих тканин і органів [59 с.32, 93].

Одним із важливих морфометричних показників рослини є її лінійні розміри. Літературні джерела містять достатню кількість інформації про вплив регуляторів росту з різним напрямком дії на ріст рослин, його тривалість та інтенсивність у різних сільськогосподарських культур.

Досліджено, що гібереліни посилювали ріст огірків [28], сої [54], кукурудзи [102, 156 с.61], томатів [147 с.25], пшениці [144, 192 с.108], вики [156 с.139], квасолі [144], гірчиці [246]. Значний стимулюючий ефект мають ауксинові препарати. Гетероауксин посилював ріст вики [156 с.139], а регулятор росту рифтал стимулював ріст пшениці [151]. Інші ауксиноактивні препарати ТА-12 і ТА-14 збільшували лінійні розміри ріпаку [265], а нафтилоцтова та індолілмасляна кислоти стимулювали ріст коренів у вишні [257].

Разом з тим, цитокініновий стимулятор триман посилював ріст і розвиток пшениці [9], а препарат цієї ж групи, дикегулак, зменшував висоту маслини, одночасно збільшуючи кількість додаткових пагонів [281]. Не впливали ауксинові стимулятори 2,4-Д і циркон на ріст пшениці [43] і

картоплі [113], відповідно. В інших дослідженнях 2,4-Д [139] та гетероауксин [156 с.61] гальмували ріст кукурудзи та гороху [156 с.139].

На біометричні показники рослин впливають і інгібітори росту. Один із ретардантів, що найбільш застосовується з групи амонієвих сполук, ССС, гальмував ріст ярої [43] і озимої [192 с.110] пшениці, ячменю [182 с.30], томатів [147 с.25], кукурудзи [85], ріпаку [255], конюшини [132], лимона [176], арахісу [239]. При застосуванні триазолпохідного препарату паклобутразолу пригнічувався ріст пшениці [157 с.93], ярого ячменю [153 с. 90], квасолі [282], ріпаку [165]. Такі гідразидпохідні препарати як ДЯК гальмував ріст конюшини [132] і арахісу [239], а алар – лимона [176]. Етиленпродуценти зменшували лінійні розміри огірка (етрел) [28], пшениці (2-ХЕФК) [192 с.110, 157 с.93], ріпаку (декстрел) [165]. Ретарданти з групи дихлорізобутиратів гальмували ріст ячменю [153 с.90], маші [22]. Синтетичні аналоги АБК пригнічували ріст рису (ТАБК) [234] і салату ((+)-RCA-7a) [222].

Відомо, що деякі ретарданти можуть виступати і як стимулятори ростових процесів на певних сільськогосподарських культурах. Восьмиразове обприскування рицини гідразидпохідним препаратом дамінозидом призводило до збільшення лінійного приросту стебла і кращого його галуження [228]. За обробки рослин кунжуту препаратом ДЯК значно збільшувалася їх висота [214].

Зустрічаються в літературі дані і про вплив регуляторів росту на ріст соняшнику. Встановлено, що 2,4-Д зменшував, а ГК збільшувала розміри проростків соняшнику [88, 139]. Енергію проростання насіння соняшнику також посилював полістимулін А-6 [240]. За одними літературними даними гіберелінові кислоти посилювали [15, 130, 156 с.28, 209, 262], а за іншими послаблювали ріст даної культури [16]. Натомість гетероауксин не впливав на інтенсивність росту соняшнику [15, 156 с.28] за одними даними і посилював – за іншими [209]. Збільшення висоти соняшнику зафіксовано також за дії комплексних стимуляторів агростимуліну та вогнику [40]. Разом

з тим, ауксиново-цитокініновий препарат триман-1 гальмував ріст соняшнику сорту Прометей [31].

Ретардант ССС зменшував лінійні розміри соняшнику [16, 84, 96, 261, 293], як і етиленпродуценти етрел [103] та етефон [150, 254], а також гідразидпохідний препарат алар [293]. Висоту соняшнику протягом вегетації знижували також цикоцель [213] та паклобутразол [150].

Як бачимо, в літературі представлені роботи, що містять інформацію про вплив регуляторів росту на лінійні розміри соняшнику, однак вони носять суперечливий характер. Тому одним із завдань роботи було вивчити вплив різних за напрямком дії регуляторів росту на морфометричні та анатомічні характеристики рослин соняшнику двох сортів (Чумак та Флагман) і двох гібридів (ПР63А90 та КВС Гелія 06).

Відомо, що регулятори росту впливають на біометричні показники рослин, але їх вплив у значній мірі залежить не лише від регламенту застосування, а і від механізму дії того чи іншого препарату та погодних умов вегетації. За результатами наших досліджень встановлено, що інгібітор росту рослин з антигібереліновим механізмом дії – хлормекватхлорид суттєво (на 10-25%) гальмував ріст рослин соняшнику незалежно від погодних умов вегетації та сортових особливостей [169]. Дія комплексного препарату трептолему залежала від вологозабезпечення процесів росту та розвитку. В умовах оптимального забезпечення вологою препарат практично не змінював ріст рослин у порівнянні з контролем, а в посушливих – дещо знижував (рис. 3.1, 3.2). У гібриду КВС Гелія 06 під впливом трептолему стабільно протягом вегетації збільшувалися лінійні розміри рослин. На кінець вегетації за дії стимулятора росту висота соняшнику становила $193,95 \pm 1,45$ см проти $182,11 \pm 2,51$ см у контролі. За дії ретарданту лінійні розміри рослин зменшувалися до $164,48 \pm 1,51$ см. Суміш препаратів гальмувала ріст соняшнику менш інтенсивно. Після одночасної обробки хлормекватхлоридом і трептолемом висота дослідних рослин у кінці



Рис. 3.1. Вплив регуляторів росту на морфогенез рослин соняшнику сорту Чумак (початок фази цвітіння).

Обробку проводили 6 червня 2007 р.

1 – контроль, 2 – хлормекватхлорид, 3 – суміш препаратів, 4 – трептолем

вегетаційного періоду становила $171,77 \pm 2,02$ см.

При обробці соняшнику гібриду ПР63А90 хлормекватхлоридом висота рослин на кінець вегетації становила $156,25 \pm 1,56$ см, у результаті застосування трептолему – $182,78 \pm 1,43$ см, а після дії суміші регуляторів росту – $170,06 \pm 1,28$ см, тоді як у контролі висота рослин дорівнювала $187,39 \pm 1,64$ см.

Для переважної більшості сільськогосподарських культур польової сівозміни характерним є вилягання посівів [276, 277]. У літературі зустрі-

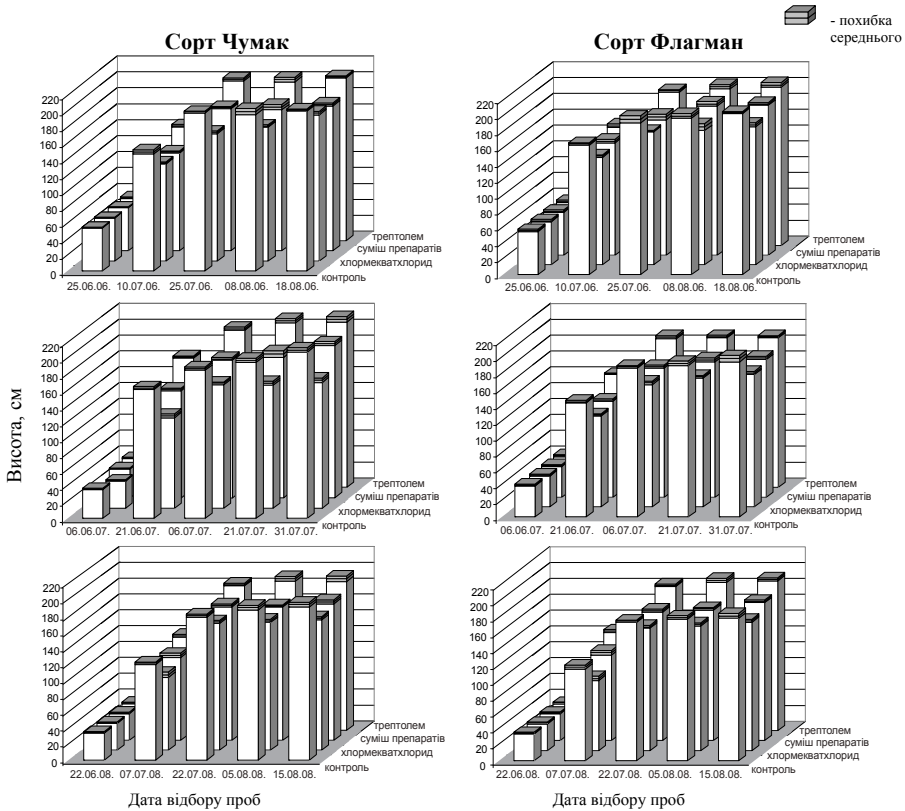


Рис. 3.2. Вплив регуляторів росту на висоту рослин соняшнику.
Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

частяся достатня кількість інформації про застосування регуляторів росту з метою підвищення стійкості рослин до вилягання, але переважно на злакових [51, 150, 208, 269]. Ця проблема є актуальною і для олійних культур [219, 224, 243], у тому числі і соняшнику. Зокрема, ретарданти кампозан і ТУР збільшували товщину стебел льону [55]. Також відомо, що етефон, гальмуючи ріст соняшнику, посилював його стійкість до вилягання за рахунок гальмування росту першого міжвузля і зниження швидкості клітинного розтягування [150, 254]. Аналогічний ефект на даній культурі спостерігався за дії препаративної форми ССС цикоцелю [213]. Разом з тим, етрел зменшував товщину стебла соняшнику [103]. Інформація щодо впливу

стимуляторів росту на діаметр стебла та стійкість культури соняшнику до вилягання відсутня.

Результати наших досліджень свідчать, що максимальне потовщення стебла соняшнику спостерігалось при застосуванні ретарданту (табл. 3.1). Під його впливом показник у середньому збільшувався на 20% у сорту Флагман та на 10% у сорту Чумак. Під впливом суміші препаратів діаметр стебла перевищував контроль відповідно на 17 і 3%. За дії трептолему його потовщення спостерігалось лише в сорту Флагман (8%). Таким чином, у даному випадку чітко спостерігається сортова специфічність до дії регуляторів росту.

Аналогічна зміна товщини стебла відбувалася і в гібридів соняшнику. Під впливом хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші стебла гібриду ПР63А90 на кінець вегетації потовщувалися відповідно на 19,4, 10,1 та 17,1% порівняно з контролем. У гібриду КВС Гелія 06 інгібітор росту збільшував діаметр стебла на 19,2%, стимулятор – на 7,5%, а суміш препаратів – на 16,4%. Важливим показником, що впливає на стійкість рослин до вилягання, є товщина кореневої шийки. Нами встановлено, що максимальний її діаметр у фазу наливу насіння спостерігався за дії суміші препаратів у сорту Чумак і за дії ретарданту в сорту Флагман та гібриду ПР63А90 (див. табл. 3.1).

З метою з'ясування причин збільшення товщини стебел та посилення їх механічної міцності проведено вивчення анатомічної будови стебла рослин соняшнику під впливом регуляторів росту з різним напрямком дії. Дані літературних джерел свідчать, що застосування регуляторів росту зумовлює зміни в анатомічній будові стебла. Так, препарат ТУР збільшував кількість судинно-волокнистих пучків у томатів [20], а бензихол – у тритікале. При цьому відбувалося потовщення механічної тканини, що посилювало стійкість до вилягання культури [159]. Ретардант 17-DMC збільшував ширину кільця склеренхіми і паренхіми стебла ячменю [157 с.33]. Зміни в анатомічній будові пагонів малини спостерігалися за дії різних груп антигіберелінових препаратів [93].

Таблиця 3.1

**Дія регуляторів росту на діаметр стебла рослин соняшнику
у фазу наливу насіння (см)**

Варіант досліджу Рік	Контроль		Хлормекват-хлорид		Суміш препаратів		Трептолем	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Сорт Чумак								
2006	2,40 ±0,11	2,18 ±0,08	2,63 ±0,09	2,33 ±0,07	2,63 ±0,10	2,28 ±0,10	2,31 ±0,11	2,25 ±0,05
2007	2,09 ±0,05	2,22 ±0,10	2,14 ±0,07	*2,46 ±0,06	2,09 ±0,05	*2,72 ±0,09	2,10 ±0,05	2,33 ±0,08
2008	2,39 ±0,05	2,13 ±0,06	*2,80 ±0,05	*2,40 ±0,07	2,52 ±0,05	*2,34 ±0,07	2,53 ±0,05	2,27 ±0,04
Сорт Флагман								
2006	1,94 ±0,06	1,99 ±0,05	*2,53 ±0,10	*2,55 ±0,09	*2,29 ±0,09	2,12 ±0,10	2,05 ±0,11	2,02 ±0,09
2007	1,94 ±0,08	2,63 ±0,08	*2,22 ±0,09	2,71 ±0,07	2,10 ±0,10	2,82 ±0,12	2,10 ±0,05	2,72 ±0,06
2008	2,25 ±0,04	2,65 ±0,05	*2,55 ±0,05	*2,92 ±0,09	*2,44 ±0,07	2,79 ±0,08	2,35 ±0,05	2,53 ±0,06
Гібрид ПР63А90								
2008	2,17 ±0,04	2,34 ±0,10	*2,59 ±0,03	*2,90 ±0,02	*2,54 ±0,04	2,53 ±0,07	*2,39 ±0,04	*2,61 ±0,04
Гібрид КВС Гелія 06								
2008	2,13 ±0,03	2,44 ±0,04	*2,54 ±0,05	*2,69 ±0,06	*2,48 ±0,02	*2,65 ±0,04	*2,29 ±0,04	2,62 ±0,08

Примітки: 1. 1 – центральна частина стебла, 2 – коренева шийка.

2. Дати обробки сортів Чумак і Флагман: 25 червня 2006 р.; 6 червня 2007 р.; 22 червня 2008 р.; гібриду ПР63А90 – 16 червня 2008 р.; гібриду КВС Гелія 06 – 25 червня 2008 р.

3. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$.

Нами встановлено, що збільшення діаметра стебла та посилення його стійкості до вилягання в дослідних рослин відбувалося за рахунок потовщення шару клітин коленхіми завдяки збільшенню кількості її рядів, а також зростання діаметра і товщини оболонки клітин склеренхімних волокон. Найефективнішим було застосування хлормекватхлориду та

трептолему (табл. 3.2). Діаметр судин ксилеми за дії регуляторів росту достовірно не змінювався.

Таблиця 3.2

Вплив хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на анатомічну будову стебла рослин соняшнику у фазу наливу насіння

Показник	Варіант досліджу	Контроль	Хлормек-вагхлорид	Суміш препаратів	Трептолем	Контроль	Хлормек-вагхлорид	Суміш препаратів	Трептолем
		Сорт Чумак				Сорт Флагман			
Товщина епідермісу, мкм		18,77 ±0,44	19,45 ±0,47	20,54 ±0,43	17,21 ±0,39	17,14 ±0,36	17,56 ±0,29	15,31 ±0,31	18,50 ±0,51
Товщина коленхіми, мкм		55,49 ±2,54	*73,82 ±2,56	*67,10 ±3,11	*71,40 ±3,10	58,16 ±2,80	*65,93 ±2,41	*63,70 ±2,68	*65,09 ±2,80
Кількість рядів коленхіми, шт.		3,29 ±0,16	*4,50 ±0,19	3,59 ±0,17	*4,24 ±0,19	3,65 ±0,16	*4,07 ±0,16	*4,31 ±0,17	3,92 ±0,21
Діаметр судин ксилеми, мкм		72,71 ±0,67	71,30 ±1,31	72,19 ±0,96	*75,44 ±1,34	78,92 ±0,90	76,39 ±0,92	74,78 ±0,89	76,75 ±0,69
Товщина клітинної стінки склеренхіми, мкм		4,66 ±0,13	*5,03 ±0,14	*4,98 ±0,14	4,89 ±0,18	5,02 ±0,15	*6,17 ±0,16	*5,72 ±0,14	*5,94 ±0,14
Діаметр клітин склеренхіми, мкм		21,44 ±0,22	*22,03 ±0,35	*23,83 ±0,37	*22,77 ±0,36	22,86 ±0,16	*23,42 ±0,27	22,08 ±0,25	*24,26 ±0,27

Примітки: 1. Дата обробки: 25 червня 2006 року.

2. Дата відбору проб: 18 серпня 2006 рік.

3. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$.

Така специфіка анатомічної будови пагона під впливом регуляторів сприяє посиленню механічної міцності стебла, що підвищує стійкість сортів соняшнику до вилягання.

У літературі зустрічаються дані, що під впливом інгібіторів росту змінюється загальна маса сухої речовини рослин [47, 258, 259, 273]. Ретарданти етрел, ССС та паклобутразол збільшували сиру та суху масу декоративних культур [233]. За іншими даними, ССС зменшував суху масу томатів [147 с. 25]. Зростання маси сухої речовини рослин за дії стимуляторів росту спостерігалось на багатьох культурах. Так, суміш гіберелінової кислоти і бензиладеніну збільшувала сиру масу рослин хурми [217], а за дії препарату 6-БАП зростала суха маса листків цукрового буряку [202] та

надземної частини рослин бобів [175]. Обробка томатів гіберсибом збільшувала суху масу плодів [192 с.98], а за дії 2,4-Д зростала суха та сира маси підземної та надземної частин озимої пшениці [65]. Разом з тим, гіберелін не впливав на масу сухої речовини гірчиці [246], а гіберсиб – капусти і овочевого гороху [192 с.98].

Проведені нами дослідження впливу регуляторів росту на нагромадження сухої речовини рослинами соняшнику свідчать, що погодні умови суттєво впливали на цей процес. У посушливих умовах вегетації 2007 року загальна маса сухої речовини незалежно від сорту як у контролі, так і в досліді була меншою, ніж в умовах достатнього водозабезпечення в 2008 році (рис. 3.3, 3.4). Також встановлено, що максимальне нагромадження сухої речовини незалежно від умов вегетації відбувалося під впливом суміші хлормекватхлориду та трептолему. Зростання величини даного показника стабільністю та однозначністю не відзначалося при застосуванні окремо ретарданту або стимулятора. Звертає на себе увагу і той факт, що в більшості випадків у першій половині вегетації спостерігалися більш високі значення маси сухої речовини в контролі, а в другій – у досліді.

Динаміка нагромадження сухої речовини рослинами соняшнику гібриду ПР63А90 характеризувалася суттєвим переважанням маси дослідних рослин над контролем ($308,94 \pm 12,02$ г). Зокрема, на кінець вегетації максимальною була суха маса в рослин, що зазнали дії ретарданту ($340,33 \pm 11,11$ г) та його суміші із стимулятором росту ($367,11 \pm 10,41$ г). Маса сухої речовини рослин, оброблених сумішшю хлормекватхлориду і трептолему, була більшою і в досліді з гібридом КВС Гелія 06 ($331,84 \pm 10,22$ г), як і за обробки лише хлормекватхлоридом ($333,97 \pm 12,88$ г) у порівнянні з контролем ($260,12 \pm 9,67$ г). При використанні трептолему дані наближалися до контрольних: $332,84 \pm 9,17$ г у гібриду ПР63А90 та $276,99 \pm 8,88$ г у гібриду КВС Гелія 06.

Результати наших досліджень вказують на зміни у формуванні листового апарату за дії регуляторів росту у зв'язку з наростанням маси

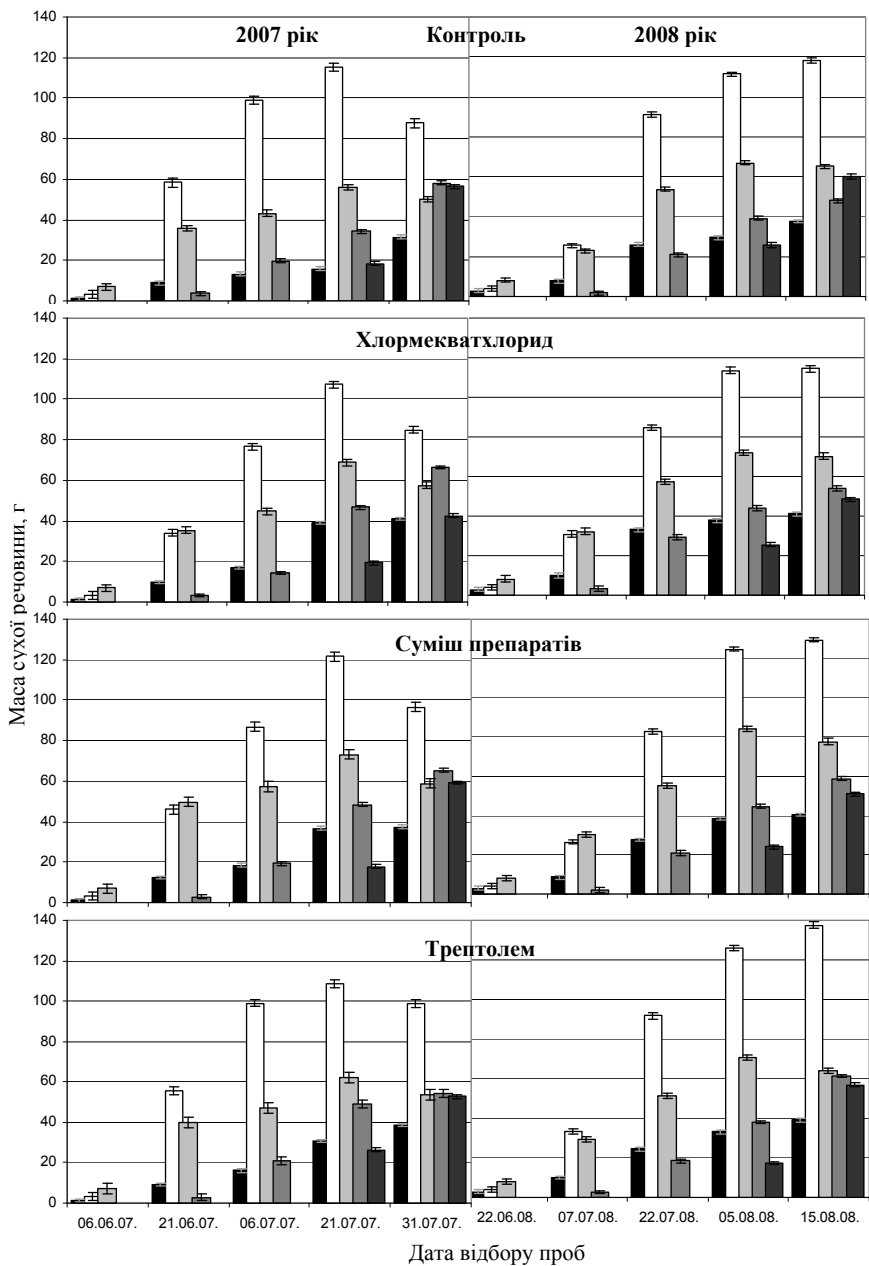


Рис. 3.3. Динаміка нагромадження маси сухої речовини органами рослин соняшнику сорту Чумак за дії регуляторів росту.

Дати обробки: 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

■ - коріння; □ - стебло; □ - листя; □ - кошик; ■ - насіння.

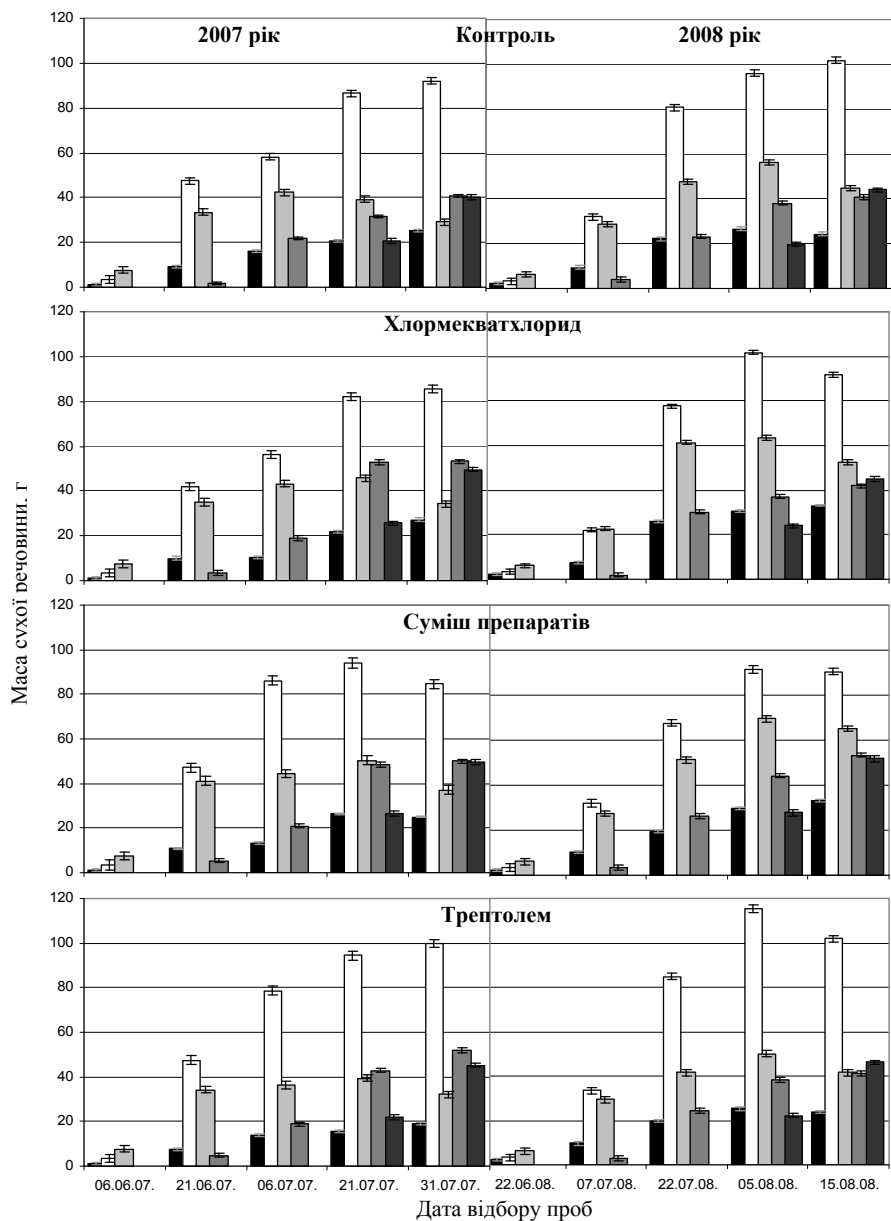


Рис. 3.4. Динаміка нагромадження маси сухої речовини органами рослин соняшнику сорту Флагман за дії регуляторів росту.

Дати обробки: 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

■ - коріння; □ - стебло; □ - листя; ■ - кошик; ■ - насіння.

сухої речовини рослин по варіантах дослідів. Встановлено достовірне зростання максимальної кількості листків на рослині під впливом трептолему незалежно від погодних умов вегетації в обох сортах соняшнику (рис. 3.5) [170]. Аналогічні результати спостерігалися за обробки 6-БАП рослин бобів [175]. При застосуванні хлормекватхлориду зафіксовано найнижчі значення цього показника незалежно від сорту.

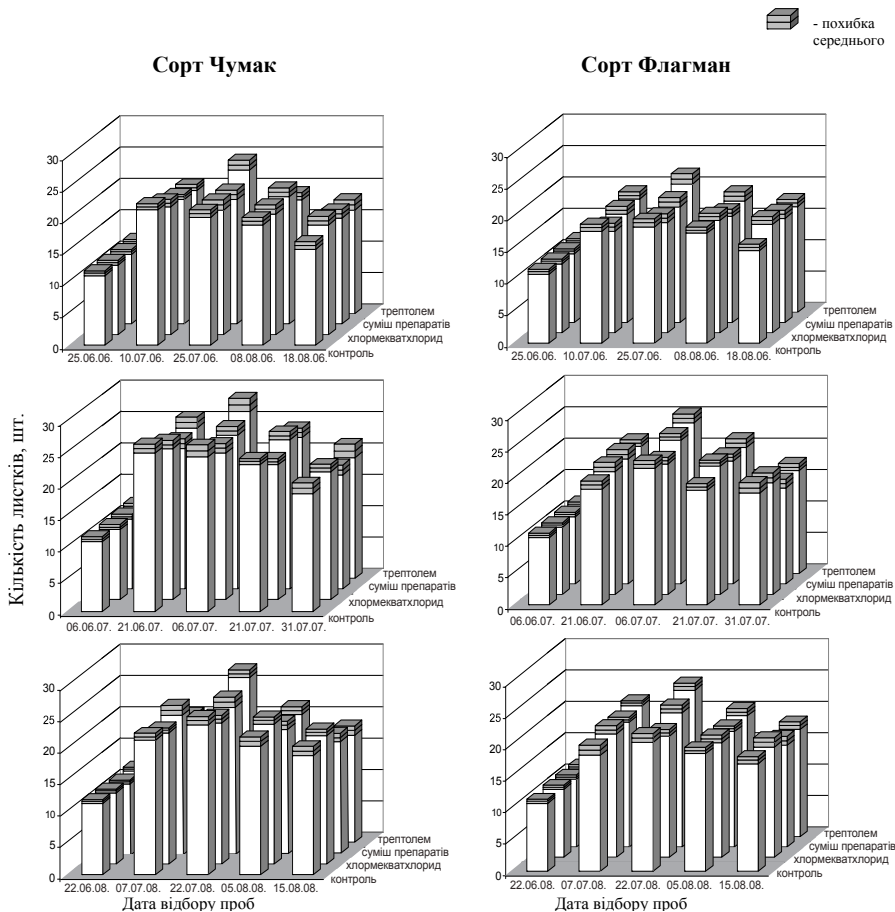


Рис. 3.5. Вплив регуляторів росту на кількість листків на рослині соняшнику. Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

Така особливість рослин за дії антигіберелінового препарату хлормекватхлориду зменшує їх транспіративну активність, забезпечуючи

більш економне використання води і, як наслідок, краще пристосування до несприятливих умов вегетації. Аналогічні результати констатуються й іншими дослідниками [51, 288, 293].

Крім цього, ретардант продовжував вік листків незалежно від сортових особливостей та погодних умов. Даний показник є надзвичайно важливим, адже в реалізації продуктивності рослин велике значення має не лише листкова поверхня, а і швидкість відмирання листків [241, 244]. Аналогічні результати спостерігалися і на інших культурах [26]. Потрібно відмітити, що при застосуванні хлормекватхлориду на листках соняшнику з'являлися незначні хлорози, які зникали за 7-10 днів.

З метою більш глибокого вивчення змін під впливом регуляторів росту нами переведено дослідження мезоструктурної організації листків. Встановлено, що як антигібереліновий препарат хлормекватхлорид, так і комплексний стимулятор трептолем потовщували листкову пластинку рослин соняшнику за рахунок збільшення товщини основної фотосинтезуючої тканини хлоренхіми (табл. 3.3). Одночасно в дослідних рослин відбувалося суттєве зростання об'єму клітин стовпчастої та зменшення розмірів клітин губчастої паренхіми. Таким чином, потовщення листкової пластинки при застосування регуляторів росту відбувалося за рахунок стовпчастої тканини.

Таблиця 3.3

Вплив хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на мезоструктурну організацію листків рослин соняшнику у фазу наливу насіння

Показник	Варіант досліді	Контроль	Хлормекват-хлорид	Суміш препаратів	Трептолем
	Сорг Чумак				
Товщина листкової пластинки, мкм		200,15 ±5,16	211,70 ±3,52	*253,88 ±5,63	199,95 ±3,29
Товщина верхнього епідермісу, мкм		18,78 ±0,81	19,50 ±0,65	*16,12 ±0,37	*16,88 ±0,41
Товщина хлоренхіми, мкм		162,18 ±3,59	*173,12 ±2,08	*221,53 ±4,70	168,10 ±2,40
Товщина нижнього епідермісу, мкм		19,19 ±0,76	19,08 ±0,79	*16,23 ±0,56	*14,97 ±0,48

Об'єм клітини стовпчастої паренхіми, мкм ³	4950,15 ±209,42	*5647,39 ±231,37	*6261,34 ±276,70	5039,57 ±201,07
Ширина клітини губчастої паренхіми, мкм	11,97 ±0,37	11,62 ±0,49	11,43 ±0,32	11,65 ±0,41
Довжина клітини губчастої паренхіми, мкм	16,10 ±0,48	*14,32 ±0,37	*14,35 ±0,42	14,94 ±0,35
Кількість продохів на 1 мм ² абаксальної поверхні листка, шт.	313,03 ±9,09	*265,94 ±13,00	*266,77 ±6,98	*236,60 ±6,58
Кількість клітин епідермісу на 1 мм ² абаксальної поверхні листка, шт.	871,55 ±25,05	*978,58 ±35,26	*959,37 ± 25,23	864,44 ±27,64
Площа продоху, мкм ²	250,63 ±5,35	*272,14 ±5,61	*303,28 ±7,36	*271,82 ±6,61
Сорт Флагман				
Товщина листової пластинки, мкм	166,84 ±4,08	*185,69 ±5,04	*211,94 ±3,32	*190,34 ±4,48
Товщина верхнього епідермісу, мкм	14,67 ±0,48	15,28 ±0,55	14,77 ±0,37	14,12 ±0,52
Товщина хлоренхіми, мкм	136,97 ±2,98	*155,86 ±4,08	*181,46 ±2,44	*160,98 ±3,40
Товщина нижнього епідермісу, мкм	15,20 ±0,62	14,55 ±0,41	15,71 ±0,51	15,24 ±0,56
Об'єм клітини стовпчастої паренхіми, мкм ³	4576,36 ±190,06	*6459,48 ±315,16	*5110,27 ±178,39	*5261,47 ±235,67
Ширина клітини губчастої паренхіми, мкм	11,70 ±0,47	11,06 ±0,30	*10,23 ±0,33	*10,53 ±0,27
Довжина клітини губчастої паренхіми, мкм	14,04 ±0,46	13,89 ±0,37	*12,58 ±0,37	*12,67 ±0,31
Кількість продохів на 1 мм ² абаксальної поверхні листка, шт.	318,74 ±9,59	*263,46 ±8,68	305,64 ±10,16	*249,30 ±9,71
Кількість клітин епідермісу на 1 мм ² абаксальної поверхні листка, шт.	1032,69 ±30,58	1113,51 ±32,25	*1156,38 ±32,70	1061,58 ±36,18
Площа продоху, мкм ²	244,92 ±6,55	*266,13 ±6,40	*285,79 ±6,48	238,61 ±6,50

- Примітки: 1. Дата обробки: 25 червня 2006 року.
 2. Дата відбору проб: 18 серпня 2006 рік.
 3. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$.

Схожі результати спостерігали й інші дослідники. Так, при застосуванні декстрелу на кущах малини [93] і фолікуру на рослинах томатів [251] разом із потовщенням листової пластинки зростав вміст хлорофілів у тканинах, при дії паклобутразолу зростали об'єм і лінійні розміри клітин стовпчастої і губчастої паренхіми листка картоплі [185].

Суміш стимуляторів росту 6-БАП та ІОК на цій же культурі не лише збільшувала товщину хлоренхіми й об'єм її клітин у стовпчастій паренхімі, а і кількість хлоропластів у ній. Хоча розміри клітин губчастої паренхіми змін не зазначали [48]. Аналогічні результати спостерігалися і в листках рослин агрусу [1].

Відомо, що рістрегулюючі препарати впливають на кількість клітин епідермісу та продихів на одиницю абаксіальної поверхні листка. Зокрема, полістимулін К стабілізував розміри продихів та продихових щілин у рослин озимої пшениці та картоплі за умов посухи [52], гіберелін та гетероауксин також збільшували кількість продихів на одиницю поверхні листка в рослин редису і буряку [128]. У картоплі сорту Білоруська рання під впливом етрелу розміри епідермальних клітин зростали, а в сорту Темп за дії ССС – зменшувалися при одночасному збільшенні кількості продихів [50]. В іншого сорту картоплі Невська за обробки паклобутразолом та хлормекватхлоридом відбувалося збільшення площі та кількості продихів, і при цьому площа епідермальних клітин не змінювалася [186]. Збільшення кількості і площі продихів виявлено також у рослин рису під впливом паклобутразолу [291]. А в цукрового буряку зростання числа продихів на одиницю площі листка корелювало зі зменшенням розмірів основних клітин епідермісу [92].

За результатами наших досліджень встановлено, що застосування регуляторів росту зменшувало кількість продихів на одиницю абаксіальної поверхні листка в обох сортів соняшнику. Використання ретарданту окремо і в суміші із стимулятором збільшувало кількість клітин епідермісу і достовірно не змінювало їх кількості за дії трептолему. Площа продихів зростала під впливом регуляторів росту в обох сортів. Тільки застосування трептолему в сорту Флагман зменшувало даний показник (див. табл. 3.3).

Згідно літературних джерел регулятори росту впливають на площу листової поверхні рослин. Зокрема, обробка рослин манго та маслин триазолпохідним ретардантом паклобутразолом зменшувала площу листової поверхні [215, 268], аналогічний ефект спостерігався при

застосуванні декстрелу на кущах малини [93], цикоцелю – на посівах соняшнику [213], ССС – на рослинах цукрового буряку [242]. Разом з тим, при застосуванні ретарданту В9 на рослинах рицини площа листків зростала [228]. Схожий результат спостерігали при застосуванні ССС на насадженнях малини [192 с.112] та соняшнику [84].

У переважній більшості випадків за обробки стимуляторами росту зростала площа листової поверхні рослин. Зокрема, синтетичні аналоги гібереліну збільшували площу листя в картоплі [14], проса [154 с. 83], жасмину [179], томатів [192 с. 98], редису і буряку [128]. Синтетичний аналог цитокінінів 6-БАП збільшував площу листя агрусу [1], проса [154 с. 83], ячменю [64], цукрового буряку [202], перцю [160]. Такі стимулятори цитокінінової активності як цитодеф збільшував площу листків огірків [97], бензимидазол – кукурудзи [126], емістим С – сої [70]. Зростала площа листя і за дії синтетичних ауксинів: під впливом гетероауксину в редису і буряку [128], церкону – в картоплі [113], 1-НОК – в баклажанів [162]. Але встановлено, що ГК зменшувала площу листя пшениці [144] та не змінювала в гірчиці [246].

Проведені нами дослідження свідчать, що площа листової поверхні рослин соняшнику суттєво залежить від погодних умов вегетації (рис. 3.6). Зокрема встановлено, що в посушливих умовах росту та розвитку 2007 року площа листків була меншою порівняно з попереднім та наступним роками, в яких умови зволоження були достатніми. Незалежно від водного та термічного режимів застосування регуляторів росту призводило до зростання площі листової поверхні рослин впродовж вегетаційного періоду в порівнянні з контролем. Найвищі значення даного показника спостерігалися при застосуванні хлормекватхлориду [89, 169] та його суміші із трептоломом. Зростання площі листової поверхні під впливом інгібіторів росту також встановлено в рослин соняшнику за дії низьких концентрацій ССС, дайкгляулаку та SADH [190]. У сортів Чумак і Флагман при застосуванні

комплексного стимулятора росту трептолему площа листкової поверхні по роках дослідження та впродовж вегетації стабільністю не відзначалася.

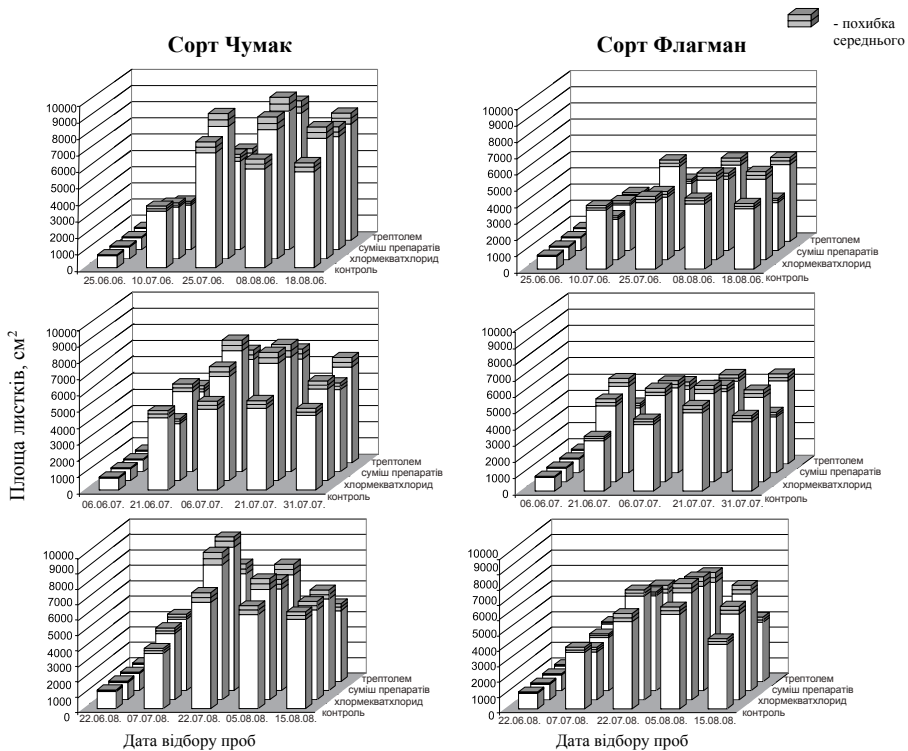


Рис. 3.6. Вплив регуляторів росту на площу листків рослин соняшнику. Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

Зростання даного показника в порівнянні з контролем спостерігалось лише в умовах нестачі вологи.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що за дії регуляторів росту площа листкової поверхні зростала і в гібридів соняшнику. Під впливом хлормекватхлориду максимальна за період вегетації площа листків зафіксована на початку фази цвітіння – $11587,55 \pm 427,66$ см² та $9449,67 \pm 407,08$ см², відповідно в гібридів ПР63А90 та КВС Гелія 06. При застосуванні трептолему площа листків становила відповідно $8851,38 \pm 343,67$ та $8667,74 \pm 183,78$ см², а за дії суміші регуляторів росту – $9049,52 \pm 261,26$ і

888,88±303,11 см². У контролі значення даного показника були 8750,75±148,72 (гібрид ПР63А90) та 697,19±227,66 см² (гібрид КВС Гелія 06). Аналогічна тенденція зберігалася і на кінець вегетації.

Цілий ряд літературних джерел містить інформацію про вміст хлорофілів у листках рослин, оброблених регуляторами росту. Так, під впливом триазолпохідного препарату паклобутразолу підвищувався вміст хлорофілу в рослин кукурудзи [235] та картоплі [186], а інший ретардант цієї ж групи, уніконазол, у листках бирючини звичайної збільшував величину даного показника на 27% у порівнянні з контролем [280]. За дії етиленпродуценту декстрелу підвищувався вміст суми хлорофілів у листках картоплі [186]. Аналогічні зміни спостерігали також у рослинах цукрового буряку [205], малини [93], ріпаку [165].

Переважає більшість стимуляторів росту збільшувала вміст хлорофілів у листках культурних рослин та інтенсифікувала фотосинтез. Гіберелін і гетероауксин посилювали фотосинтетичні процеси в рослин конопель і цукрового буряку [203], а ауксиновий стимулятор рифтал збільшував інтенсивність фотосинтезу в пшениці [151]. Препарат із цитокініноюю активністю 6-БАП посилював асиміляцію вуглецю у маша звичайного [260] та люцерни [189]. За його дії зростав вміст хлорофілів і в листках цукрового буряку [202] та бобів [175]. Інший цитокініновий стимулятор на основі дифенілсечовини посилював синтез хлорофілів у листках редису та ячменю [264]. Суму хлорофілів збільшували у листках арахісу ауксиновий стимулятор ІМК [116], а цитокініновий стимулятор трептолем у листках маку олійного [138]. Разом з тим, кінетин зменшував вміст хлорофілу в пшениці [23], гіберелін – у кукурудзи [102], а 2,4-Д – у картоплі [87].

Результати наших досліджень свідчать, що в сорту Флагман незалежно від погодних умов впродовж вегетаційного періоду найвищий вміст хлорофілів спостерігався за дії комплексного стимулятора трептолему [170]. Звертає на себе увагу той факт, що в достатніх умовах забезпечення вологою

(2008 р.) концентрація хлорофілів приблизно на третину була нижчою, ніж у посушливих умовах (2007 р.) (рис. 3.7).

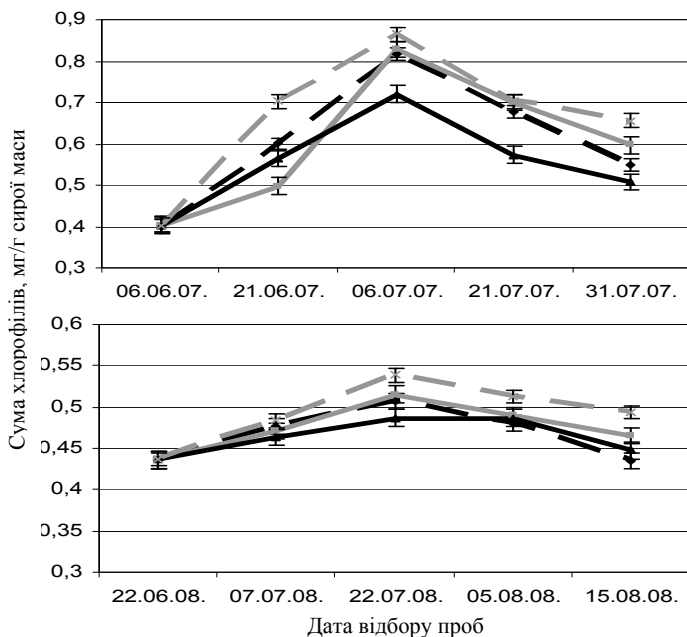


Рис. 3.7. Вплив регуляторів росту на вміст хлорофілів у листках соняшнику сорту Флагман.

Дати обробки: 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

— — контроль, — — хлормекватхлорид, - - - суміш препаратів, ··· — трептолем

У літературі представлені суперечливі дані по вивченню інтенсивності фотосинтезу під впливом інгібіторів росту. Хлорхолінхлорид викликав зменшення цього показника в пшениці, але при цьому відмічалось збільшення потоку асимілятів до колосків, що в кінцевому результаті не призводило до зниження врожаю [51]. В інших дослідженнях цей же препарат і на цій же культурі збільшував вміст хлорофілів у листках [182 с.79]. Збільшення інтенсивності фотосинтезу в різних сортів люпину відбувалося за дії ССС [190]. Результати дворічних досліджень з використанням паклобутразолу і декстрелу на рослинах картоплі свідчать

про зменшення величини цього показника через 10 діб після обробки препаратами та збільшення, порівняно з контролем, на подальших етапах досліджень. У результаті встановлено зростання чистої продуктивності фотосинтезу [149].

У літературі зустрічаються лише поодинокі дані про вплив на інтенсивність фотосинтезу і вміст хлорофілів у рослинах соняшнику регуляторів росту, а саме: гетероауксину [15] та гіберелінів [15, 156 с.28].

Про зміни фотосинтетичної активності листків соняшнику за дії регуляторів росту свідчать і одержані нами результати вивчення чистої продуктивності фотосинтезу по варіантах досліду (рис. 3.8).

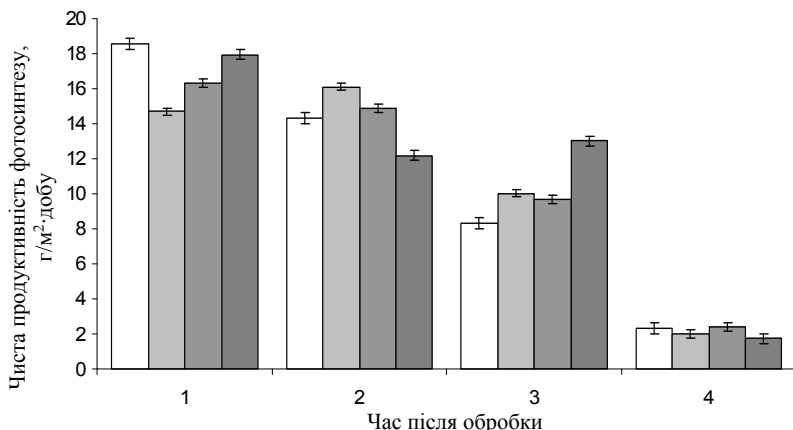


Рис. 3.8. Вплив регуляторів росту на чисту продуктивність фотосинтезу рослин соняшнику сорту Флагман (середні дані за 2006-2008 рр. (г/м²·добу)). Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня. Час після обробки: 1 – 1-15-а, 2 – 15-30-а, 3 – 30-45-а, 4 – 45-55-а доба.
 □ – контроль; ▒ – хлормекватхлорид, ▓ – суміш препаратів, ■ – трептолем

Встановлено, що на початку вегетації показник чистої продуктивності фотосинтезу в дослідних рослинах був нижчим, ніж у контролі. Особливо чітко це простежується за обробки ретардантом. У фазу інтенсивного росту і цвітіння застосування регуляторів росту призводить до підвищення даного показника в усіх дослідних варіантах у порівнянні з контролем.

Найефективнішою виявилася обробка хлормекватхлоридом та його сумішшю із трептолемом. Причиною даного явища є те, що в перший період після обробки антигібереліновим препаратом гальмується ріст вегетативних органів та зменшується їх маса. У другій половині вегетації внаслідок формування потужної асиміляційної поверхні в рослин дослідних варіантів та кращого розвитку асиміляційної тканини їх листків фотосинтетична продуктивність соняшнику посилюється.

Отже, проведені нами дослідження свідчать, що застосування хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші суттєво впливало на ростові процеси, морфогенез та анатомічну будову рослин соняшнику. Ретардант гальмував ріст рослин, а стимулятор посилював або не впливав на нього. Усі препарати збільшували масу сухої речовини рослини та площу асиміляційної поверхні при одночасному потовщенні листкової пластинки за рахунок розростання хлоренхіми. За дії трептолему зростала кількість листків на рослині, а хлормекватхлорид продовжував тривалість їх життя, що оптимізувало фотосинтетичні процеси та призводило до підвищення чистої продуктивності фотосинтезу рослин соняшнику. За дії хлормекватхлориду та його суміші із трептолемом збільшувалися товщина стебла і його міцність. Це відбувалося за рахунок формування більш потужного шару коленхіми, потовщення склеренхімних волокон та їх клітинних оболонок. Такі зміни анатомічної будови стебла зменшують вилягання соняшнику та створюють технологічні переваги при збиранні урожаю.

РОЗДІЛ 4
НАГРОМАДЖЕННЯ І ПЕРЕРОЗПОДІЛ ВУГЛЕВОДІВ ТА
БІЛКОВОГО АЗОТУ МІЖ ОРГАНАМИ РОСЛИН СОНЯШНИКУ В
ОНТОГЕНЕЗІ ПІД ВПЛИВОМ ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ І
ТРЕПТОЛЕМУ

4.1. Особливості нагромадження та перерозподілу різних форм вуглеводів між органами рослин соняшнику за дії хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші

Відомо, що дія фізіологічно активних речовин зумовлює перебудову асиміляційного апарату рослини, зміну габітусу, співвідношення мас її органів, появу додаткових атрагувальних центрів та посилення або послаблення функціонування вже існуючих, що свідчить про зміни характеру донорно-акцепторних відносин у рослині [119, 155].

Оскільки суть змін характеру донорно-акцепторних відносин полягає в перерозподілі потоків асимілятів між органами рослини, то для розробки заходів екзогенної регуляції онтогенезу за допомогою регуляторів росту необхідно мати чітке уявлення про динаміку нагромадження і розподілу пластичних речовин у рослинному організмі.

Літературні дані з цього питання суперечливі і не дають можливості з'ясувати дію стимуляторів та інгібіторів росту на нагромадження і перерозподіл вуглеводів по органах рослини.

Встановлено, що гіберелова кислота і 6-БАП збільшували вміст вільних цукрів у листках та корінні конюшини лучної. При цьому спостерігалось два атрагувальних центри в рослині – бульбочки коріння і суцвіття [8]. Гібереліновий препарат гіберсид збільшував вміст цукрів у плодах томатів, листі капусти та насінні овочевого гороху [192 с.98]. Гіберелін і гетероауксин зумовлювали зростання вмісту вуглеводів у рослин конопель та цукрового буряку [203]. Ці ж препарати збільшували суму вуглеводів у проростках

гороху, але під впливом гібереліну це відбувалося за рахунок моносахаридів, а за дії гетероауксину – внаслідок нагромадження сахарози [156 с.139]. За дії картоліну [157 с.42], ГК та тіосечовини [14], 2,4-Д [123], епіну та емістиму С [158 с.32] зростав вміст крохмалю в бульбах картоплі, а препарати ТА-12 і ТА-14 сприяли нагромадженню моносахаридів у стеблі ріпаку [265].

Цитокінінові регулятори росту, створені на основі N-оксид піридинів, (івін, агростимулін) та емістим С збільшували вміст вуглеводів у листках та коренеплодах моркви [58], у листках та плодах томатів [147 с.46]. Емістим С позитивно впливав на нагромадження сахарози в коренеплодах [59 с.51, 180] та в листках цукрового буряку [180], як і бетастимулін [61 с.51, 180]. Інший цитокініновий препарат, кросинг, збільшував вміст вуглеводів у листках яблуні [247].

Разом з тим, у ряді літературних джерел вказується на зменшення вмісту вуглеводів в органах дослідних рослин за дії синтетичних регуляторів росту. Наприклад, картолін не впливав на вміст крохмалю в насінні пшениці [206], а 2,4-Д зменшував вміст цукрів у листках томатів, одночасно посилюючи їх відтік до плодів [212].

Неоднозначними є дані щодо нагромадження і перерозподілу вуглеводів у рослинах соняшнику за дії синтетичних регуляторів росту. Так, гетероауксин збільшував вміст суми цукрів у проростків соняшнику [156 с.41], як і ГК та ІОК у листках цієї ж культури [16]. За іншими даними, гіберелін збільшував, а гетероауксин зменшував величину даного показника [209].

Зміни в нагромадженні і перерозподілі вуглеводів відбуваються також і при застосуванні інгібіторів росту. Зокрема, обробка сіянців яблуні розчином паклобутразолу в дозі 0,1мМ зумовлювала збільшення загального вмісту вуглеводів у листках, стеблах та корінні порівняно з контролем відповідно на 13,7; 35,3 та 30,2% [279]. Аналогічні результати спостерігали у вегетаційному досліді на цукрових буряках при застосуванні ССС [26]. Збільшення вмісту вуглеводів встановлено також при застосуванні цього ж ретарданту на яблуні

[78] і пшениці [75], паклобутразолу – на рослинах маслини [216] та в коренеплодах цукрового буряку [205]. Разом з тим, хлорхолінхлорид у дозі 300 мг/л посилював активність амілази та інвертази на різних етапах онтогенезу в рослин бавовнику, зменшуючи вміст різних форм вуглеводів [51]. Зменшення вмісту цукрів у надземних вегетативних органах рослин спостерігалось також при обробці чорноплідної горобини та малини розчином ССС [93], у цукрових буряків та картоплі за дії паклобутразолу і декстрелу [186, 205].

У ряді літературних джерел зустрічається інформація про зміни вмісту вуглеводів різних форм залежно від фази онтогенезу. Так, обробка рослин пшениці ССС призводила до збільшення вмісту моносахаридів у першій половині вегетації і до їх зменшення в другій, на відміну від сахарози, вміст якої змінювався протилежно [51]. Застосування кампозану М [140] та тетциклацису [286] на рослинах картоплі забезпечувало більш інтенсивний, ніж у контролі, відтік редуруючих цукрів до бульб та перетворення їх на крохмаль. А використання паклобутразолу на насадженнях маслини сорту Лессіно неоднозначно позначалося на вмісті вуглеводів у рослині. При їх обприскуванні препаратом у дозі 1000 мг/л спостерігалось зростання вмісту цукрів. Разом з тим, внесення його в ґрунт (1 г д.р. на рослину) зумовлювало зниження рівня вуглеводів [215]. Очевидно, важливе місце в зміні направленості процесів вуглеводного обміну мають видові та сортові характеристики дослідних рослин, регламенти застосування препаратів та механізм дії того чи іншого ретарданту.

Дослідження щодо особливостей нагромадження різних форм вуглеводів у надземних органах олійних культур, і зокрема соняшнику, за дії регуляторів росту різних за напрямком дії, очевидно, не проводилися. Тому одним із завдань роботи було вивчити вплив хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на динаміку вмісту різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику впродовж вегетації.

Результати наших досліджень свідчать, що регуляція росту соняшнику під впливом хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші супроводжувалася змінами в нагромадженні і перерозподілі різних форм вуглеводів, причому погодні умови періоду розвитку рослин суттєво впливали на ці процеси.

Аналіз динаміки вмісту суми вуглеводів дозволяє говорити про достатньо складний характер їх нагромадження та відтоку у вегетативних органах рослин соняшнику за дії препаратів. Відмічалось зростання вмісту вуглеводів у першій половині вегетації в стеблах соняшнику з наступним зменшенням його в тканинах у кінці вегетації, що можна, очевидно, пояснити відтоком цукрів до кошиків. Оскільки після їх утворення ростові процеси у вегетативних органах суттєво уповільнюються, а пізніше виникають потужні акцепторні зони – сім'янки, то основний потік асимілятів спрямований на формування саме плодів, з чим і пов'язане поступове зниження вмісту вуглеводів у надземних вегетативних органах. Зменшення вуглеводів у сім'янках у процесі досягання пов'язано з активним процесом олієутворення (рис. 4.1).

Згідно результатів наших досліджень у рослинах сорту Чумак вміст різних форм вуглеводів у вегетативних органах був дещо вищим, ніж у сорту Флагман (рис.4.2). Звертає на себе увагу і той факт, що найбільш високі показники вмісту вуглеводів спостерігалися в кошиках у період формування та наливу насіння та в насінні в період його формування. Найменший вміст вуглеводів зафіксовано в листках соняшнику, що пов'язано з інтенсивним їх відтоком до стебел та кошиків. Найбільш чітко це спостерігалось при застосуванні хлормекватхлориду та його суміші з трептолемом.

Аналіз динаміки вмісту суми вуглеводів у вегетативних органах соняшнику сортів Чумак і Флагман свідчить, що гальмування транспорту асимілятів внаслідок посухи в 2007 році зумовлює різке збільшення їх вмісту в стеблах насамперед за рахунок транспортної форми цукрів – сахарози (рис. 4.3.).

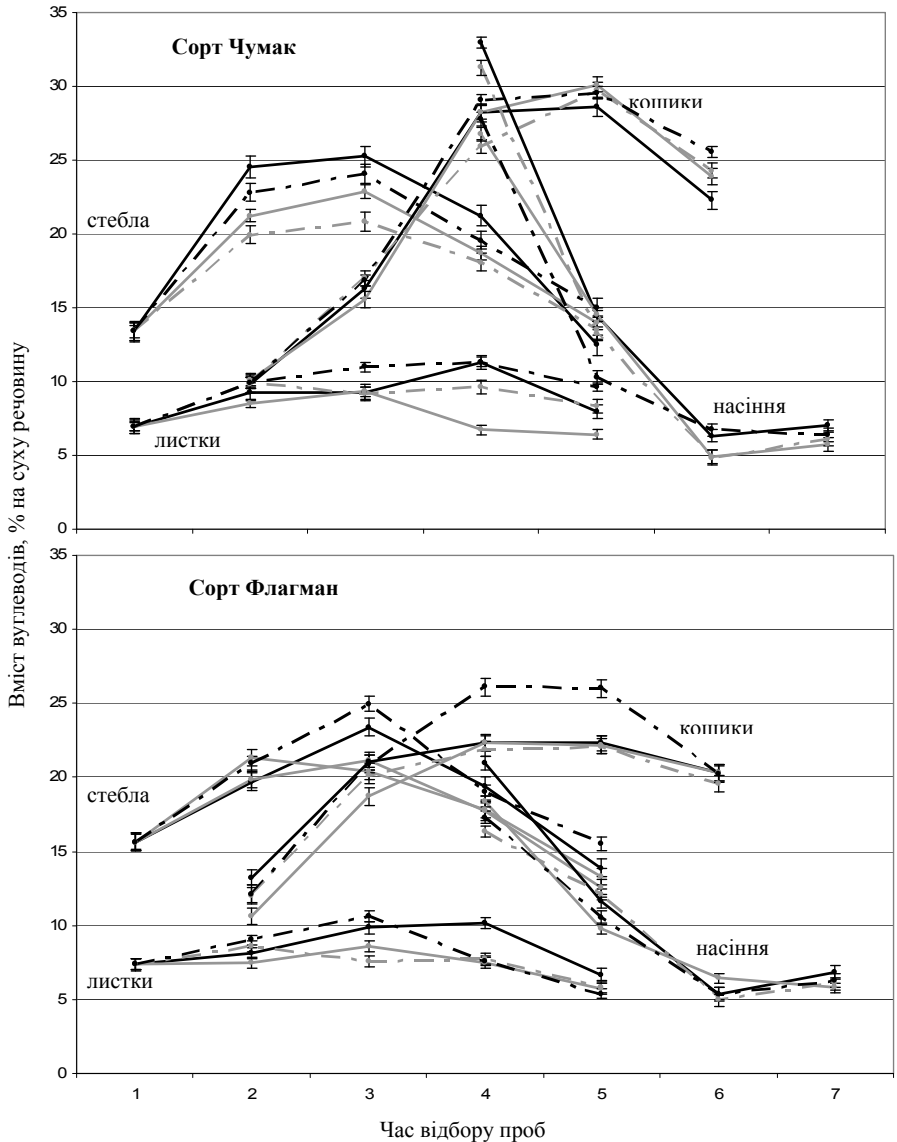


Рис. 4.1. Динаміка сумарного вмісту вуглеводів у надземних органах рослин соняшнику під впливом регуляторів росту (середні дані за 2006-2008 рр.).

●—● - контроль, ●—● - хлормекватхлорид, ●—● - суміш препаратів, ●—● - трептолем. Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня. Час відбору проб: 1 – доба обробки, 2-6 – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, 7 – стигле насіння.

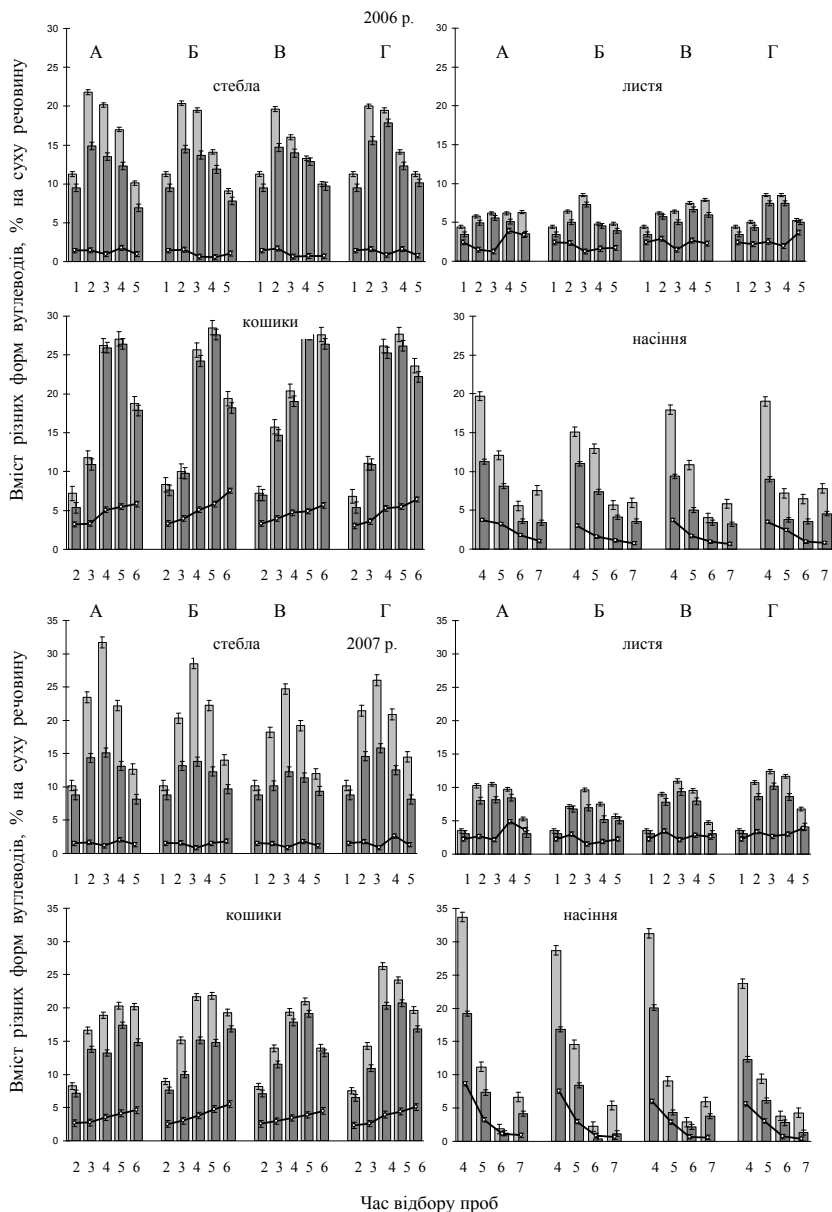


Рис. 4.3. Вплив регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику сорту Чумак (2006-2007 рр.).

А – контроль; Б – хлормекватхлорид; В – суміш препаратів; Г – трептолем. Час відбору проб: 1 – доба обробки, 2-6 – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, 7 – стигле насіння. □ – сума цукрів; ■ – редуруючі цукри; ●—● – крохмаль.

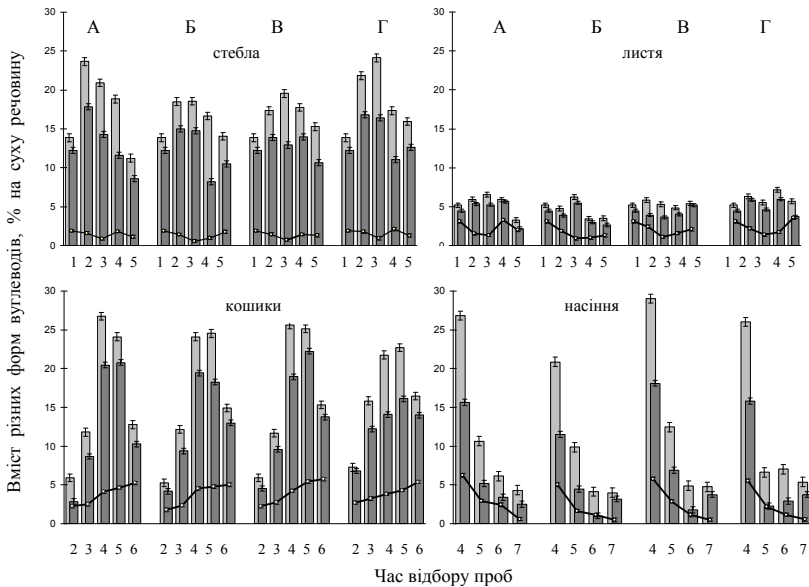


Рис. 4.4. Вплив регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів у рослинах соняшнику сорту Чумак (2008 р.).

А – контроль; Б – хлормекватхлорид; В – суміш препаратів; Г – трептолем. Час відбору проб: 1 – доба обробки, 2-6 – 15-, 30-, 45-, 55-, 65-а доба після обробки, 7 – стигле насіння. □ – сума цукрів; ■ – редукуючі цукри; ●—● – крохмаль.

Причому найвищі показники суми вуглеводів зафіксовано в контролі та при обробці стимулятором росту трептолемом. Застосування ретарданту хлормекватхлориду самостійно та в суміші із трептолемом зумовлювало посилення транспортування новоутворених сполук до господарсько-важливих органів.

Нами встановлено, що умови вегетації суттєво впливали на нагромадження та перерозподіл цукрів і крохмалю між органами рослин соняшнику. В типових погодних умовах вегетації 2006 року у вегетативних органах вуглеводи переважно були представлені редукуючими цукрами (див рис. 4.3). Особливо високі значення даного показника, як і вмісту крохмалю, зафіксовано в кошиках при застосуванні хлормекватхлориду та його суміші із трептолемом. Досліджено, що нижчим за контроль був вміст вуглеводів у

насінні, отриманому з оброблених препаратами рослин, на кінець вегетації. На нашу думку, це свідчить про посилення синтезу олії з вуглеводів під впливом ретарданту.

У спекотних і посушливих умовах росту та розвитку 2007 року відносний вміст суми цукрів і крохмалю в стеблах, листках і насінні був суттєво вищий, ніж в умовах достатнього водозабезпечення, як у контролі, так і в досліді. Крім цього, в несприятливих умовах вегетації суттєво зростала частка сахарози в усіх органах рослин соняшнику (див. рис. 4.3). На нашу думку, це пояснюється зменшенням відтоку асимілятів до зони активного росту – кошика, внаслідок несприятливих умов водозабезпечення, та нагромадження основної транспортної форми цукрів. У цілому найбільш високий вміст сахарози спостерігався в насінні та стеблах рослин соняшнику (див. рис. 4.3).

Проведене нами вивчення динаміки крохмалю у вегетативних органах соняшнику свідчить, що найменший його вміст спостерігався в стеблах. Впродовж вегетації відбувалося зменшення вмісту запасуючої форми вуглеводів незалежно від сорту, препарату та умов вегетації (див. рис. 4.2).

У листках вміст крохмалю був дещо вищим. Максимальні значення даного показника спостерігалися на початку та в кінці вегетації. У період формування та наливу насіння відбувалося зменшення вмісту крохмалю в листках як у контролі, так і в досліді.

Впродовж всього періоду вегетації вміст крохмалю в кошиках зростав, а в насінні зменшувався (див. рис. 4.2). На нашу думку, це пов'язано з інтенсивним надходженням та використанням запасуючої форми вуглеводів для процесів формування та наливу насіння.

У листках і стеблах рослин, оброблених хлормекватхлоридом як самостійно, так і в суміші із трептолемом, сумарний вміст цукрів був меншим, ніж у контролі, незалежно від умов вегетації. На нашу думку, це можна пояснити посиленням транспорту новоутворених асимілятів до зон росту та запасу. Зростання вмісту цукрів у вегетативних органах

спостерігалось під впливом трептолему в посушливих умовах вегетації 2007 р. та у вологих умовах росту і розвитку в другій половині вегетації 2008 р. (див. рис. 4.3, рис. 4.4).

Сумарний вміст цукрів і крохмалю в соняшниковому насінні за дії ретарданту та його суміші із стимулятором був нижчим, ніж у контролі, як у типових, так і в посушливих умовах вегетації [168]. Очевидно, це пов'язано з інтенсифікацією процесів карпогенезу та синтезу олії в насінні за дії регуляторів росту. Під впливом трептолему вміст різних форм вуглеводів у насінні соняшнику не відзначався стабільністю.

У цілому вміст цукрів і крохмалю на кінець вегетації та в стиглому насінні соняшнику був меншим за дії хлормекватхлориду та його суміші з трептолемом, ніж у контролі, що є позитивним фактом, який вказує на вищу якість насіння та забезпечує триваліший період його зберігання без негативних змін. При застосуванні трептолему результати були близькими до контролю.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що зменшення вмісту вуглеводів у вегетативних органах рослин соняшнику дослідних варіантів впродовж періоду росту забезпечувало приріст урожаю насіння з однієї рослини в порівнянні з контролем. Зокрема, за оптимальних погодних умов розвитку 2006 р. урожай насіння за дії хлормекватхлориду в сортів соняшнику Чумак та Флагман відповідно зростав на 2,2 і 8,3%, під впливом суміші препаратів – на 3,5 і 7,8%, а за дії трептолему – на 1,9 і 0,5% у порівнянні з контролем. У посушливих умовах вегетації 2007 року урожайність зростала відповідно на 38,7 і 18,3%, 28,1 і 5,1% та 23,7 і 28,3%. В умовах достатнього водозабезпечення 2008 року урожайність відповідно зростала на 18,7 і 14,6%, 19,8 і 8,1% та 13,7 і 16,8% (див. розділ 5.1, табл. 5.1).

Отже, застосування хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші посилювало транспорт вуглеводів з листків та стебел до кошиків і насіння, внаслідок чого покращувалася продуктивність культури. Найефективнішим

виявилось застосування ретарданту хлормекватхлориду та його суміші із стимулятором росту трептолемом.

4.2. Перерозподіл білкового азоту між органами рослин соняшнику за дії хлормекватхлориду, трептолеми та їх суміші

У літературі міститься значна кількість інформації щодо азотного метаболізму в рослинах за дії регуляторів росту, але ці дані є досить суперечливими [43, 47, 51, 139, 150, 182 с.50].

Зокрема, обробка ІОК бульб картоплі перед посадкою та самих рослин у фазу цвітіння збільшувала вміст усіх форм азоту в рослині. Аналогічний ефект за дії цього препарату спостерігався в насінні рослин квасолі [45], а 2,4-Д збільшував вміст білка в надземній частині рослин пшениці [43]. Препарати триман, івін та кінетин зумовлювали зростання вмісту розчинних білків у листках і колосі пшениці [30]. Схожі результати спостерігали в цієї ж культури під впливом емістиму С, агростимуліну та триману-1 [59 с.38], а гіберелін і гетероауксин зумовлювали зростання вмісту загального азоту в насінні кукурудзи [156 с.61].

За іншими літературними джерелами, гіберело- та ауксиноподібні стимулятори росту зменшували вміст усіх форм азоту в рослин кукурудзи [139], а кінетин – у пшениці [23] і гарбуза [99]. Бетастимулін та емістим С не впливали або зменшували вміст білків у листках цукрового буряку [180]. За дії останнього зменшення вмісту білків спостерігалось також і в рослин люпину [133].

Дані стосовно олійних культур є поодинокими, і вони носять суперечливий характер. Так, препарати ГК, ІОК і 2,4-Д збільшували вміст загального і білкового азоту в рослин соняшнику [139]. Гіберелова та індолілоцтова кислоти збільшували вміст загального азоту до цвітіння і зменшували після – у листках соняшнику. Одночасно зі зменшенням азоту в листках спостерігалось його зростання в стеблах дослідних рослин. Крім

цього, ІОК збільшувала вміст азоту в кошиках на відміну від ГК [16]. За іншими літературними даними, ці ж препарати не змінювали величини даного показника в листках соняшнику в порівнянні з контролем [15]. Не змінювався вміст білків у насінні арахісу під впливом ІМК, але вона зумовлювала його зростання у вегетативних органах [116].

Літературні джерела містять достатню кількість інформації щодо впливу інгібіторів росту на вміст різних форм азоту у вегетативних та генеративних органах сільськогосподарських культур. Зокрема, обробка рослин цукрового буряку різними концентраціями триазолпохідного препарату паклобутразолу у фазу сьомої-восьмої пари листків зумовила збільшення вмісту загального азоту в листках, яке відбулося за рахунок як білкової, так і небілкової фракцій. Разом з тим, використання етиленпродуценту декстрелу в цю ж фазу не викликало змін вмісту азоту у вегетативних органах дослідних рослин [205]. Обробка посівів моркви хлорхолінхлоридом викликала нагромадження білків у коренеплоді з одночасним їх зменшенням у листках [51]. При застосуванні ССС на насадженнях ягідних культур спостерігалось зростання вмісту азоту у вегетативних органах і посилення біосинтезу білків [93]. Схожі результати встановлені при використанні цього ж препарату на зернових [149, 150], бобових [51] та технічних культурах [178].

Інші автори звертають увагу на зменшення вмісту різних фракцій азоту та білків у рослинах, оброблених ретардантами. Зокрема, обробка рослин пшениці препаратом 2-ХЕФК зменшувала в них вміст білка [149, 150]. Зниження вмісту білка в зерні озимого жита спостерігалось і при обробці рослин препаратами кампозан М і дигідрел [210]. Аналогічні результати отримані при застосуванні етрелу та гідрелу на рослинах тютюну [41] і сої [274].

Дані щодо впливу ретардантів на перерозподіл азотовмісних сполук в олійних культурах є поодинокими [47, 228, 249]. Разом з тим, відомо, що надлишок азоту в тканинах під час розвитку олійних рослин призводить до

нагромадження білка і одночасного зменшення вмісту олії в насінні, а також до зменшення вмісту ненасичених жирних кислот, які значною мірою визначають якість олії [29, 109, 273].

Результати наших досліджень свідчать, що зростання вмісту суми крохмалю і цукрів у вегетативних органах рослин соняшнику сортів Чумак і Флагман супроводжувалося зменшенням вмісту білкового азоту в стеблах, листках і кошиках як у контролі, так і в досліді незалежно від умов вегетації та застосовуваних регуляторів росту. Натомість динаміка білкового азоту і суми цукрів у насінні була протилежною (рис. 4.5, 4.6).

У цілому вміст білкового азоту в стеблах менший ніж у листках у 2,5-3 рази, ніж у кошиках – в 1,5-2 рази і в насінні – в 3,5-4 рази. Максимальний вміст білкового азоту в стеблах, листках та кошиках зафіксовано на початкових етапах онтогенезу, а до кінця вегетації його вміст по відношенню до сухої речовини зменшувався. Більш інтенсивне зниження цього показника спостерігалось за дії препаратів в порівнянні з контролем, як правило, під впливом суміші хлормекватхлориду та трептолему (див. рис. 4.5, 4.6). Такі зміни можна пояснити більш інтенсивним нагромадженням сухої речовини рослинами, обробленими регуляторами росту.

Максимальний вміст білкового азоту в плодах зафіксовано на кінець фази наливу і досягання насіння. Досліджено, що у фазу формування насіння відбувається незначне зростання величини даного показника в листках та різке його зменшення в кошику. Аналіз динаміки білкового азоту в листках свідчить, що в типових умовах вегетації 2006 року його показники в першій половині вегетації були найбільшими після застосування трептолему. Схожі результати зафіксовані в дослідженнях на цукровому бурякові при застосуванні цитокінінового препарату 6-БАП [202]. В умовах нестачі вологи в 2007 році в першій половині вегетації більше білкового азоту містили листки рослин, що зазнали дії суміші застосовуваних регуляторів росту. У другій половині вегетації незалежно від погодних умов показник білкового азоту в контролі був більшим, ніж у досліді. В умовах

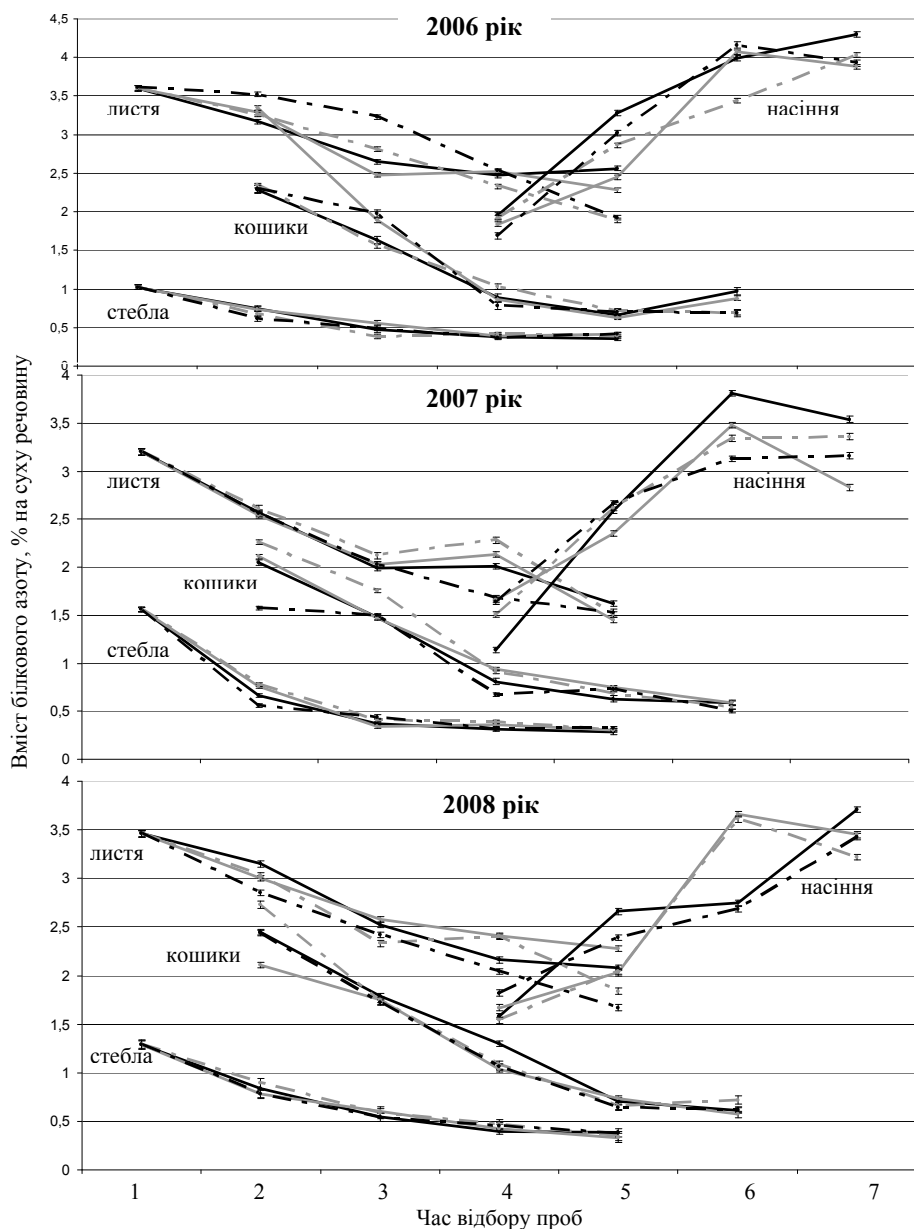


Рис. 4.5. Вплив регуляторів росту на вміст білкового азоту у надземних органах соняшника сорту Чумак.

— - контроль; - - - - хлормекватхлорид; - · - · - сумішпрепаратів; - - - - - трептолем. Дати обробки: 25.06.2006 р., 06.06.2007 р., 22.06.2008 р. Дати відбору проб: 1. 25.06.06., 06.06.07., 22.06.08. 2. 10.07.06., 21.06.07., 07.07.08. 3. 25.07.06., 06.07.07., 22.07.08. 4. 08.08.06., 21.07.07., 05.08.08. 5. 18.08.06., 31.07.07., 15.08.08. 6. 28.08.08., 10.08.08., 26.08.08. 7. стигле насіння.

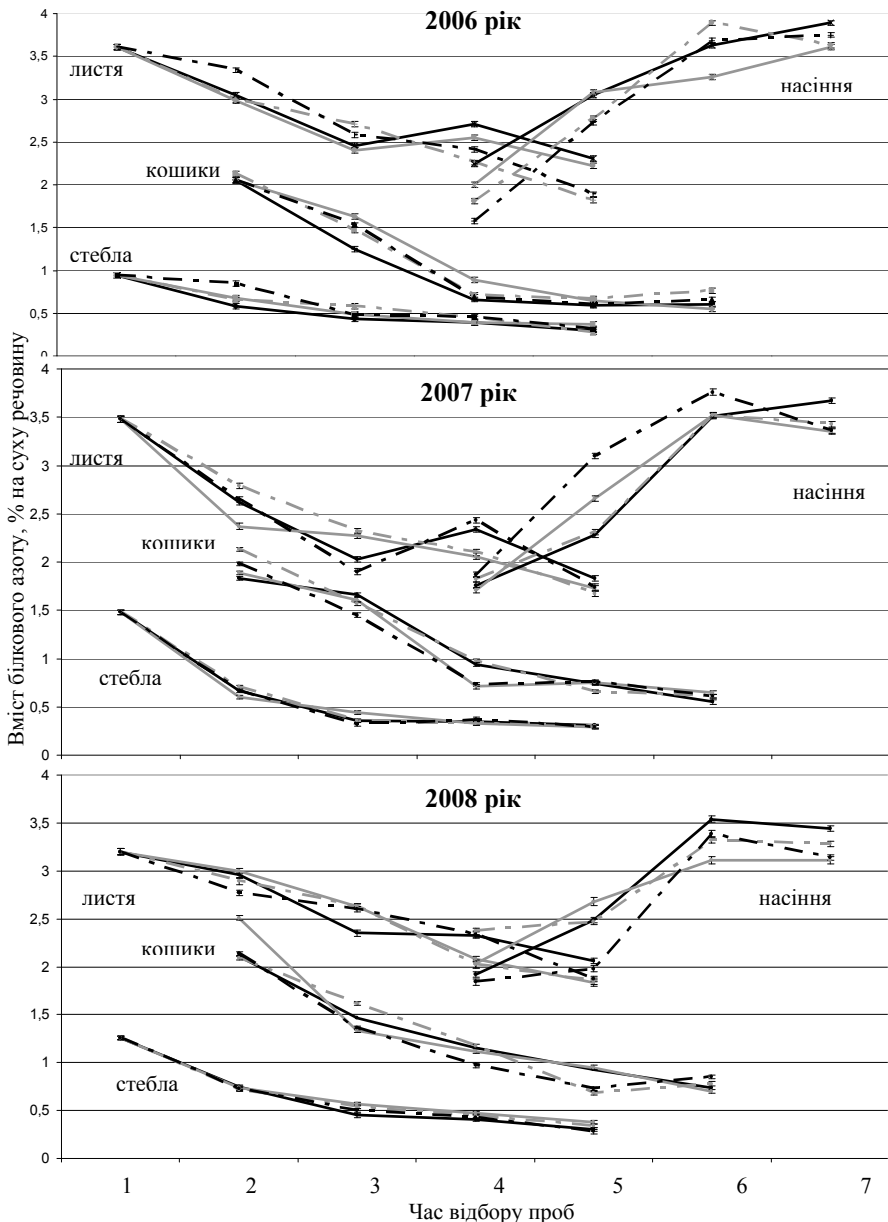


Рис. 4.6. Вплив регуляторів росту на вміст білкового азоту у надземних органах соняшника сорту Флагман.

— контроль; — — — хлормекватхлорид; - · - · - суміш препаратів; — · — · — трептолем. Дати обробки: 25.06.2006 р., 06.06.2007 р., 22.06.2008 р. Дати відбору проб: 1. 25.06.06., 06.06.07., 22.06.08. 2. 10.07.06., 21.06.07., 07.07.08. 3. 25.07.06., 06.07.07., 22.07.08. 4. 08.08.06., 21.07.07., 05.08.08. 5. 18.08.06., 31.07.07., 15.08.08. 6. 28.08.08., 10.08.08., 26.08.08. 7. стигле насіння.

достатнього водозабезпечення (2008 р.) результати були не такими однозначними.

При вивченні вмісту білкового азоту в соняшниковому насінні встановлено, що застосування водних розчинів регуляторів росту у фазу 5-6 пари листків зумовлювало його зниження практично по всіх варіантах досліду в порівнянні з контролем на кінець вегетації. Найбільш низький вміст білкового азоту в насінні спостерігався за дії хлормекватхлориду та його суміші із трептоломом. Зокрема, під впливом ретарданту вміст даної форми азоту в стиглому насінні зменшувався на 8-12%, при застосуванні трептолему – на 7-9%, а за дії суміші регуляторів росту – на 6-8%. Зниження кількості азотовмісних сполук у господарсько-важливих органах також встановлено при використанні інгібіторів росту на озимому ріпакові [165]. Динаміка білкового азоту в стеблах соняшнику по варіантах досліду суттєво не відрізнялася від контролю.

Таким чином, обробка рослин соняшнику регуляторами росту хлормекватхлоридом, трептоломом та сумішшю цих препаратів посилювала процеси гідролізу білків у вегетативних органах і відтік білкового азоту до плодів, причому погодні умови вегетації суттєво не впливали на нагромадження цієї форми азоту в листках, стеблах та насінні як дослідних, так і контрольних рослин.

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ І ТРЕПТОЛЕМУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ СОНЯШНИКУ

5.1. Вплив хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на урожайність соняшнику

Одним з основних напрямків використання регуляторів росту та розвитку рослин є оптимізація продукційного процесу та покращення якісних характеристик сільськогосподарських культур. Літературні джерела містять інформацію про застосування регуляторів росту і на рослинах соняшнику.

Зокрема, обробка культури у фазу формування кошика терпенолом [173] і гетероауксином [146] збільшувала його урожайність. Покращення продуктивності соняшнику спостерігалось також під впливом індолілоцтової кислоти [16], гетероауксину, гібереліну [15]. Останнім часом з метою збільшення урожайності олійних культур, у тому числі і соняшнику, застосовують препарати на основі N-оксид-2-метилпіридину, N-оксид-2,6-диметилпіридину. Вдале поєднання цих синтетичних сполук, що проявляють цитокінінову активність, з різними органічними кислотами та природними екстрагованими з рослин біологічно активними речовинами позитивно впливає на продуктивність різних культур [31, 40, 57, 98, 131, 138]. Підвищення урожайності соняшнику відбувалося за дії агростимуліну [3; 40; 59 с.69, с.322; 152 с.83, с.116], трептолему [11, 141], емістиму С [3; 59 с.69, с.322; 145; 152 с.83, с.116].

Для оптимізації продуктивності олійних культур застосовують і регулятори росту інгібіторного типу [91, 163, 195]. Використання хлорхолінхлориду та алару на соняшнику сорту Передовик у вегетаційних умовах зумовлювало зростання урожаю насіння відповідно на 14 та 25% [293], а застосування фолікуру збільшувало продуктивність на 2,64 ц/га [193].

Урожайність соняшнику також зростала при застосуванні ГМК, ТУРу [62], ССС [84, 124], етрелу [103].

Разом з тим, зустрічається інформація про зниження продуктивності олійних культур під впливом ретардантів. Застосування ССС в польових дослідженнях на посівах соняшнику значно зменшувало його урожайність [221]. Це свідчить про необхідність більш глибокого подальшого вивчення дії ретардантів, уточнення регламентів їх використання на олійних культурах.

Результати наших досліджень свідчать, що застосування регуляторів росту хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші позитивно впливало на продуктивність культури. В умовах дрібнодіянькового досліді під впливом препаратів зростали кількість сім'янок у кошику, їх маса та діаметр кошика (табл. 5.1).

Найвищі показники збільшення діаметра кошика спостерігалися під впливом суміші препаратів у сорту Чумак [297]. У сорту Флагман максимальні розміри кошика зафіксовано при застосуванні хлормекватхлориду. Маса насіння з одного кошика та кількість сім'янок у ньому найбільше зростала в сорту Чумак після застосування хлормекватхлориду [171], а в сорту Флагман – після дії трептолему [170]. Маса 1000 насінин найбільш суттєво зростала під впливом хлормекватхлориду і суміші препаратів у сорту Чумак та за дії трептолему – у сорту Флагман. У цілому урожайність культури значно залежала від погодних умов вегетації та препарату, що застосовувався.

Найбільша врожайність спостерігалася в 2006 році на обох сортах соняшнику у варіантах із застосуванням ретарданту. Хлормекватхлорид підвищував продуктивність культури на 12-14%. А при застосуванні суміші препаратів на сорті Флагман урожайність зростала на 12%. У посушливих умовах вегетації 2007 року найефективнішим виявилось застосування окремо хлормекватхлориду та трептолему. За дії хлормекватхлориду урожайність збільшилася на 17-18%, а під впливом трептолему на 25-33%. В умовах

**Вплив регуляторів росту на структурні елементи урожайності
соняшнику**

Рік	Варіант досліджу	Діаметр кошика, см	Маса сім'янок з кошика, г	Кількість сім'янок у кошику, шт.	Маса 1000 сім'янок, г
1	2	3	4	5	6
Сорт Чумак					
2006	Контроль	19,22 ±0,55	79,22 ±5,82	1236,25 ±58,85	58,91 ±1,15
	Хлормекват-хлорид	20,71 ±0,71	85,80 ±4,19	*1405,46 ±58,13	62,22 ±2,19
	Суміш препаратів	*21,72 ±0,93	85,40 ±4,27	1339,87 ±44,01	*67,09 ±2,62
	Трептолем	19,42 ±0,81	79,56 ±3,81	1323,29 ±48,23	60,45 ±2,83
2007	Контроль	13,67 ±0,39	33,38 ±1,75	825,25 ±40,15	39,80 ±1,11
	Хлормекват-хлорид	*15,91 ±0,47	*46,31 ±2,62	*1061,41 ±50,98	41,64 ±1,36
	Суміш препаратів	*15,12 ±0,43	*42,75 ±2,06	*965,14 ±46,62	42,21 ±1,29
	Трептолем	*15,28 ±0,47	*41,30 ±1,87	*993,94 ±49,10	*43,51 ±1,28
2008	Контроль	19,17 ±0,69	64,83 ±3,24	1244,16 ±49,93	48,25 ±1,88
	Хлормекват-хлорид	20,82 ±0,61	*76,95 ±3,85	1370,01 ±61,51	*54,43 ±1,95
	Суміш препаратів	*21,19 ±0,60	*77,69 ±3,88	*1407,71 ±62,15	*54,25 ±1,93
	Трептолем	*21,34 ±0,45	73,73 ±3,67	1382,39 ±55,38	53,67 ±1,95
Сорт Флагман					
2006	Контроль	16,55 ±0,49	49,91 ±2,15	983,45 ±43,86	51,63 ±2,07
	Хлормекват-хлорид	17,06 ±0,35	51,02 ±1,82	996,43 ±38,14	50,03 ±1,30
	Суміш препаратів	17,16 ±0,33	51,66 ±2,36	1076,04 ±39,40	50,15 ±1,70
	Трептолем	17,29 ±0,44	50,84 ±2,13	999,46 ±49,49	54,12 ±1,64
	Контроль	14,90 ±0,46	40,89 ±1,85	905,59 ±44,76	42,95 ±1,22

Продовж. табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
2007	Хлормекват-хлорид	15,77 ±0,42	*48,37 ±1,84	*1085,44 ±45,88	43,40 ±1,27
	Суміш препаратів	15,31 ±0,47	42,97 ±2,09	911,41 ±45,44	45,16 ±1,34
	Трептолем	16,17 ±0,46	*52,47 ±2,26	*1122,43 ±49,00	*48,49 ±1,54
2008	Контроль	18,25 ±0,45	67,24 ±2,60	1094,06 ±47,96	61,98 ±2,43
	Хлормекват-хлорид	*20,75 ±0,75	*77,05 ±3,73	1242,50 ±61,87	60,64 ±2,52
	Суміш препаратів	*19,75 ±0,40	72,68 ±3,34	1185,27 ±55,50	62,84 ±2,26
	Трептолем	*19,95 ±0,38	*78,53 ±2,90	1210,15 ±45,09	*68,88 ±1,92
Гібрид ПР63А90					
2008	Контроль	19,12 ±0,45	85,20 ±3,82	1498,86 ±51,26	55,43 ±1,23
	Хлормекват-хлорид	20,25 ±0,36	*99,83 ±4,48	*1650,06 ±51,54	56,25 ±1,14
	Суміш препаратів	*21,38 ±0,50	*106,15 ±5,11	*1742,97 ±54,57	58,90 ±1,57
	Трептолем	20,06 ±0,38	91,54 ±3,62	1596,77 ±45,97	55,89 ±1,05
Гібрид КВС Гелія 06					
2008	Контроль	16,04 ±0,39	51,98 ±2,46	1247,34 ±50,76	40,71 ±0,83
	Хлормекват-хлорид	*17,60 ±0,31	*62,56 ±2,27	1331,21 ±35,87	*46,45 ±0,90
	Суміш препаратів	*18,05 ±0,33	*65,78 ±2,61	1379,04 ±43,76	*48,12 ±0,99
	Трептолем	*17,78 ±0,41	*64,89 ±3,19	1323,96 ±50,31	*47,41 ±1,36

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

достатнього водозабезпечення (2008 р.) в сорту Чумак найкращі показники врожайності зафіксовано під впливом ретарданту та його суміші із стимулятором. У порівнянні з контролем продуктивність культури за дії хлормекватхлориду та суміші з трептолемом зростала відповідно на 17 і 15%.

У сорту Флагман – під впливом ретарданту урожайність збільшувалася на 14% у порівнянні з контролем, а за дії стимулятора – на 17% (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Вплив регуляторів росту на урожайність соняшнику, ц/га

Сорт Варіант досліджу	Чумак			Флагман		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Контроль	30,65 ±0,54	24,12 ±0,84	24,85 ±0,75	24,96 ±0,51	26,57 ±0,68	22,29 ±0,47
Хлормекватхлорид	34,29 ±0,47	28,49 ±0,48	29,02 ±0,58	28,26 ±0,46	31,01 ±0,52	25,42 ±0,49
Суміш препаратів	32,55 ±0,64	27,99 ±0,42	28,68 ±0,56	28,12 ±0,49	28,90 ±0,51	24,04 ±0,56
Трептолем	31,97 ±0,53	30,12 ±0,54	27,54 ±0,44	26,63 ±0,77	35,42 ±0,71	26,14 ±0,50
НІР ₀₅	1,85	1,71	2,04	1,87	1,59	1,35

Максимальне зростання урожайності в гібридів соняшнику ПР63А90 та КВС Гелія 06 встановлено внаслідок одночасного використання хлормекватхлориду та трептолему. Продуктивність культури збільшувалася відповідно на 25 та 22% порівняно з контрольними варіантами (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вплив регуляторів росту на урожайність соняшнику, ц/га (2008 р.)

Варіант досліджу Гібрид	Контроль	Хлормек- ватхлорид	Суміш препаратів	Трептолем	НІР ₀₅
	ПР63А90	36,05±0,59	43,76±0,79	44,98±0,83	43,87±0,68
КВС Гелія 06	30,14±0,67	35,9±0,89	36,74±0,43	35,67±0,51	1,61

У цілому найбільш чутливими до дії регуляторів росту стосовно продуктивності були рослини сорту Чумак та гібриду КВС Гелія 06.

Отже, результати наших досліджень свідчать, що застосування хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші суттєво впливало на урожайність культури, збільшуючи її. Рекомендований виробником препарат трептолем достовірно підвищував урожайність соняшнику сортів Чумак і Флагман у порівнянні з хлормекватхлоридом і сумішню регуляторів росту лише за нетипових посушливих умов вегетації 2007 року. В умовах достатнього водозабезпечення 2006 і 2008 років застосування хлормекватхлориду і суміші препаратів на сортах та гібридах, які вивчалися, було більш ефективним або не відрізнялося по урожайності від варіанту із трептолемом.

Важливе господарське значення при вирощуванні соняшнику має вагове співвідношення між ядром та лузгою. При однаковому вмісті олії в ядрі більший її вихід дають тонколушпинні форми [29]. Тому останнім часом селекція культури направлена на виведення сортів і гібридів з пониженою лушпинністю [34]. Разом з тим, у літературі відсутні дані про вплив ретардантів на вміст лушпиння в сім'янці соняшника, в той же час дія стимуляторів росту є неоднозначною і залежить від фази розвитку рослин, в яку проводили обробку посівів [141].

Згідно результатів наших досліджень регулятори росту знижували лушпинність насіння соняшнику на 2,2-9,7%. Звертає на себе увагу той факт, що в умовах надлишку вологи в період наливу та досягання насіння застосування ретарданту, стимулятора та їх суміші максимально знижувало величину даного показника (4,5-9,7%) в порівнянні з попередніми роками досліджень (табл. 5.4).

Таким чином, результати наших досліджень свідчать, що регулятори росту хлормекватхлорид, трептолем та їх рівнозначна суміш оптимізують продуктивність культури соняшнику. Ефективність застосування препаратів залежала від напрямку дії регулятора росту та погодних умов вегетації.

**Вплив регуляторів росту на лущинність насіння соняшнику
сорту Чумак (%)**

Рік	Варіант досліджу	Контроль	Хлормекват-хлорид	Суміш препаратів	Трептолем
2006		22,47±0,25	*21,53±0,26	22,21±0,09	*20,99±0,21
2007		22,19±0,45	21,69±0,12	*20,77±0,41	*20,80±0,86
2008		21,54±0,23	*19,44±0,21	*20,56±0,18	*19,73±0,24

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

5.2. Якісні характеристики олії соняшнику при застосуванні регуляторів росту

Рослинні олії є однією з важливих складових харчового раціону людини. Виробництво рослинних жирів має цілий ряд переваг у порівнянні з тваринними. До них слід віднести порівняно низьку собівартість та безвідходність виробництва, більшу корисність для здоров'я, яку пов'язують з оптимальним профілем жирних кислот та вмістом жиророзчинних вітамінів [109, 187].

У кінці ХХ ст. в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України синтезовано препарати на основі N-оксид піридину. Їх застосовують з метою збільшення урожайності та вмісту олії в насінні олійних культур [138, 195]. Підвищення олійності соняшнику відбувалося за дії агростимуліну, трептолему та емістиму С [3; 145; 152 с.83, с.117]. Разом з тим, у літературі зустрічаються дані про те, що регулятори росту не впливають на олійність сільськогосподарських культур, а іноді призводять і до її зменшення. Зокрема, гіберелова кислота та гетероауксин не впливали на вміст олії в насінні соняшнику [15], а крезацин та картолін навіть зменшували його в горіхах арахісу [287].

Застосування мівалу на рослинах соняшнику [135], а ХМХ на рослинах сої [39] зумовлювало зростання олійності. При вивченні дії паклобутразолу

на хімічний склад насіння гірчиці в умовах Індії було встановлено, що в насінні оброблених рослин збільшувався вміст крохмалю, білка, однак зменшувався вміст олії в порівнянні з контролем [273]. З літературних джерел відомо, що на олійність суттєво впливають погодні умови [2]: при дозріванні насіння за підвищених температур вміст олії менший, ніж при дозріванні насіння при більш низьких температурах [211].

Проведеними нами дослідженнями встановлено, що застосування стимулятора, інгібітора росту і розвитку рослин та їх суміші зумовлювало підвищення вмісту олії в насінні соняшнику в обох сортів до 1-4% (рис. 5.1).

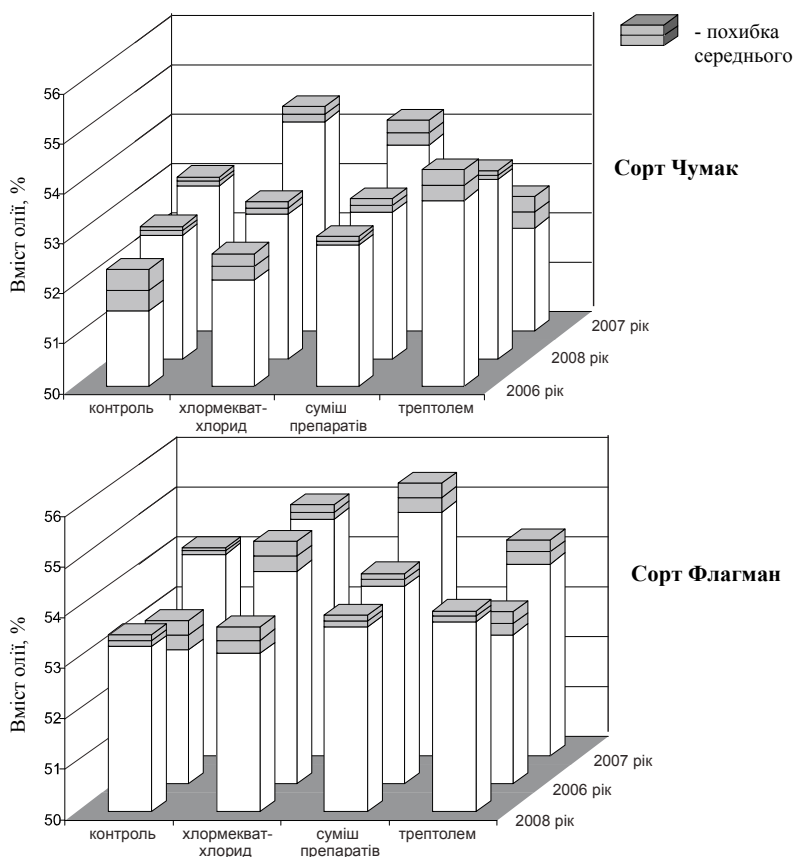


Рис. 5.1. Вплив регуляторів росту на вміст олії в насінні соняшнику.
Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня.

Найефективнішим виявилось застосування трептолему на сорті Чумак у 2006 році, коли умови вегетації в період формування та наливу насіння були близькими до оптимальних. В умовах підвищених температур 2007 р. та вологих умов у період наливу та досягання насіння 2008 р. показники олійності в дослідних рослин наближалися до контролю.

Впродовж періоду досліджень найефективнішим було застосування суміші хлормекватхлориду та трептолему [167]. Зокрема, під її впливом олійність у середньому зростала на 1,6%, тоді як при використанні ретарданту зростання було на 1,4%, а за дії трептолему – на 1,1%.

Важливим є вивчення зміни якісних характеристик олії дослідних рослин при застосуванні регуляторів росту. Результати наших досліджень свідчать про зростання в переважній більшості варіантів числа омилення (показник загальної кількості вільних і зв'язаних жирних кислот), ефірного числа (показник вмісту зв'язаних жирних кислот) та вмісту гліцерину в олії, отриманої з насіння рослин, оброблених хлормекватхлоридом, трептолемом та їх сумішшю в обох сортів соняшнику (табл. 5.5, 5.6). Найефективнішим було застосування ретарданту та його суміші із стимулятором.

Найбільш високі показники вмісту ненасичених жирних кислот в олії (йодне число) характерні для оптимального за температурними показниками і опадами 2006 р. В умовах надлишку вологи під час досягання насіння і її нестачі та високого температурного режиму йодне число олії, отриманої з насіння дослідних рослин, наближалось до контролю. Впродовж трирічних досліджень найвищі значення йодного числа спостерігалися внаслідок обробки сумішшю хлормекватхлориду і трептолему незалежно від сорту (див. табл. 5.5, 5.6).

Встановлено, що у вологих умовах завершення наливу і досягання насіння 2008 року відбувалося погіршення якісних характеристик олії як у контролі, так і в досліді. Крім цього, обробка регуляторами росту у вологих умовах вегетації погіршувала якість олії в порівнянні з контролем (див. табл. 5.5, 5.6).

Таблиця 5.5

**Вплив регуляторів росту на якісні характеристики олії соняшнику
сорту Чумак**

Рік	Варіант досліду	Кислотне число, мг КОН на 1 г олії	Число омилення, мг КОН на 1 г олії	Ефірне число, мг КОН на 1 г олії	Вміст гліцерину, %	Йодне число, г І на 100 г олії	Активність кислот ліпаз, мл 0,1 н. NaOH 10 г гомогенату	Активність лужних ліпаз, мл 0,1 н. NaOH 10 г гомогенату
2006	Контроль	3,56 ±0,11	204,10 ±2,51	200,54 ±2,03	10,97 ±0,11	130,13 ±1,71	17,20 ±0,62	13,74 ±0,56
	Хлормек- ватхлорид	*3,09 ±0,03	*213,50 ±2,65	*210,41 ±3,26	11,51 ±0,18	*136,16 ±1,81	*12,53 ±0,47	*11,47 ±0,23
	Суміш препаратів	*2,83 ±0,02	*196,67 ±0,28	*193,83 ±0,16	*10,60 ±0,01	*137,02 ±1,65	*11,33 ±0,36	*10,60 ±0,48
	Трептолем	3,73 ±0,11	201,01 ±6,59	197,28 ±3,81	10,79 ±0,21	134,73 ±1,74	*14,09 ±0,64	*9,61 ±0,42
2007	Контроль	1,21 ±0,06	180,20 ±2,03	178,99 ±2,84	9,79 ±0,16	136,66 ±2,83	7,05 ±0,23	8,80 ±0,31
	Хлормек- ватхлорид	1,41 ±0,05	183,63 ±3,49	182,23 ±2,06	9,97 ±0,11	134,11 ±2,71	*9,85 ±0,41	7,87 ±0,30
	Суміш препаратів	*1,55 ±0,08	*191,89 ±2,60	*190,34 ±1,84	*10,41 ±0,10	136,35 ±2,82	*9,19 ±0,38	8,13 ±0,25
	Трептолем	1,41 ±0,07	186,40 ±2,03	184,99 ±1,42	10,12 ±0,08	132,13 ±2,61	6,12 ±0,26	6,21 ±0,29
2008	Контроль	2,89 ±0,09	172,88 ±7,04	169,98 ±2,92	9,30 ±0,27	134,78 ±2,74	18,35 ±0,82	14,60 ±0,67
	Хлормек- ватхлорид	3,27 ±0,13	176,55 ±1,56	173,13 ±1,12	9,47 ±0,06	134,62 ±2,73	19,79 ±0,75	15,79 ±0,67
	Суміш препаратів	*3,50 ±0,13	169,43 ±3,59	165,95 ±2,59	9,08 ±0,14	135,83 ±1,97	*13,15 ±0,64	13,27 ±0,49
	Трептолем	3,09 ±0,13	*184,95 ±2,79	*181,70 ±2,04	9,94 ±0,11	134,18 ±2,71	17,48 ±0,78	*11,75 ±0,17

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

З'ясовано, що вологі умови під час досягання насіння зумовлювали зростання кислотного числа як у контролі, так і в досліді порівняно з сухим та спекотним 2007 роком незалежно від сорту. Встановлено, що застосування регуляторів росту в переважній більшості зумовлює зростання кислотного числа, але дані показники не перевищують гранично допустимих концентрацій, встановлених для харчової олії в 5 мг КОН на 1 г олії

**Вплив регуляторів росту на якісні характеристики олії соняшнику
сорту Флагман**

Рік	Варіант досліді	Кислотне число, мг КОН на 1 г олії	Число омилення, мг КОН на 1 г олії	Ефірне число, мг КОН на 1 г олії	Вміст гліцерину, %	Йодне число, г І на 100 г олії	Активність кислих ліпаз, мл 0,1 н. NaOH 10 г гомогенату	Активність лужних ліпаз, мл 0,1 н. NaOH 10 г гомогенату
2006	Контроль	2,61 ±0,11	187,41 ±4,04	184,80 ±3,09	10,11 ±0,44	130,61 ±1,68	18,87 ±0,74	15,73 ±0,60
	Хлормекват- хлорид	2,69 ±0,03	*201,53 ±3,25	198,84 ±3,28	10,87 ±0,40	*135,67 ±1,08	*13,60 ±0,38	*10,27 ±0,49
	Суміш препаратів	*3,28 ±0,11	186,65 ±4,33	183,37 ±4,81	10,03 ±0,26	*136,32 ±1,52	*12,13 ±0,31	*11,90 ±0,41
	Трептолем	*3,00 ±0,05	*211,82 ±1,40	*208,81 ±1,81	11,42 ±0,04	133,98 ±2,70	16,27 ±0,55	*9,40 ±0,27
2007	Контроль	1,31 ±0,06	176,99 ±2,76	175,68 ±3,09	9,61 ±0,22	135,25 ±2,76	6,48 ±0,23	11,73 ±0,50
	Хлормекват- хлорид	1,38 ±0,04	*186,61 ±1,78	*185,23 ±1,01	10,13 ±0,06	134,92 ±2,75	*8,89 ±0,34	*8,80 ±0,33
	Суміш препаратів	1,45 ±0,05	*191,26 ±0,15	*189,81 ±0,11	*10,38 ±0,01	135,83 ±2,79	*8,49 ±0,41	*9,52 ±0,33
	Трептолем	1,30 ±0,06	184,09 ±3,43	182,78 ±4,27	10,00 ±0,23	130,95 ±2,55	6,05 ±0,25	*7,87 ±0,29
2008	Контроль	3,21 ±0,15	181,97 ±0,44	178,76 ±0,24	9,78 ±0,01	133,17 ±2,81	15,41 ±0,57	16,32 ±0,62
	Хлормекват- хлорид	2,86 ±0,03	176,39 ±6,20	173,53 ±4,40	9,49 ±0,24	132,93 ±2,65	16,29 ±0,39	18,39 ±0,51
	Суміш препаратів	2,81 ±0,06	180,19 ±4,81	177,38 ±2,78	9,70 ±0,15	134,51 ±2,73	*12,23 ±0,32	14,31 ±0,45
	Трептолем	2,98 ±0,04	180,04 ±5,37	177,06 ±3,82	9,68 ±0,21	133,44 ±2,67	14,48 ±0,16	*12,55 ±0,37

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

(ГОСТ 22391-89 «Соняшник. Вимоги до заготівлі і постачання»).

Оскільки насіння соняшнику переробляється неодноразово, а тривалий час зберігається на складах, де вологість повітря і температурні умови зберігання можуть значно коливатися, важливим є значення показників активності ліпаз (тригліцеридгідролаз) (КФ 3.1.1.3) насіння [32].

У насінні олійних культур розрізняють кислі і лужні ліпази, активність яких є оптимальною, відповідно, при рН 4,7 та 8,5. Незважаючи на низьку порівняно з іншими ферментами специфічність, кислі та лужні ліпази насіння виконують різні функції [117]. Кислі ліпази є більш активними, і вони розщеплюють ди- та тригліцериди. Локалізовані ці ферменти в спеціалізованих депо тригліцеридів – сферосомах. Найпоширенішою в рослинах кислою ліпазою є тригліцерацил-гідролаза, яка належить до триацилгліцеринових ліпаз [18].

Лужні ліпази є більш специфічними і діють лише на моногліцериди. Зосереджені вони в тимчасових спеціалізованих органелах гліюксисомах, які виникають після фізіологічної зрілості насіння як пристосування до проростання. Характерним є те, що лужні ліпази в насінні олійних культур синтезуються *de novo* на мембранах гранулярної ЕПС і у вигляді секреторних пухирців переносяться прямо до олеосом або гліюксисом у той час, коли в клітині є достатня кількість моногліцеридів внаслідок активності кислих ліпаз [18]. Прикладом лужних ліпаз є моногліцерацил-гідролаза (триацетиназа, трибутериназа) [67], яка належить до моноацилгліцеринових ліпаз.

Важливим показником є активність ліпаз у насінні соняшнику, яке буде використовуватися для виробництва харчової олії та як посівний матеріал. Встановлено, що посушливі умови вегетації 2007 року знижували активність кислих та лужних ліпаз як у контролі, так і в досліді. У типових умовах вегетації 2006 року активність ліпаз у досліді була значно нижчою, ніж у контролі (див. табл. 5.5, 5.6). Це є позитивним фактом і свідчить про підтримання високих показників якості насіння в процесі зберігання після обробки регуляторами росту. В умовах надлишку вологи під час досягання насіння 2008 року зафіксована найвища активність обох видів ліпаз як у контролі, так і в досліді. В умовах достатнього вологозабезпечення (2006 і 2008 рр.) найнижчою була активність кислих і лужних ліпаз після обробки

сумішшю регуляторів росту, а лужних – при застосуванні трептолему (див. табл. 5.5, 5.6).

У посушливих та спекотних умовах дозрівання насіння 2007 року застосування інгібітора росту як самостійно, так і в суміші з стимулятором зумовлювало підвищення активності кислих ліпаз. Активність лужних ліпаз у цей рік при застосуванні регуляторів росту була суттєво нижчою в порівнянні з контролем. У посушливих умовах вегетації комплексний стимулятор росту трептолем знижував або не змінював порівняно з контролем активність обох видів ліпаз.

Проведені нами дослідження свідчать, що соняшникова олія містить десять вищих жирних кислот: міристинову, пальмітинову, пальмітоолеїнову, стеаринову, олеїнову, лінолеву, ліноленову, арахінову, гондоїнову і бегенову (табл. 5.7).

Основними насиченими вищими жирними кислотами в олії соняшнику є пальмітинова та стеаринова. У типових погодних умовах у процесі вегетації серед насичених кислот у соняшнику сорту Чумак переважала пальмітинова. У вологих та посушливих умовах дозрівання насіння рівень обох кислот коливався в однакових межах. Під впливом регуляторів росту в олії дослідних рослин вміст олеїнової кислоти був меншим, а вміст лінолевої більшим порівняно з контролем [171]. Однак у посушливих умовах вегетації за дії трептолему дана тенденція була зворотною, що підтверджувалося зниженням йодного числа.

Аналіз отриманих нами даних свідчить про те, що застосування хлормекватхлориду, трептолему та їх суміші на фоні різних погодних умов вегетації призводить до змін у співвідношенні між ненасиченими та насиченими вищими жирними кислотами, а відповідно, і якісними показниками продукції. За типових погодних умов відмічалось чітке збільшення співвідношення ненасичених до насичених вищих жирних кислот в олії. Це свідчить про позитивний вплив препаратів на якість олії. За посушливих умов вегетації в 2007 р. відбувалося зменшення співвідношення

Таблиця 5.7

**Вплив регуляторів росту на вміст вищих жирних кислот в олії соняшнику сорту Чумак
(% на суху речовину)**

Варіант дослідження / Назва жирної кислоти	2006 рік				2007 рік				2008 рік			
	Конт- роль	Хлормек- ватхлорид	Суміш препа- ратів	Третто- лем	Конт- роль	Хлормек- ватхлорид	Суміш препа- ратів	Третто- лем	Конт- роль	Хлормек- ватхлорид	Суміш препа- ратів	Третто- лем
Міристинова	0,04 ±0,002	*0,03 ±0,001	*0,02 ±0,001	*0,03 ±0,001	0,04 ±0,002	0,04 ±0,002	*0,03 ±0,001	*0,03 ±0,001	0,04 ±0,001	*0,03 ±0,001	*0,02 ±0,001	*0,03 ±0,001
Пальмітинова	5,19 ±0,219	5,15 ±0,181	4,97 ±0,150	5,45 ±0,220	5,92 ±0,288	6,18 ±0,313	5,94 ±0,204	5,78 ±0,200	5,41 ±0,234	5,34 ±0,212	5,18 ±0,228	5,63 ±0,237
Пальміто- олеїнова	0,06 ±0,003	*0,04 ±0,002	*0,04 ±0,002	*0,08 ±0,003	0,08 ±0,004	0,07 ±0,003	0,07 ±0,003	*0,06 ±0,003	0,08 ±0,003	*0,04 ±0,001	0,09 ±0,002	*0,04 ±0,002
Стеаринова	4,18 ±0,183	4,00 ±0,160	3,90 ±0,165	3,90 ±0,179	3,41 ±0,171	3,28 ±0,155	3,37 ±0,144	3,65 ±0,121	3,41 ±0,153	3,58 ±0,137	3,29 ±0,145	3,60 ±0,111
Олеїнова	18,56 ±0,531	16,64 ±0,363	16,93 ±0,397	*16,10 ±0,342	18,91 ±0,444	18,00 ±0,505	18,84 ±0,578	20,63 ±0,616	19,43 ±0,711	19,34 ±0,747	19,36 ±0,722	18,90 ±0,506
Лінолева	71,09 ±1,224	73,29 ±1,456	73,46 ±1,313	73,66 ±1,111	70,97 ±0,977	71,70 ±1,201	70,97 ±1,024	68,83 ±0,912	70,98 ±1,080	71,02 ±1,009	71,21 ±1,300	70,95 ±1,540
Ліноленова	0,01 ±0,001	*0,03 ±0,001	0,01 ±0,001	*0,02 ±0,001	0,02 ±0,001	*0,05 ±0,002	0,02 ±0,001	*0,04 ±0,002	0,03 ±0,001	0,03 ±0,001	0,03 ±0,001	*0,04 ±0,002
Арахінова	0,22 ±0,009	0,17 ±0,008	0,13 ±0,006	0,17 ±0,008	0,22 ±0,010	*0,11 ±0,005	0,20 ±0,009	0,26 ±0,011	0,07 ±0,003	*0,11 ±0,005	*0,12 ±0,006	*0,17 ±0,008
Гондоїнова	0,12 ±0,006	*0,06 ±0,002	*0,07 ±0,003	*0,06 ±0,003	0,02 ±0,001	0,06 ±0,002	0,02 ±0,001	0,09 ±0,003	0,16 ±0,008	*0,03 ±0,001	*0,07 ±0,003	*0,05 ±0,002
Бегенова	0,55 ±0,025	*0,59 ±0,027	*0,47 ±0,020	*0,52 ±0,019	0,40 ±0,018	0,49 ±0,024	*0,54 ±0,027	*0,63 ±0,031	0,39 ±0,033	0,49 ±0,024	*0,64 ±0,031	*0,60 ±0,030
Співвідношення ненасичені / насичені ВЖК	8,83	9,06	9,54	8,93	9,01	8,90	8,92	8,66	9,73	9,47	9,81	8,97

Примітки: 1. Дати обробки: 2006 рік – 25 червня; 2007 рік – 6 червня; 2008 рік – 22 червня. 2. * - різниця достовірна при P≤0,05.

між жирними кислотами, а в 2008 р., коли погодні умови в кінці вегетації були нетипово вологими, результати по варіантах дослідів були неоднозначними. Серед дослідних варіантів саме за дії суміші трептолему та хлормекватхлориду відмічалися найвищі значення даного показника, що свідчить про покращення якості олії, отриманої з насіння рослин, оброблених сумішшю регуляторів росту (табл. 5.7). Нами встановлено, що за типових погодних умов зростання вмісту ненасичених жирних кислот відбувалося за рахунок лінолевої кислоти. За нетипових умов вегетації різниця у вмісті цієї кислоти між варіантами дослідів нівелювалася.

Таким чином, застосування регуляторів росту за типових умов вегетації призводило до покращення якісного складу олії внаслідок збільшення вмісту ненасичених жирних кислот. Найбільш якісна олія, яка містила максимальний вміст лінолевої кислоти, отримана при застосуванні суміші досліджуваних регуляторів росту.

Важливим з точки зору токсиколого-гігієнічних норм є контроль вмісту залишкових кількостей препаратів у насінні соняшнику. Одержані нами дані свідчать, що вміст регуляторів росту не перевищував гранично допустимих концентрацій.

Дослідження залишкових кількостей препарату хлормекватхлориду відповідно з ДСанПіН 8.8.1.2.3.4.-000-2001 проводили методом тонкошарової хроматографії (метод дослідження згідно НТД – МУ № 1909-78) [106] в токсикологічній лабораторії Вінницької обласної санітарно-епідеміологічної станції. Встановлено, що залишкова кількість хлормекватхлориду в насінні соняшнику сорту Чумак не перевищує норми по НТД 0,10 мг/кг і становить нижче 0,05 мг/кг.

Дослідження залишкових кількостей препарату трептолему проводили методом високоефективної газорідинної хроматографії у Вінницькій обласній державній лабораторії ветеринарної медицини. Екстрагування дослідного матеріалу здійснювали згідно ГОСТу 13496.20-87. Встановлено, що залишкова кількість трептолему в насінні соняшнику сорту Чумак не

перевищує норми по ДСанПіН 8.8.1.2.3.4.-000-2001 для зернових 0,03 мг/кг і становить 0,0125 мг/кг.

Застосування хлормекватхлориду і трептолему у фазу 5-6 пар листків не призводило до їх нагромадження в насінні, а залишкові кількості не перевищували гранично допустимих концентрацій.

Оскільки використання суміші хлормекватхлориду і трептолему призводило до суттєвого зростання врожайності, а якість та вміст олії в насінні рослин були найвищими серед всіх варіантів дослідів, нами рекомендовано до впровадження комплексне застосування цих препаратів. Даний метод підвищення урожайності соняшнику захищено деклараційним патентом України [129].

В 2009 р. виробничу перевірку застосування суміші регуляторів росту здійснено на посівах соняшнику гібриду КВС Гелія 06 Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів НААН України (с. Агрономічне Вінницький район Вінницька область). Площа дослідних посівів становила 35 га. Встановлено, що при застосуванні суміші препаратів відбувалося зростання урожайності культури на 15,27%, а саме: з 27,11 ц/га у контролі до 31,25 ц/га в досліді. Отже, урожайність зростала на 4,14 ц/га. Додатковий чистий прибуток становив 1156,43 грн. на 1 гектар посівів, а собівартість 1 ц продукції при цьому знижувалася на 8,42 грн. та відбувалося зростання рентабельності на 32,28%.

В 2010 р. аналогічне впровадження результатів досліджень було проведено на виробничих посівах гібриду соняшнику ПР63А90 в ПОП «Рідний край» с. Тростянець Ямпільського району Вінницької області. Встановлено, що застосування суміші хлормекватхлориду і трептолему зумовлювало зростання урожайності культури на 22,12%, що становить 3,59 ц/га, з 16,23 ц/га у контролі до 19,82 ц/га в досліді. Додатковий чистий прибуток від застосування препаратів становив 1240,32 грн./га посівів, а собівартість 1 ц продукції при цьому знижувалася на 19,43 грн. та відбувалося зростання рентабельності на 42,61%.

ВИСНОВКИ

Наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання, що виявляється в з'ясуванні фізіолого-біохімічних особливостей формування продуктивності культури соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України залежно від дії регуляторів росту рослин хлормекватхлориду та трептолему. На підставі проведених експериментальних досліджень та отриманих результатів сформульовано наступні висновки:

Застосування регуляторів росту – хлормекватхлориду і трептолему та їх суміші на посівах соняшнику зумовлювало модифікацію характеру функціонування донорно-акцепторної системи, суттєві анатомо-морфологічні зміни вегетативних органів, перерозподіл потоків асимілятів у бік формування господарсько-цінних органів.

За дії хлормекватхлориду та його суміші з трептолемом відбувалося інгібування лінійного росту рослин з одночасним суттєвим потовщенням стебла та посиленням його механічної міцності за рахунок збільшення розмірів коленхіми і склеренхімних волокон та потовщення їх клітинних оболонок. Такі зміни сприяли посиленню механічної міцності стебла і зменшували вилягання, що створювало технологічні переваги при збиранні врожаю.

Кількість листків на рослині під впливом трептолему була більшою на початку фази цвітіння, а за дії хлормекватхлориду продовжувався термін активного функціонування листків. При застосуванні трептолему збільшення площі листової поверхні соняшнику досягалося за рахунок зростання кількості листків на рослині, а під впливом хлормекватхлориду – за рахунок збільшення площі листка.

Під впливом препаратів відбувалося потовщення листових пластинок за рахунок збільшення лінійних розмірів хлоренхіми та об'єму клітин стовпчастої паренхіми.

Зміни атрагувальної активності зон вегетативного росту за дії застосовуваних препаратів призводили до перерозподілу різних форм вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин. Потік цих речовин спрямовувався в бік кошиків та насіння – органів з високою атрагувальною активністю.

Використання регуляторів росту призводило до збільшення вмісту олії в насінні. У типових умовах вегетації якісні характеристики олії з насіння рослин, оброблених хлормекватхлоридом та його сумішшю із трептоломом, поліпшувалися. Про це свідчить зростання йодного числа, числа омилення та вмісту гліцерину. Кислотне число при застосуванні регуляторів росту зростало, але при цьому не перевищувало гранично допустимих концентрацій, встановлених для харчових олій.

Застосування регуляторів росту за типових умов вегетації призводило до покращення якісного складу олії внаслідок підвищення вмісту ненасичених жирних кислот за рахунок лінолевої кислоти, про що свідчать хроматографічний аналіз і збільшення йодного числа в цих варіантах дослідів. Найбільш ефективним стосовно покращення якісних характеристик соняшникової олії було комплексне застосування хлормекватхлориду і трептолему.

Розроблені регламенти застосування регуляторів росту на соняшнику відповідають сучасним токсиколого-гігієнічним вимогам. Залишкові кількості препарату хлормекватхлориду в насінні становлять менше 0,05 мг/кг при допустимій нормі 0,10 мг/кг, а трептолему – 0,013 мг/кг при допустимій нормі 0,030 мг/кг.

Обробка соняшнику хлормекватхлоридом, трептоломом та їх сумішшю призводила до зростання діаметра кошика, кількості та маси сім'янок у ньому. Урожайність за дії регуляторів росту збільшувалася в середньому на 11-16%.

Впровадження результатів досліджень по застосуванню суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на виробничих посівах соняшнику свідчить, що в середньому урожайність зростала на 18,7%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аладина О. Н. Роль внекорневых обработок физиологически активными веществами в зеленом черенковании садовых растений / О. Н. Аладина, С. В. Акимова, Н. П. Карсункина // Известия ТСХА. – 2006. – Вып. 3. – С. 46-55.
2. Андрюхов В. Г. Подсолнечник / В. Г. Андрюхов, Н. Н. Иванов, А. И. Туровский. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 68 с.
3. Анішин Л. А. Біостимулятори для соняшнику / Л. А. Анішин, С. П. Пономаренко // Захист рослин. – 1997. – квітень. – С. 14-15.
4. Антонова Г. И. Влияние различных сроков обработки регуляторами роста на развитие и продуктивность растений картофеля / Г. И. Антонова, Л. Н. Трофимец // Регуляция роста и развития картофеля : докл. Всесоюз. совещ., дек. 1988 г. / отв. ред. М. Х. Чайлахян, А. Т. Мокроносков. – М. : Наука, 1990. – С. 74-77.
5. Аспекты применения фитогормонов в повышении урожайности и размножении плодовых культур / А. С. Фелалиев, И. Т. Исмоилов, Н. Ш. Дустов [и др.] // Физиология растений – наука 3-го тысячелетия : 4-й съезд О-ва физиологов растений России, 4-9 окт. 1999 г. : тезисы докл. междунар. конф. – Т. 2. – М., 1999. – С. 721.
6. Баскаков Ю. А. Регуляторы роста растений / Ю. А. Баскаков, А. А. Шаповалов. – М. : Знание, 1982. – 64 с.
7. Безлер Н. В. Эффективность применения регулятора роста бензихола на яровом ячмене / Н. В. Безлер, Н. В. Панина, Р. Г. Гафуров // Агрехимия. – 2006. – № 5. – С. 49-55.
8. Белоногов Д. Е. Влияние гиббереллина и 6-бензиламинопурина на урожай семян и сухой массы клевера лугового / Д. Е. Белоногов, Т. А. Калининская, Т. В. Лихолат // Физиология растений. – 1983. – Т. 30, вып. 4. – С. 724-730.
9. Биляновская Т. М. Восприимчивость различных сортов озимой пшеницы к предпосевной обработке семян синтетическим препаратом триман / Т. М. Биляновская // Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / под ред. В. П. Кухаря. – К. : Наукова думка, 1995. – С. 139-145.
10. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Питуляк Р. М. та ін.; за ред. В. П. Карпенка. – Умань : Видавець «Сочінський», 2012. – 357 с.
11. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтьук І. Б. – К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. – 352 с.
12. Блиновский И. К. Пути повышения эффективности и экологической безопасности применения ретардантов в плодоводстве / И. К. Блиновский, Г. Л. Сорокина, Д. В. Калашников. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1991. – 56, [1] с. – (Сер. „Пр-во, хранение и

- перераб. плодовоовощной продукции и картофеля” / ВАСХНИЛ, ВНИИ информ. и техн.-экон. исслед. агропром. комплекса).
13. Блиновский И. К. Разработка синергических смесей ретардантов на основе изучения механизма их действия / И. К. Блиновский, Д. В. Калашников, А. В. Кокурин // Регуляторы роста растений / под ред. акад. В. С. Швелухи. – М. : Агрпромиздат, 1990. – С. 36-45.
 14. Бобрышев Ф. И. Регуляторы роста в растениеводстве / Ф. И. Бобрышев. – Ставрополь : Ставропольское книжное издание, 1980. – 71 с.
 15. Бодров В. П. Влияние гетероауксина и гиббереллина на физиологические процессы и урожай подсолнечника / В. П. Бодров // Сб. науч. работ. Т. X / отв. ред. Н. И. Иванов. – Воронеж, 1973. – С. 96-102.
 16. Бодров В. П. Роль листьев в процессе роста и развития подсолнечника : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.12 / В. П. Бодров. – М., 1984. – 27 с.
 17. Бокарев К. С. Новый стимулятор роста растений / К. С. Бокарев, Л. В. Молчанов // Физиология растений. – 1981. – Т. 28, вып. 3. – С. 663-665.
 18. Брокерхоф Х. Липолитические ферменты / Х. Брокерхоф, Р. Дженсен ; пер. с англ. Т. П. Левчук и др. ; под ред. А. Е. Браунштейна и Е. В. Горяченковой. – М. : Мир, 1978. – 396 с.
 19. Бутенко Р. Г. Индукция морфогенеза в культуре тканей растений / Р. Г. Бутенко // Гормональная регуляция онтогенеза растений. – М. : Наука, 1984. – С.42-54.
 20. Ваганов А. П. Роль препарата ТУР и микроэлементов в регулировании водного режима у растений томатов / А. П. Ваганов, Н. И. Кулик // Регуляция водного обмена растений : VII Всесоюз. симпоз., 8-11 сент. 1981 г. : материалы симпоз. / отв. ред. И. Г. Шматько. – К. : Наукова думка, 1984. – С. 58-60.
 21. Васильев Д. С. Подсолнечник / Д. С. Васильев. – [2-е изд., перераб. и доп.] – М. : Агрпромиздат, 1990. – 173 с.
 22. Влияние 2,3-дихлоризобутирата натрия на водный режим растений / Г. С. Эрдели, Г. Н. Хожайнова, А. А. Иванов [и др.] // Физиология и биохимия культ. растений. – 1989. – Т. 21, № 1. – С. 75-80.
 23. Влияние обработки кинетином на продуктивность и некоторые физиологические показатели пшеницы при различных условиях облученности / Т. В. Лихолат, Н. Т. Ниловская, А. В. Помелов, Э. В. Морозова // Физиология растений. – 1984. – Т. 31, вып. 1. – С. 20-26.
 24. Влияние полистимулина А-6 на водные режимы и продуктивность озимой пшеницы в условиях орошения / И. А. Григорюк, И. Т. Шматько, В. П. Кириченко [и др.] // Физиология и биохимия культ. растений. – 1996. – Т. 28, № 5-6. – С. 343-348.
 25. Влияние ретарданта пикса и дефолианта дронпа на биосинтез белков в листьях и волокне хлопчатника / А. А. Ахунов, А. А. Умаров, Ф. А. Ибрагимов [и др.] // Агрхимия. – 2005. – № 9. – С. 43-50.

26. Влияние хлорхолинхлорида на интенсивность фотосинтеза, урожай и сахаристость сахарной свеклы / Х. Н. Починок, А. С. Оканенко, К. Н. Голик, В. И. Погольская // Физиология и биохимия культ. растений. – 1976. – Т. 8, вып. 3 – С. 273-279.
27. Влияние цитокинина на рост растений и содержание хлорофилла в листьях в условиях загрязнения среды / В. П. Бессонова, И. И. Лыженко, О. Ф. Михайлов, О. Н. Кулаева // Физиология растений. – 1984. – Т. 31, вып. 6. – С. 1149-1153.
28. Влияние этрела и гиббереллина на рост и характер цветения растений огурца / Р. Я. Варна, В. Р. Эглите, Х. А. Маурина, И. В. Вербовская // Регуляция роста и питание растений. – Вильнюс : „Мокслас“, 1980. – С. 139-147.
29. Вольф В. Г. Соляшник / В. Г. Вольф. – [2-е перероб. і доп. вид.]. – К. : Урожай, 1972. – 228 с.
30. Вплив N-оксидів піридину (івіну і триману) та кінетину на азотний метаболізм пшениці / А. В. Колісник, М. В. Драга, С. А. Шумік, М. М. Мусієнко // Физиология и биохимия культ. растений. – 2000. – Т. 32, № 5. – С. 394-400.
31. Вплив вуглеамонійних солей та біологічно активної речовини Триман-1 на врожайні та якісні властивості соляшнику / Н. Ф. Щербань, С. В. Щербань, О. М. Рябота [та ін.] // Науково-технічний бюлетень Ін-ту олійних культур УААН : зб. наук. праць / гол. ред. А. В. Чехов. – Запоріжжя, 2001. – Вип. 6. – С. 103-110.
32. Выделение и характеристика гомолога гена липазы из *Brassica napus* / Х. Лен, К. Цзо, Ц. Чжао [и др.] // Физиология растений. – 2006. – Т. 53, № 3. – С. 410-417.
33. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, М. Н. Хандобина. – М. : Высш. школа, 1975. – 392 с.
34. Гаврилова В. А. Генетика культурных растений. Подсолнечник / В. А. Гаврилова, И. Н. Анисимова. – СПб. : ВИР, 2003. – 209 с.
35. Галамба В. В. Вплив препарату ТУР на вміст NPK в рослинах картоплі, врожайність та якість бульб / В. В. Галамба // Картоплярство. – К. : Урожай. – 1985. – Вип. 16. – С. 48-49.
36. Гануш Г. И. Методические указания по определению экономической эффективности применения регуляторов роста овощных растений / Г. И. Гануш, П. С. Жукова // Овощеводство : сб. науч. трудов. – Минск, 1996. – Вып. 9. – С. 17-21.
37. Головацкая И. Ф. Взаимодействие гибберелловой кислоты и 24-эпибрассинолида в регуляции скотоморфогенеза проростков *Arabidopsis thaliana* / И. Ф. Головацкая // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 5. – С. 738-745.
38. Голунова Л. А. Анатомо-морфологічні особливості рослин сої за комплексної дії bradyrhizobium japonicum і ретардантів / Л. А. Голунова, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського

- державного педагогічного університету. Серія: біологія. – 2012.– №3 (52).– С.66-71.
- 39.Голунова Л. А. Дія хлормекватхлориду на продуктивність та якість насіння *Glycine max* L. / Л. А. Голунова // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія : Біологія. – 2015. – №1. (62) – С. 68-72.
- 40.Грабак Н. Х. Вплив біостимуляторів росту на продуктивність гібридів соянишки в умовах південного Степу України / Н. Х. Грабак, А. В. Дудник // Вісник аграрної науки Причорномор'я / гол. ред. В. С. Шебанін. – Миколаїв : Миколаївський держ. аграр. ун-т, 2003. – Вип. 2 (22). – С. 165-169.
- 41.Гринберг И. П. Влияние этилена, гидрела и ГМК на химический состав листьев табака / И. П. Гринберг, Р. А. Осипова // Физиология и биохимия культ. растений. – 1988. – Т. 20, № 5. – С. 488-493.
- 42.Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский – [2-е изд., испр. и дополн.]. – К. : Наукова думка, 1973. – 592 с.
- 43.Груздев Л. Г. Изменения в азотном обмене пшеницы под действием 2,4-Д и хлорхолинхлорида / Л. Г. Груздев // Физиология растений. – 1979. – Т. 26, вып. 1. – С. 153-160.
- 44.Ґрунти Вінницької області / відповідал. ред. С. О. Скорина. – Одеса : Маяк, 1969. – 64 с.
- 45.Груодене Я. Изучение действия β-индолилуксусной кислоты на обмен азотистых веществ у растений / Я. Груодене // Регуляция роста и питание растений : материалы симпозиума „Итоги исследований по физиологии и биохимии растений за 1966-1970 гг.” / отв. ред. В. М. Терентьев. – Минск : Наука и техника, 1972. – С. 31-36.
- 46.Гудвин Т. Введение в биохимию растений : в 2 т. / Т. Гудвин, Э. Мерсер ; пер. с англ. А. О. Ганаго и др. ; под ред. В. Л. Кретовича. – М. : Мир, 1986. – Т. 2. – 1986. – 312 с.
- 47.Гуляев Б. І. Вплив хлормекватхлориду та естрону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б. І. Гуляев, А. Б. Карлова, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39, № 5. – С. 401-408.
- 48.Гуревич А. С. Влияние обработки экзогенными фитогормонами на фотосинтетический аппарат картофеля в связи с применением меди / А. С. Гуревич // Рост растений и его гормональная регуляция : межвуз. сб. науч. тр. – М. : МОПИ им. Н. К. Крупской, 1989. – С. 26-32.
- 49.Деева В. П. Влияние хлорхолинхлорида на рост и строение листьев растений картофеля / В. П. Деева // Изв. АН БССР. Сер. биол. наук. – 1978. – № 3. – С. 9-13.
- 50.Деева В. П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения. Физиологические основы / В. П. Деева, З. И. Шелег, Н. В. Санько. – Мн. : Наука и техника, 1988. – 255 с.

51. Деева В. П. Ретарданты – регуляторы роста растений / В. П. Деева ; ред. Ю. В. Ракитин. – Мн. : Наука и техника, 1980. – 176 с.
52. Действие полистимулина К на структуру и водообмен листьев озимой пшеницы и картофеля при засухе / И. А. Григорюк, И. Г. Шматько, В. Д. Мануильский, О. А. Загордонец // Физиология и биохимия культур растений. – 1990. – Т. 22, № 6. – С. 573-577.
53. Денисик Г. І. Природничка географія Поділля / Г. І. Денисик. – Вінниця : ЕкоБізнесЦентр, 1998. – 183 с.
54. Джаманкулов М. М. Стимуляторы высокого урожая / М. М. Джаманкулов. – Фрунзе : „Кыргызстан”, 1973. – 52 с.
55. Долгих А. Н. Влияние ретардантов на урожайность соломки и семян льна-долгунца / А. Н. Долгих, В. С. Петренко, В. И. Шутенко // Физиологически активные вещества. – 1991. – Вып. 23. – С. 94-96.
56. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами стат. обраб. результатов исслед.) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с. – (Учеб. и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
57. Дудник А. В. Формування продуктивності сортів та гібридів соняшнику на різних агротехнічних фонах з використанням біостимуляторів росту в умовах південного Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 „Рослинництво” / А. В. Дудник. – Херсон, 2006. – 16 с.
58. Думанчук Н. Я. Ріст і врожайність моркви і пастернака за дії регуляторів росту віну та емістиму С : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 „Фізіологія рослин” / Н. Я. Думанчук. – Львів, 2004. – 20 с.
59. Елементи регуляції в рослинництві : зб. наук. пр. / під ред. В. П. Кухаря. – К. : Компас, 1998. – 358 с.
60. Ємел'яненко Л. В. Застосування регулятора росту рослин Емістиму С на стевії у відкритому ґрунті / Л. В. Ємел'яненко // Научные труды Крымского гос. агротехнологического ун-та. Сельскохозяйственные науки. – Симферополь, 2005. – Вып. 89. – С. 193-196.
61. Жаркова Г. Г. Соняшник в Україні / Г. Г. Жаркова, С. В. Васьківська // Насінництво. – 2004. – № 12. – С. 2-10.
62. Жданова Л. П. Влияние гидразида малеиновой кислоты на накопление запасных веществ в семенах / Л. П. Жданова, М. И. Русова // Физиология растений. – 1979. – Т. 26, № 2. – С. 428-435.
63. Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT) : ДСТУ ISO 5508-2001. – [Чинний від 2003-01-01]. – К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – IV, 9 с. – (Національний стандарт України).
64. Жосан Сильвия. Физиологические особенности применения регуляторов роста стероидной природы на растениях озимого ячменя :

- дис. ... доктора биол. наук : 03.00.12 „Физиология растений” / Жосан Сильвия. – Кишинев, 2009. – 122 с.
65. Жук О. І. Модифікація ростової реакції озимої пшениці екзогенними ауксинами за високотемпературного стресу / О. І. Жук, Л. В. Роїк, І. П. Григорюк // Физиология и биохимия культ. растений. – 2003. – Т. 35, № 3. – С. 200-204.
66. Застосування фумару – регулятора росту рослин – у зерновому виробництві України / А. Л. Грінченко, М. І. Чута, О. В. Просяник [та ін.] // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 9. – С. 13-17.
67. Землянская Н. Р. Исследования некоторых свойств щелочных липаз в растворимом и иммобилизованном состояниях : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. хим. наук : спец. 02.00.10 „Биоорганическая химия, химия природных и физиологически активных веществ” / Н. Р. Землянская. – М., 1979. – 19 с.
68. Иванова А. Н. Оценка эффективности регуляторов роста в борьбе с филлоксерой на фоне применения сероуглеродной эмульсии / А. Н. Иванова, Т. З. Ивахненко // Применение удобрений, микроэлементов и регуляторов роста в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. / отв. ред. А. А. Гаврилов. – Ставрополь, 1987. – С. 48-51.
69. Ивевбор Л. У. Влияние новых росторегуляторов растений на продукционный процесс агроценоза сои : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 „Растениеводство” / Лоуренс Уче Ивевбор. – Краснодар, 2007. – 22 с.
70. Ивевбор Л. У. Влияние регуляторов роста на формирование ассимиляционного аппарата сои / Л. У. Ивевбор // Наука Кубани. – 2006. – № 4. – С. 18-22.
71. Изменение содержания фитогормонов в проростках ячменя разного возраста при внесении регуляторов, ингибирующих рост / И. В. Скоробогатова, Е. В. Захарова, Н. П. Карсункин [и др.] // Агрохимия. – 1999. – № 9. – С. 57-59.
72. Икрина М. А. Регуляторы роста и развития растений : в 2 т. / М. А. Икрина, А. М. Колбин. – М. : Химия, 2005. – Т. 2 : Альгициды. Антидоты. Антистрессовые препараты. Влияние на репродуктивные органы растений. Дефолианты. Ингибиторы роста и развития растений. Ретарданты. – 2005. – 472 с.
73. Іванюк Т. В. Рістрегулюючі та фунгібактерицидні властивості іфонію та іфонілію як перспективних етиленпродуцентів у технології вирощування озимої пшениці / Т. В. Іванюк // Физиология и биохимия культ. растений. – 1998. – Т. 30, № 6. – С. 450-456.
74. Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є. О. Казаков. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
75. Калинин Ф. Л. Биологически активные вещества в растениеводстве / Ф. Л. Калинин. – К. : Наукова думка, 1984. – 320 с.
76. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві / Ф. Л. Калінін. – К. : Урожай, 1989. – 168 с.

- 77.Калініна Н. О. Адаптація кукурудзи до умов хлоридного засолення на ранніх етапах онтогенезу: вплив регуляторів росту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 „Фізіологія рослин” / Н. О. Калініна. – К., 2005. – 20 с.
- 78.Капля А. В. Изменение ростовых процессов и морозостойкости плодовых растений под действием хлорхлоридов / А. В. Капля, Т. А. Мороз, А. И. Тернавский // Устойчивость растений к неблагоприятным температурным условиям среды / отв. ред. О. И. Колоша. – К. : Наукова думка, 1976. – С. 31-44.
- 79.Карецкая Л. М. Изучение действия этиленпродуцирующих ретардантов на ячмень сорта Носовский 9 / Л. М. Карецкая, Н. Т. Ниловская, Э. В. Морозова // Рукопись деп. во ВНИИТЭИагропром. – М., 1990. – 9 с.
- 80.Карпов Е. А. Поступления ассимилятов в семенах сои в процессе формирования плодов и действия ростовых веществ / Е. А. Карпов, О. Л. Белозерова // Физиология растений. – 1988. – Т. 35, вып. 6. – С. 1108-1114.
- 81.Кефели В. И. Общие проблемы регуляции онтогенеза / В. И. Кефели, П. В. Власов, Л. Д. Прусакова // Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений ; под ред. Н. И. Якушкиной. – М., 1990. – С. 6-40.
- 82.Кефели В. И. Рост растений / В. И. Кефели ; под ред. М. Х. Чайлахяна. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Колос, 1984. – 175 с. – (ФПК. Фак. повышения квалификации. Учеб. пособие для фак. повышения квалификации руководящих кадров колхозов и совхозов и специалистов сел. хоз-ва).
- 83.Киризий Д. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Киризий Д. А. – К. : Логос, 2004. – 192 с.
- 84.Клюка В. И. Действие хлорхлоридов на подсолнечник при выращивании его для целей селекции в условиях искусственного климата / В. И. Клюка, Т. Е. Гусева // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т. XVI. – № 1. – С. 148-149.
- 85.Князюк О. В. Вплив хлормекватхлориду на морфогенез і продукційний процес кукурудзи / О. В. Князюк // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету : Збірник наукових праць. – Біла Церква. – 2006. Вип. 35. – С. 66-70.
- 86.Кретович В. Л. Биохимия растений : учеб. [для биол. спец. ун-тов] / В. Л. Кретович. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 1986. – 502, [1] с.
- 87.Кузьменко В. А. Химические средства управления клубнеобразованием у раннего картофеля / В. А. Кузьменко // Оперативные информационные материалы (физиология и биохимия роста и развития растений, физиология и биохимия регуляторов роста) / отв. ред. Р. К. Салаяев. – Иркутск : АН СССР, 1977. – С. 42-43.
- 88.Кур’ята В. Г. Вплив стимуляторів росту та ретардантів на утилізацію резервної олії проростками соняшнику / В. Г. Кур’ята, І. В. Попрощька,

- T. I. Pogach // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. – 2017. – 8(3). – С. 317–322. doi: 10.15421/021750.
89. Кур'ята В. Г. Морфологічні зміни в рослин *Helianthus annuus* під впливом хлормекватхлориду / Кур'ята В. Г., Рогач Т. І. // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. праць. Біологічні науки. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – № 2. – С. 151-155.
90. Кур'ята В. Г. Особливості анатомічної будови і функціонування листкового апарату та продуктивність рослин льону олійного за дії хлормекватхлориду / Кур'ята В. Г., Ходаніцька О. О. // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – 8(1). – С. 918-926. doi: 10.15421/2018_294.
91. Кур'ята В. Г. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру / В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // *Физиология растений и генетика*. – 2015. – Т. 47, № 4. – С. 313–320.
92. Кур'ята В. Г. Структурно-функціональна організація листка цукрового буряка за дії ретардантів / В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук, Д. А. Кірізій, Б. І. Гуляев // *Физиология и биохимия культурных растений*. – 2002. – Т. 34, №1. – С. 11-16.
93. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.12 / Кур'ята Володимир Григорович. – К., 1999. – 318 с.
94. Курушина Н. Ф. Этилен и белковый обмен: подходы к исследованию рострегулирующего действия / Н. Ф. Курушина // *Физиология и биохимия культ. растений*. – 1989. – Т. 21, № 3. – С. 218-226.
95. Кур'ята В. Г. Действие ретардантов на мезоструктуру листьев малины / В. Г. Кур'ята // *Физиология и биохимия культ. растений*. – 1998. – Т. 30, № 2. – С. 144-149.
96. Ловетт Дж. В. Морфологические и анатомические изменения, вызываемые в подсолнечнике хлормекватом, и их возможное значение / Дж. В. Ловетт, П. У. Орчард // VII междунар. конф. по подсолнечнику : материалы конф. – М. : Колос, 1978. – С. 396-399.
97. Лукаткин А. С. Влияние препарата цитодеф на рост и холодоустойчивость теплолюбивых растений / А. С. Лукаткин, О. В. Овчинникова // *Агрехимия*. – 2009. – № 12. – С. 32-38.
98. Мамчур О. В. Фізіолого-біохімічні особливості формування продуктивності кукурудзи за впливу регуляторів росту рослин / О. В. Мамчур // *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. – 2013. – Т. 15, № 1 (55). – Ч. 2. – С. 152-160.
99. Марданов А. А. Влияние цитокининов на рост побегов и корней азотдефицитных растений / А. А. Марданов // *Физиология растений*. – 1985. – Т. 32, вып. 6. – С. 1120-1126.
100. Матевосян Г. Л. Новый физиологический подход к фитотермофизиологическому применению регуляторов роста растений / Г. Л. Матевосян // *Резервы повышения урожайности овощных культур* :

- сб. науч. тр. / [редкол. : А. Д. Бурмистров (гл. ред.) и др.]. – Л., 1989. – С. 4-9.
101. Матевосян Г. Л. Применение регуляторов роста и гербицидов при выращивании картофеля / Г. Л. Матевосян, А. А. Кудашов, А. В. Грязина // Защита растений от вредителей, болезней и сорняков : сб. науч. трудов / С.-Петербург. гос. аграр. ун-т. – СПб, 2000. – С. 3-17.
 102. Мауриня Х. А. Применение гиббереллина для стимуляции роста и других физиологических процессов у кукурузы / Х. А. Мауриня, М. А. Дрике // Химическая регуляция роста и развития растений / отв. ред. А. М. Озол. – Рига : „Зинатне”, 1969. – С. 29-41.
 103. Мельник А. В. Вплив якості насіння соняшнику на його продуктивність в умовах Північно-східного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 „Рослинництво” / А. В. Мельник. – К., 1998. – 17 с.
 104. Мельников Н. Н. Пестициды и регуляторы роста растений : справочник / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М. : Химия, 1995. – 574, [1] с.
 105. Меронченко В. О. Вплив ретардантів на вміст індоліл-3-оцтової кислоти в пагонах яблуні / В. О. Меронченко, Н. П. Веденічева, Л. І. Мусатенко // Український ботанічний журнал. – 1999. – Т. 56, № 6. – С. 635-638.
 106. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР. – М. : Б. и., Б. г. Ч. 10. – 1980. – С. 141-153.
 107. Методы биохимического исследования растений / [А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – [3-е изд., перераб., доп.]. – Л. : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
 108. Микулович Т. П. О влиянии цитокинина, фузикокцина и калия на накопление хлорофилла и каротиноидов в изолированных семядолях тыквы / Т. П. Микулович, И. М. Кукина // Физиология растений. – 1985. – Т. 32, вып. 1. – С. 143-152.
 109. Милащенко Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
 110. Мильовене Л. Эффект соединения 17-DMC на уровень фитогормонов и рост рапса *Brassica napus* / Л. Мильовене, Л. Новицкене, В. Гавелене // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 5. – С. 733-737.
 111. Михалків Л. М. Азотофіксувальна активність і продуктивність люцерни за різного водозабезпечення та дії регуляторів росту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 „Фізіологія рослин” / Л. М. Михалків. – К., 2002. – 20 с.
 112. Мінливість вмісту ненасичених жирних кислот і ефективність селекційного відбору високоолеїнових біотипів соняшнику / В. В.

- Кириченко, В. І. Сивенко, П. Л. Літун [та ін.] // Селекція і насінництво : міжвідомчий тематичний наук. зб. – Харків : Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2000. – Вип. 84. – С. 77-83.
113. Можарова И. П. Роль регуляторов роста растений при выращивании картофеля / Можарова И. П. // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : IV междунар. науч. конф., 26-28 октября 2005 г. : материалы конф. – Минск, 2005. – С. 153.
114. Моргун В. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / В. В. Моргун, В. К. Яворська, І. В. Драгозов // Физиология и биохимия культ. растений. – 2002. – Т. 34, № 5. – С. 371-375.
115. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // Аграрная наука. – 1993. – № 3. – С. 21-24.
116. Нгасси Д. Э. Химический состав растений арахиса при различных способах применения ростовых веществ / Д. Э. Нгасси // Труды / Кубан. гос. аграр. ун-т. – 1995. – № 345. – С. 136-141.
117. Негруцкий С. Ф. Липидный обмен растений : [учеб. пособие] / С. Ф. Негруцкий. – Донецк : Донецкий ун-т, 1976. – 96 с.
118. Нечитайло В. А. Ботаніка. Вищі рослини / В. А. Нечитайло, Л. Ф. Кучерява. – К. : Фітосоціоцентр. – 2000. – 432 с.
119. Никелл Л. Дж. Регуляторы роста растений: применение в сельском хозяйстве / Л. Дж. Никелл ; перевод с англ. В. Г. Кочанкова ; под ред. и с предисловием В. И. Кефели. – М. : Колос, 1984. – 192 с.
120. Ніколайчук В. І. Вивчення регулюючої рiст та розвиток рослин дії етиленпродуцента ретпролу / В. І. Ніколайчук, Л. В. Гейник, І. Ю. Горбатенко // Физиология и биохимия культ. растений. – 1999. – Т. 31, № 4. – С. 281-284.
121. Новиков И. С. Гибберсиб-У – биостимулятор плодообразования растений / И. С. Новиков // Защита и карантин растений. – 1997. – № 1. – С. 41-42.
122. Нові сорти – нові можливості // Насінництво. – 2004. – № 4. – С. 9-21.
123. Оргильянова Л. В. Об ауксиновой активности метил-феноксисукусных (крезоксисукусных) кислот / Л. В. Оргильянова, К. З. Гамбург, М. В. Дьяков // Оперативные информационные материалы (физиология и биохимия роста и развития растений, физиология и биохимия регуляторов роста) / отв. ред. Р. К. Салаяев. – Иркутск : АН СССР, 1977. – С. 40-42.
124. Орчард П. У. Хлормекват – вещество, позволяющее растениям подсолнечника преодолеть засуху / П. У. Орчард, Дж. В. Ловетт // VII междунар. конф. по подсолнечнику : материалы конф. – М. : Колос, 1978. – С. 399-403.
125. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев, Д. И. Чкаников, О. Н. Кулаева, К. З. Гамбург. – М. : Агропромиздат, 1987. – 382, [1] с.

126. Павлов В. С. Стимуляция семян и растений кукурузы производными бензимидазола и янтарной кислотой / В. С. Павлов // Стимуляция растений. Т. 90. / отв. ред. В. В. Суворов. – Ленинград, 1963. – Вып. III. – С. 27-36.
127. Павлова В. В. Действие триазоловых соединений на содержание абсцизовой кислоты у растений ячменя / В. В. Павлова, С. И. Чижова, Л. Д. Прусакова // Регуляторы роста и развития растений : III междунар. конф., 27-29 июня 1995 г. : тезисы докл. – М., 1995. – С. 72.
128. Панин Г. И. Влияние гиббереллина и гетероауксина на прорастание семян и физиологические процессы некоторых овощных культур / Г. И. Панин, С. В. Фивейская // Рост растений. Пути регуляции : межвуз. сб. науч. тр. – М. : МОПИ им. Н. К. Крупской, 1991. – С. 71-75.
129. Пат. 65748 Україна, МПК (2011.01) A01C 21/00. Спосіб підвищення насінневої продуктивності соняшнику / Ткачов В. І., Старостишин В. М., Гуляев Б. І., Кур'ята В. Г., Рогач В. В., Рогач Т. І., Корнійчук О. В. ; Ін-т фізіол. рослин і генет. НАН України. – у 2011 07304 ; Заявл. 09.06.2011 ; Опубл. 12.12.2011, Бюл. №23.
130. Пат. 2099948 Россия, МКИ⁶ A01N 63/04 A01G 7/00. Способ стимулирования роста и развития масличных культур / Кирилов Е. И., Макаров В. И., Митрофанов Н. Г., Самсонов Ю. Н., Чекуров В. М. ; Ин-т цитол. и ген. СО РАН, Ин-т хим. кинет. и горения СО РАН. – № 95108106/13 ; Заявл. 18.05.95 ; Опубл. 27.12.97, Бюл. № 36.
131. Пат. 2298325 Россия, МПК⁷ A01N 43/90, A01P 21/00. Способ повышения урожайности подсолнечника / Стрелков В. Д., Дядюченко Л. В., Исакова Л. И., Шкварский В. А., Квасенков О. И. ; ВНИИ биол. защиты раст. – № 2005103587/04 ; Заявл. 14.02.2005 ; Опубл. 10.05.2007.
132. Переpravо Н. И. Влияние регуляторов роста растений на семенную продуктивность клевера лугового / Н. И. Переpravо, В. И. Антонов // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – Т. 22, № 11. – С. 48-49.
133. Персикова Т. Ф. Продуктивность люпина узколистого в условиях Беларуси / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, А. В. Какшинцев. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 179 с.
134. Пестициди і агрохімікати України : практичний довідник для фахівців сільського господарства. – Дніпропетровськ : Арт-Прес, 2006. – 319 с.
135. Пихтярев Р. В. Влияние способов применения микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность подсолнечника / Р. В. Пихтярев, А. А. Дряхлов // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур : IV междунар. конф. молодых ученых и специалистов, посвященной 95-летию со дня основания ВНИИМК, 27-29 марта 2007 г. : сб. материалов. – Краснодар, 2007. – С. 210-211.
136. Повышение морозоустойчивости озимой пшеницы под влиянием физиологически активного вещества полистимулина К / М. А.

- Бочарова, Н. В. Астахова, Т. И. Трунова, А. П. Ширшиков // Физиология устойчивости растений и регуляторы роста : межвуз. сб. науч. тр. – Саранск : Мордовский ун-т, 1987. – С. 17-20.
137. Подсолнечник / под общ. ред. В. С. Пустовойта. – М. : Колос, 1975. – 590 с.
138. Поливаний С. В. Фізіологічні основи застосування модифікаторів гормонального комплексу для регуляції продукційного процесу маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята. – Вінниця : ТВОРИ, 2016. – 145 с.
139. Полякова Р. Б. Исследования влияния 2,4-Д и других физиологически активных веществ на растения : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук / Р. Б. Полякова. – Уфа, 1966. – 22 с.
140. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений – важный фактор повышения продуктивности сельскохозяйственного производства / С. П. Пономаренко, Ю. Я. Боровиков, Г. С. Боровикова // Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / под ред. В. П. Кухаря. – К. : Наукова думка, 1995. – С. – 114-125.
141. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений на основе N-оксидов производных пиридина: (физико-химические свойства и биологическая активность) / С. П. Пономаренко. – К. : Техника, 1999. – 270 с.
142. Попроцька І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у рослин в системі «депо асимілятів – ріст» у процесі проростання / І. В. Попроцька. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 122 с.
143. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Починок Х. Н. – К. : Наук. думка, 1976. – 334 с.
144. Применение гербицидов и стимуляторов роста растений / под ред. И. Д. Юркевича. – Минск : АН БССР, 1961. – 312 с.
145. Применение микроудобрений и регуляторов роста растений при возделывании подсолнечника и льна масличного / Н. М. Тишков, А. С. Бушнев, И. И. Шуляк, В. И. Ветер // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – Вып. 124. – Краснодар : ВНИИМК, 2001. – С. 139-142.
146. Применение регуляторов роста в растениеводстве : справочник / отв. ред. Л. А. Салей. – Кишинев : „Штиинца”, 1981. – 160 с.
147. Применение регуляторов роста растений в сельскохозяйственном производстве : сб. науч. тр. / [редкол. : Л. М. Державин]. – М. : ЦИНАО, 1985. – 119 с.
148. Прусакова Л. Д. Применение производных триазола в растениеводстве / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агрохимия. – 1998. – № 10. – С. 37-44.
149. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова, В. Г. Головатый. – 1989. – С. 27-33.

150. Прусакова Л. Д. Синтетические регуляторы онтогенеза растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. Физиология растений. – 1990. – Т. 7. – С. 84-124.
151. Рахматуллина С. Р. Участие дыхательных путей в регуляции антиоксидантных систем у растений пшеницы : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.12 „Физиология и биохимия растений” / С. Р. Рахматуллина. – Уфа, 2007. – 22 с.
152. Регулятори росту рослин у землеробстві : зб. наук. праць / за ред. А. О. Шевченка. – К. : Міністерство АПК, 1998. – 144 с.
153. Регуляторы роста и развития растений : II Всесоюз. конф., 25-27 мая 1988 г. : материалы конф. / [отв. ред. Л. И. Мусатенко, В. И. Кефели]. – К. : Наукова думка, 1989. – 325 с.
154. Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях : шестая междунар. конф., 26-28 июня 2001 г. : тезисы докл. / В.С. Шевелуха (ред.). – М. : Изд-во МСХА, 2001. – 296 с.
155. Регуляторы роста растений / [К. З. Гамбург, О. Н. Кулаева, Г. С. Муромцев и др.] ; под ред. Г. С. Муромцева. – М. : Колос, 1979. – 246 с.
156. Регуляторы роста растений / отв. ред. Н. И. Якушкина. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1964.
157. Регуляторы роста растений : сб. науч. тр. / [редкол. : Г. С. Муромцев (гл. ред.) и др.]. – Л. : ВНИИСБ ; ВИР, 1989. – 120, [2] с.
158. Регуляция роста, развития и продуктивности растений : междунар. науч. конф., 9-11 ноября 1999 г. : материалы конф. / Н. А. Ламан (ред. кол.). – Минск, 1999. – 247 с.
159. Ритвинская Е. М. Влияние новых регуляторов роста на устойчивость к полеганию растений тритикале / Ритвинская Е. М., Деева В. П., Гафуров Р. Г. // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : IV междунар. науч. конф., 26-28 октября 2005 г. : материалы конф. – Минск, 2005. – С. 202.
160. Рогач В. В. Вплив рістстимуляторів Вітазиму та 6-бензиламінопурину на морфогенез та продуктивність перцю солодкого / В. В. Рогач, О. В. Кушнір, В. В. Плотніков // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2017. – Вип. 1 (93). – С. 95-101.
161. Рогач В. В. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі / В. В. Рогач, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2015. – 23 (2). – С. 221-224. doi:10.15421/011532.
162. Рогач В. В. Вплив стимуляторів росту на фотосинтетичний апарат, морфогенез і продукційний процес баклажана (*Solanum melongena*) / В. В. Рогач // Biosystems Diversity. – 2017. – 25 (4). – С. 297-304. doi:10.15421/011745.
163. Рогач В. В. Вплив хлормекватхлориду на продуктивність та якість продукції озимого ріпаку / В. В. Рогач // Збірник наукових праць

- Вінницького національного аграрного університету. Серія : Сільськогосподарські науки – 2011. – Випуск 8 (48). – С. 43-49.
164. Рогач В. В. Динаміка накопичення і перерозподілу різних форм вуглеводів в органах рослин томатів за дії регуляторів росту / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, О. І. Буйна, О. В. Буйний // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2017. – № 3 (70). – С. 174-179.
165. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 152 с.
166. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфофізіологічні показники, продуктивність та період спокою картоплі / В. В. Рогач, І. В. Попроцька, Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2015. – № 1. – С. 51-54.
167. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез та продуктивність соняшнику / Т. І. Рогач // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Сільськогосподарські науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 1 (57). – С. 121-127.
168. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на якість продукції *Helianthus annuus* L. / Т. І. Рогач // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2015. – № 2. – С. 80-83.
169. Рогач Т. І. Вплив хлормекватхлориду на анатомічну будову і продуктивність рослин соняшнику (*Helianthus annuus* L.) / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування : зб. наук. праць УДАУ. – Умань, 2008. – С. 71-77.
170. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу і продуктивність соняшнику за дії трептолему / Т. І. Рогач // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку : у 2 т. ; голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2009. – Т. 1. – С. 680-686.
171. Рогач Т. І. Продуктивність та якісні характеристики олії соняшнику за дії хлормекватхлориду / Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. // Агробіологія : зб. наук. праць. – Біла Церква. – 2010. – Вип. 4 (80). – С. 37-41.
172. Рожков В. И. Влияние регуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы и ярового ячменя на южных черноземах Северо-восточной зоны Ростовской области : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 „Растениеводство” / В. И. Рожков. – Ставрополь, 1990. – 22 с.
173. Рожкова В. Т. Использование терпеноидных соединений на подсолнечнике / В. Т. Рожкова, В. В. Базыльчик // Техн. культуры. – 1993. – № 1. – С. 8-9.
174. Роль устьиц в проникновении кампозана в листья мандарина и лимона / Н. М. Чхаидзе, В. Е. Микаберидзе, Э. Г. Бенидзе [и др.] // Физиология растений. – 1991. – Т. 38, № 2. – С. 297-305.

175. Роньжина Е. С. Действие цитокининов на продуктивность бобов *Vicia faba* L. / Е. С. Роньжина // Изв. КГТУ. – 2003. – № 3. – С. 132-141.
176. Роснадзе Г. Р. Применение ретардантов на культуре лимона / Г. Р. Роснадзе // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – Т. 22, № 11. – С. 46-48.
177. Рудик Р. І. Врожай та якість продукції льону-довгунця залежно від доз і строків застосування вуглеамонійних солей та стимулятора росту триман : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 „Рослинництво” / Р. І. Рудик. – К., 2000. – 18 с.
178. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности : в 6 т. / под общ. ред. В. П. Ржехина и А. С. Сергеева. – Л. : ВНИИЖ, 1967. – Т. 1. Кн. 2-я : Общие методы исследования жиров и жиросодержащих продуктов (химия и анализ). – 1967. – С. 888-962.
179. Рункова Л. В. Действие регуляторов роста на декоративные растения / Л. В. Рункова. – М. : Наука, 1985. – 150 с.
180. Сакало В. Д. Регуляция эмистимом С и бетастимулином метаболизма сахарозы и продуктивности сахарной свеклы / В. Д. Сакало, С. П. Пономаренко, В. М. Курчий // Агрехимия. – 2001. – № 10. – С. 49-55.
181. Сравнительное действие хлорхолинхлорида и дигидрела на терморезистентность и некоторые особенности метаболизма растений томата / Р. И. Волкова, Н. И. Трачук, Н. П. Будыкина, Л. Н. Соловьёва // Терморезистентность и продуктивность сельскохозяйственных растений : сб. ст. / науч. ред. С. Н. Дроздов, А. Ф. Титов. – Петрозаводск, 1984. – С. 73-84.
182. Стимуляторы роста организмов / под ред. П. Брузгулиса. – Вильнюс, 1969.
183. Супіханов Б. К. Олійні культури: історія, сорти, виробництво, торгівля / Б. К. Супіханов, Н. І. Петренко. – К. : ННЦ ІАЕ УААН, 2008. – 126 с.
184. Терек О.І. Ріст рослин : навч. посібник. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 248 с.
185. Ткачук О. О. Вплив паклобутразолу на анатомо-морфологічні показники рослин картоплі / О. О. Ткачук // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2015. – № 2. – С. 47-50.
186. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Ткачук Олеся Олександрівна. – К., 2007. – 164 с.
187. Троценко В. І. Соняшник: селекція, насінництво, технологія вирощування : монографія / Троценко В. І. – Суми : Університетська книга, 2001. – 184 с.
188. Умаров А. А. Бензимидазолы, их регуляторные свойства и функции / А. А. Умаров. – Ташкент : „ФАИ”, 1990. – 132 с.

189. Федорцова А. А. Регуляция фотосинтеза растений люцерны уровнем азотного питания и 6-БАП / А. А. Федорцова // Физиология и биохимия культ. растений. – 1989. – Т. 21, № 5. – С. 445-446.
190. Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения / [С. М. Маштаков, В. П. Деева, А. П. Вольнец и др.]. – Минск, 1971. – 247 с.
191. Физиология семян / [К. Н. Данович, А. М. Соболев, Л. П. Жданова и др.]; отв. ред. А. А. Прокофьев. – М. : Наука, 1982. – 317 с.
192. Физиолого-биохимические основы применения регуляторов роста в Сибири, 26 февраля – 1 марта 1985 г.: труды конф. / [редкол. : Р. К. Саляев, К. С. Гамбург (отв. редакторы) и др.]. – Иркутск : СИФИБР, 1986. – 138, [2] с.
193. Фоликур и ронилан ФЛ на подсолнечнике / В. И. Якуткин, С. М. Ломовской, Е. А. Торговкина [и др.] // Защита растений. – 1995. – № 12. – С. 35.
194. Химический энциклопедический словарь / гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Современная энциклопедия, 1983. – С. 661.
195. Ходаницька О. О. Дія хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез, продуктивність та жирнокислотний склад насіння льону олійного / О. О. Ходаницька, В. Г. Кур'ята. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 148 с.
196. Ходянков А. А. Влияние брассиностероидов на устойчивость растений льна-долгунца к засухе / А. А. Ходянков // Агрехимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 21-24.
197. Хожайнова Г. Н. Физиолого-биохимическая характеристика действия на растения 2,3-дихлоризобутирата натрия и ретарданта на его основе – тебепаса : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.12 „Физиология растений” / Г. Н. Хожайнова. – Воронеж, 1994. – 23 с.
198. Хохлова Л. П. Мембранотропное действие картолина и морозоустойчивость растений / Л. П. Хохлова, О. А. Тимофеева, Н. Д. Фадеева // Регуляторы роста растений. – К. : Наукова думка, 1989. – С. 308.
199. Чайлахян М. Х. Влияние производных нуклеинового обмена на рост и цветение растений / М. Х. Чайлахян, Р. Г. Бутенко, И. И. Любарская // Физиология растений. – 1961. – № 8. – С. 101-104.
200. Чайлахян М. Х. Международная конференция по ростовым веществам растений (Либлице, сентябрь 1978 г.) / М. Х. Чайлахян, О. Н. Кулаева, Н. П. Кораблева // Физиология растений. – 1979. – Т. 26, вып. 3. – С. 664-668.
201. Чернядьев И. И. Влияние препаратов с цитокининовой активностью на удельную плотность листа злаков / И. И. Чернядьев // Прикладная биохимия и микробиология. – 2002. – № 6. – С. 689-697.

202. Чернядьев И. И. Фотосинтез листьев сахарной свеклы в онтогенезе при обработке растений 6-бензиламинопурином и метрибузином / И. И. Чернядьев // Физиология растений. – 2000. – Т. 47, № 2. – С. 183-189.
203. Чуйкова Л. В. Особенности физиологического действия регуляторов роста при опрыскивании полевых культур в целях повышения их продуктивности : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук / Л. В. Чуйкова. – Воронеж, 1965. – 20 с.
204. Шаповалов А. А. Отечественные регуляторы роста растений / А. А. Шаповалов, Н. Ф. Зубкова // Агрехимия. – 2003. – № 11. – С. 33-47.
205. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків / О. А. Шевчук, В. Г. Кур'ята. – Вінниця : ТВОРИ, 2015. – 137 с.
206. Шеламова Н. А. Влияние физиологически активных соединений на жаро- и засухоустойчивость проростков пшеницы / Н. А. Шеламова, П. А. Генкель // Физиология растений. – 1987. – Т. 34, вып. 1. – С. 121-126.
207. Шепельська Н. Р. Репродуктивна токсичність пестицидів та експериментальне обґрунтування профілактичних заходів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора мед. наук : спец. 14.03.06 „Токсикологія” / Н. Р. Шепельська. – К, 2000. – 35 с.
208. Эрдели Г. С. Изобутираты – новый класс ретардантов / Г. С. Эрдели, Г. Н. Хожайнова, Г. Шиллинг. – Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1992. – 157 с.
209. Эрдели Г. С. Физиологические особенности влияния регуляторов роста разного типа на фосфорный обмен в листьях подсолнечника / Г. С. Эрдели, В. И. Звягинцев, Н. Г. Чугунова // Ученые записки. Т. CLXIX. Ботаника. Регуляторы роста и их действие на растения / под общ. ред. Н. И. Якушкиной. – М., 1967. – Вып. 3. – С. 148-157.
210. Этиленпродуценты в растениеводстве: Физиологическое действие и применение / [О. И. Романовская, М. П. Селга, О. Э. Крейцберг и др.]. – Рига : Зинатне, 1989. – 155 с.
211. Яковенко Т. М. Олійні культури України / Яковенко Т. М. – К. : Урожай, 2005. – 408 с.
212. Якушкина Н. И. Влияние регуляторов роста на использование ассимилятов из листьев разного яруса / Н. И. Якушкина // Физиология растений. – 1962. – Т. 9, вып. 1. – С. 111-114.
213. Aboushoba L. M. Physiological response of sunflower plants to foliar application of CCC and boron / L. M. Aboushoba, N. Shahin, M. M. El-Mfry // Tropenlandwirt. – 1984-1985. – № 85-86. – P. 32-40.
214. Ahmed F. A. Biochemical studies of the effect of Bg (Growth regulator) on safflower plant / F. A. Ahmed, H. O. Osman, F. A. Kahiu // Grasas y aceites. – 1986. – Vol. 37, № 2. – P. 68-71.
215. Antognozzi E. Attività vegetativa e produttiva, fotosintesi e contenuto in carboidrati in piante di olivo trattate con Paclobutrazolo / Evasio Antognozzi, Giuseppe Frenguelli // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1987. – № 41. – P. 809-825.

216. Antognozzi E. Effetti del Paclobutrazolo (PP 333) sull'attività vegetativa e sull'andamento della fotosintesi in piante di olivo in vivaio / E. Antognozzi, P. Preziosi, A. Standardi // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1987. – № 41. – P. 827-838.
217. Aplicação de GA_{4,7}+BA (promalina) afetando o crescimento, desenvolvimento e qualidade do caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. Fuyu / A. Fauate, M. Fauate, R. A. Ayub, M. M. Barbosa // Rev. Ceres. – 2007. – Vol. 54, № 313. – P. 226-250.
218. Baylis A. D. Investigations into the use of plant growth regulators in oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) husbandry / A. D. Baylis, J. W. Dicks // J. Agr. Sci. – 1983. – Vol. 100, № 3. – P. 723-730.
219. Baylis A. D. The effects of a paclobutrazol-based growth regulator on the yield, quality and ease of management of oilseed rape / A. D. Baylis, P. D. Huthey-Bull // Ann. Appl. Biol. – 1991. – № 2. – C. 445-452.
220. Berova M. The use of the plant growth retardant paclobutrazol in the production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and pepper (*Capsicum annum* L.) plants / M. Berova // Abstr. 11th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Vama, 7-11 Sept. 1998. – Bulg. J. Plant Physiol. – 1998. – Spec. issue. – P. 304.
221. Bhattacharjee A. Effect of CCC, SADH and dikegulac growth modification of a sunflower cultivar and its yield / A. Bhattacharjee, K. Gupta // J. Indian Bol. – 1984. – Vol. 63, № 4. – P. 335-340.
222. Biological activities of an abscisic acid analog in barley, cress, and rice / Asami Tadao, Robertson Masumi, Yamamoto Shin et al. // Plant and Cell Physiol. – 1998. – Vol. 39, № 3. – P. 342-348.
223. Broschewitz B. Einsatz von Wachstumsreglem im Winterraps / B. Broschewitz, P. Steinbach // Raps. – 1999. – Vol. 17, № 1. – P. 12-15.
224. Budzyński W. The influence of triapentenol used in spring on winter rape lodging and yield / W. Budzyński, T. Ojczyk // Rostl. výroba. – 1995. – Vol. 41, № 6. – P. 269-274.
225. Carter J. Evaluation of paclobutrazol as a growth retardant on five bedding plant species / J. Carter, B. P. Singh // Plant Growth Regulator Soc. of Amer. Quarterly. – 1994. – Vol. 22, № 1-2. – P. 29.
226. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor / Asami Tadao, Min Yong Ki, Nagata Noriko [et al.] // Plant Physiol. – 2000. – Vol. 123, № 1. – P. 93-99.
227. Charters Y. M. Investigation of fetal oilseed rape populations / Y. M. Charters, A. Robertson, G. Crawford // Scott. Crop Res. Inst. – Dundee, 1996. – P. 40-42.
228. Chauhan S. V. S. The growth promoting effect of daminozide (B9) on castor / S. V. S. Chauhan, B. K. Saxena // J. Fak. Agr. Hokkaido Univ. – 1987. – Vol. 63, № 2. – P. 232-236.
229. Chen Rumin. Huanan shifan daxue xuebao. Ziran kexue Ban / Chen Rumin, Yamada Kosumi Huanan // J. S. China Norm. Univ. Natur. Sci. – 1999. – № 1. – P. 106-109.

230. Comparative activity of the enantiomers of triadimenol and paclobutrazol as inhibitors of fungal growth and plant sterol and gibberellin biosynthesis / R. S. Burden, G. A. Carter, T. Clark [et al.] // Pestic. Sci. – 1987. – Vol. 21. – P. 253-267.
231. Cook Sarah K. Evaluation of FD4121A as a growth regulator for linseed / Cook Sarah K. // Ann. Appl. Biol. – 1992. – Vol. 120, Suppl. – P. 66-67.
232. De Witt, Ansolubehere M., Welch L. Sumagic – plant growth regulator / de Witt, M. Ansolubehere, L. Welch // Plant Growth Regulator Soc. of Amer. Quarterly. – 1994. – Vol. 22, № 1-2. – P. 28.
233. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. / S. Hagey, A. H. A. Farooqi, M. M. Gupta [et al.] // Plant Growth Regul. – 2007. – Vol. 51, № 3. – P. 263-269.
234. Effects of (+)-8',8'',8'''-trifluoroabscisic acid on α -amylase expression and sugar accumulation in rice cells / M. A. Kashem, H. Hori, K. Itoh [et al.] // Planta. – 1998. – Vol. 205, № 3. – P. 319-326.
235. Effects of Paclobutrazol and nitrogen-fertilizer on the growth and yield of maize / G. Iremiren, P. Adewumi, S. Aduloji, A. Ibitoye // J. Agricult. Sci. – 1997. – Vol. 128, № 6. – P. 425-436.
236. Effects of soil-applied uniconazole and prohexadione calcium on the growth and endogenous gibberellin content of *Lycopersicon esculentum* Mill. seedlings / H. Yamaji, N. Katsura, T. Nishijima, M. Koshioka // Plant Physiol. – 1991. – Vol. 138, № 6. – P. 763-776.
237. Effects of uniconazole and GA₃ on cold-induced stem elongation and flowering of *Raphanus sativus* L. / T. Nishijima, N. Katsura [et al.] // Plant Growth Regulation. – 1997. – Vol. 21, № 3. – P. 207-221.
238. Eir Vierteljahr hundert Wachstums regler im Pflanzenschutz zgesetz taermann Hans-Theo // Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst. – 2000. – 230 p.
239. Groundnu response to growth regulators / L D. Gundalia, M. S. Patel, M. H. Patel, P. G. Vadher // Gujarat. Agr. Univ. Res. J. – 1990. – Vol. 16, № 1. – P. 60-62.
240. Hart M. Soil microbial-biomass and mineralization of soil organic matter after 19 years of cumulative field applications of pesticides / M. Hart, P. Brooker // Soil Biol. A. Biochem. – 1996. – Vol. 28, № 12. – P. 1641.
241. Hodairi M. The effects of paclobutrazol on growth and the movement of ¹⁴C-labelled assimilates in “Red Delicious” apple seedlings / M. Hodairi, A. Canham, W. Buckley // J. hoztic. Sc. – 1988. – Vol. 63, № 4. – P. 213-223.
242. Humphries E. A growth study of sugar beet with gibberellic acid and (2-chloroethyl)-trimethyl-ammonium-chloride (CCC) / E. Humphries, S. French // Ann. Appl. Biol., 1965. – Vol. 55, № 1. – P. 159-173.
243. Ilumäe E. Folicur EW 250 ja moddus 250 EC toimest suvirapsi kasvule ja saagile : Докл. [Conference on the Faculty of Agronomy of EAU, Estonian Research Institute of Agriculture and Jõgeva Plant Breeding Institute „Agronomy 2005”, Tartu, 2005] / Ene Ilumäe, Karl Kaarli, Arvi

- Hansson, Elina Akk // Trans. – Est. Agr. Univ. – 2005. – № 220. – P. 180-182.
244. Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system / Yanhong Yan, Yan Wan [et al.] // Plant Production Science. – 2015. – 18(3). – P. 295-301.
245. Kaphina-Toteva V. Anticytokinin effect of lateral buds growth of Rose in vitro : abstr. 11th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Varna, 7-11 Sept., 1998 / V. Kaphina-Toteva, M. Somleva, K. Slantchev // Bulg. J. Plant Physiol. – 1998. – Spec. issue. – P. 61.
246. Khan N. A. Effect of gibberellic acid spray during ontogeny of mustard on growth, nutrient uptake and yield characteristics / N. A. Khan, H. R. Ansari Samiullah // J. Agron. and Crop Sci. – 1998. – Vol. 181, № 1. – P. 61-63.
247. Komarova V. The influence of growth regulator crossing on young apple trees photosynthesis activity under soil drought : abstr. 11th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Varna, 7-11 Sept., 1998 / V. Komarova // Bulg. J. Plant Physiol. – 1998. – Spec. issue. – P. 308.
248. Koshuchowa S. Der einfluss von CCC auf die Entwicklung des Roggenhalmes / S. Koshuchowa, H. W. Müller, K. Adolf // Biol. Plant. – 1982. – Vol. 24, № 1. – P. 20-27.
249. Kulkarni S. S. Influence of growth retardants on biochemical parameters in sunflower / S. S. Kulkarni, M. B. Chetti, D. S. Uppar // J. Maharashtra Agr. Univ. – 1995. – Vol. 20, № 3. – P. 352-354.
250. Kuryata V. G. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment / V. G. Kuryata, O. O. Kravets // Ukrainian Journal of ecology. – 2018. – 8 (1). – P. 356-362. doi: 10.15421/2018_222
251. Kuryata V. G. Peculiarities of the growth, formation of leaf apparatus and productivity of tomatoes under action of retardants folicur and ethephon / V. G. Kuryata, O. O. Kravets // The Bulletin of Kharkiv national agrarian university. Series Biology. – 2017. – 1 (40). – P. 127-132.
252. Lavee S. Partial fruiting regulation of olive trees (*Olea europaea* L.) with paclobutrazol and gibberellic acid in the orchard / S. Lavee, A. Haskal // Advances in Hort. Sci. – 1993. – Vol. 7, № 2. – P. 83-86.
253. Lucangeli C. Effects of *Azospirillum* spp. on endogenous gibberellin content and growth of maize (*Zea mays* L.) treated with uniconazole / C. Lucangeli, R. Bottini // Symbiosis. – 1997. – Vol. 23, № 1. – P. 63-72.
254. Merrien André. Substance de croissance l'éthéphon: son usage sur tournesol / Merrien André // Phytoma – def. veg. – 1992. – № 440. – P. 16-17.
255. Miliuvienė L. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC / Laima Miliuvienė, Leonida Novickienė, Jonas Jurevičius // Bot. Lithuan. – 2007. – Vol. 13, № 2. – P. 115-121.

256. Murphy K. Volatile and dislodgeable residues following triadimefon and MCPP application to turfgrass and implications for human exposure / K. Murphy, R. Cooper, J. Clark // *Crop Sci.* – 1996. – Vol. 36, № 6. – P. 1455-1461.
257. Novickienė L. The effect of auxin analogues on the rooting of green cherry cuttings : pap. 5th Congr. Lith. Soc. Biochem. Vilnius, 26-27 Oct., 1995 / L. Novickienė, T. Pižmontas, A. Merkys // *Biologija.* – 1995. – № 1-2. – P. 137-143.
258. Ojczyk T. Wpływ baronetu 70 WG stosowanego jesienią na zimowanie, wylęganie i plonowanie rzepaku ozimego / Teresa Ojczyk // *Acta Acad. agr. ac techn. olsten. Agr.* – 1996. – № 63. – P. 195-203.
259. Pan Ruichi, Luo Yunxiu // *Yuanyi xuebao = Acta hort. sin.* – 1994. – Vol. 21, № 3. – P. 269-272.
260. Panwar J. D. S. Effect of benzyl-amino purine and girdling site on photosynthesis, translocation and nitrogen fixation in y-shaped mungbean / J. D. S. Panwar, S. Abbas, Ram Sita // *Indian J. Plant Physiol.* – 1990. – Vol. 33, № 1. – P. 16-20.
261. Patil B. N. Influence of plant growth retardants on yield and yield contributing characters in sunflower / B. N. Patil, M. B. Dhomne // *J. Maharashtra Agr. Univ.* – 1997. – Vol. 22, № 2. – P. 213-214.
262. Pearce David W. Ethylenemediatd regulation of gibberellin content and growth in *Helianthus annuus* L. / W. Pearce David, M. Reid David, P. Pharis Richard // *Plant Physiol.* – 1991. – Vol. 95, № 4. – P. 1197-1202.
263. Pei Run-mei. Guangxi nongye shengwu kexue / Pei Run-mei, Li Yang-rui, Chen Nian-ping. // *J. Guangxi Agr. and Biol. Sci.* – 2004. – Vol. 23, № 2. – P. 104-107.
264. Plant growth regulating activity of some novel N-(6-methylpyrid-2-yl)- α -(8-hydroxy-quinoline-7-yl)-substituted benzylamines / I. Sergiev, V. Alexieva, E. Karanov, I. Petkov // *Докл. Българ. Ан.* – 1998. – Vol. 51, № 5-6. – P. 67-70.
265. Possibilities to use growth regulators in winter oilseed rape growing technology. 2. Effects of auxin analogues on the formation of oilseed rape generative organs and plant winterhardiness / V. Gavelienė, L. Novickienė, L. Miliuvienė [et al.] // *Agronomy Research.* – 2005. – Vol. 3, № 1. – P. 9-19.
266. Povh J. A. Rendimento de oleo essencial de *Salvia officinalis* L. sob acbao de reguladores vegetais / J. A. Povh, E. O. Ono // *Acta sci. Biol. Sci.* – 2006. – Vol. 28, № 3. – P. 189-193.
267. Rise of fructal exohydrolase activity in stubble of *Lolium perenne* after defoliation is decreased by uniconazole, an inhibitor of the biosynthesis of gibberellins / A. Morvan, G. Challe, M. Prudhomme [et al.] // *New Phytologist.* – 1997. – Vol. 136, № 1. – P. 81-89.
268. Salazargarcia S. Physiological persistence of paclobutrazol on the Tommy Atking mango (*Mangifera indica* L.) under rain-fed conditions / S.

- Salazargarcia, V. Varquezvaldivia // J. Hortuc. Sci. – 1997. – Vol. 72, № 2. – P. 339-347.
269. Scarisbrick D. H. The effect of paclobutrazol on plant height and seed yield of oil-seed rape (*Brassica napus* L.) / D. H. Scarisbrick, A. A. Addo-Quaye, R. W. Daniels // J. agr. Sc. – 1985. – Vol. 105, № 3. – P. 605-612.
270. Sebanek I. The effect of paclobutrazol on the level of endogenous IAA in relation to the rooting of cuttings and abscission of petioles / I. Sebanek, S. Klikova, J. Kralik // Biochem. und Physiol. Pflanz. – 1991. – Vol. 187, № 1. – P. 89-94.
271. Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under waterlogging stress / Qui Jun, Wang Renmin, Yan Jizhi, Hu Jin. // Plant Growth Regul. – 2005. – Vol. 47, № 1. – P. 75-81.
272. Sensitivity of sesame to triazoles at various growth stages / Soni Manisha, Bishi Radha, Chouhan Jitendra, Bohra S. P. // J. Ecobiol. – 2006. – Vol. 19, № 4. – P. 321-329.
273. Setia R. C. Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A. Br. / R. C. Setia, Gurmeet Bhathal, Neelam Setia // Plant Growth Regul. – 1995. – Vol. 16, № 2. – P. 121-127.
274. Sharma R. Effect of growth regulators on nobulation and some biochemical parameters in soybean / R. Sharma, E. O. Kwon // Plant Physion. Biochem. – 1987. – Vol. 14, № 2. – P. 146-152.
275. Simko I. Effect of sodium 2,3-dichloroisobutyrate (DCIB-Na) on in vitro tuberization of potatoes / I. Simko // Rostlinna Vyroba. – 1990. – Vol. 36, № 2. – P. 1201-1206.
276. Skubisz G. Determination of the mechanical properties of winter rape stalks / G. Skubisz // Zesz. probl. post. nauk rol. – 1993. – № 399. – P. 219-225.
277. Skubisz G. Results of bending-breaking investigation of rape stalk / G. Skubisz, Z. Muller // Zesz. probl. post. nauk rol. – 1991. – № 397. – P. 65-68.
278. Song Wen-jian, Lin Fei-rong, Zhou Wei-jun // Zhejiang nongye daxue xuebao = J. Zhejiang Agr. Univ. – 1999. – Vol. 25, № 3. – P. 333-336.
279. Steffens G. L. Influence of paclobutrazol (PP 333) on apple seeding growth and physiology / G. L. Steffens, S. Y. Wang, C. L. Steffens // Plant Growth regulator Soc. of America Annual Meeting, 10 Proc. – 1983. – P. 195-206.
280. Steinberg S. Sort-term effect of uniconazole on the water relation and growth of ligustrum / S. Steinberg, J. Zajicek, M. Mofarland // J. Am. Soc. Hortic. Sci. – 1991. – Vol. 116, №3. – P. 460-476.
281. Stimulation of node and lateral shoot formation in micropropagation of olive (*Olea europaea* L.) by using dikegulac / G. E.Mendoza-de, F. R. Mira, F. Ruiu, E. Rugini // Plant Cell, Tissue and Organ Cult. – 2008. – Vol. 92, № 2. – P. 233-238.

282. Tari I. Paclobutrazol-induced changes in ethylene production by elongation and basal zones of etiolated and light-grown bean hypocotyls and its role in radial expansion : abstr. 9th Congr. Fed. Eur. Soc. Plant Physiol., Brno, 3-8 July, 1994 / I. Tari, M. Nagy, E. Mihalik // Biol. plant. – 1994. – Vol. 36, Suppl. – P. 74.
283. Tari I. Enhancement of extractable ethylene at light/dark transition in primary leaves of paclobutrazol-treated *Phaseolus vulgaris* seedlings / I. Tari, M. Nagy // Physiol. Plant. – 1994. – Vol. 90, № 2 – P. 353-357.
284. The effect of paclobutrazol on stabilization of the photosynthetic apparatus during stress imposed by high temperature and high light / Xiao Rong, Gshosh Sibdas, Greenberg Bruce R., Dumbroff Erwin B. // Abstr. Pap. Annu. Meet. Amer. Soc. Plant Physiologists, Portland, Ore., July 30 – Aug. 3, 1994. – Plant Physiol. – 1994. – Vol. 105, № 1, Suppl. – P. 87.
285. The effect of paclobutrazol on the level of endogenous IAA in relation to the rooting of cuttings and abscission of petioles / I. Sebanek, S. Klikova, J. Kralik [et al.] // Biochem. und Physiol. Pflanz. – 1991. – Vol. 187, № 1. – P. 89-94.
286. Vreugdenhil D. Use of the growth retardant tetcyclacis for potato tuber formation in vitro / Dick Vreugdenhil, Petra Bindels, Poula Reinhoud // Plant Growth Regul. – 1994. – Vol. 14, № 3. – P. 257-265.
287. Vu Quang Sang. / Nong nghiep cong nghiep thuc pham / Vu Quang Sang // Agr. and Zood Ind. – 1991. – № 3. – P. 121-124.
288. Wample Robert L. The influence of Paclobutrozol, a new growth regulator, on sunflowers / Robert L. Wample, Elaine D. Culver // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1983. – Vol. 108, № 1. – P. 122-125.
289. Whalen M. The effect of ethylene on root growth of *Zea mays* seedlings / M.W halen, L. Feldman // Canad. J. Bot. – 1988. – Vol. 66, № 4. – P. 719-723.
290. Xiamen daxue xuebao, Ziran kexue ban / Qiu Jin, Chen Ping, Zhong Ran, Chen De-hai, Yang Shengchang // J. Xiamen Univ. Natur. Sci. – 2005. – Vol. 44, № 6. – P. 851-855.
291. Yim K. Growth-responses and allocation of assimilates of rice seedlings by paclobutrazol and gibberellin treatment / K. Yim, Y. Kwon, D. Bayer // Plant Growth Regulation. – 1997. – Vol. 16, № 1. – P. 35-44.
292. Yonova P. Plant growth regulating activity of some novel 1,1'-polymethylenebis(3-arylsubstituted)-thioureas / Yonova Petranka, Guleva Elena // Bulg. J. Plant Physiol. – 1997. – Vol. 23, № 3-4. – P. 72-79.
293. Zafirova T. The influence of some growth regulators on the sunflower production / T. Zafirova, Ch. Christov, V. Iliev // Plant Growth Regulators : proc. 4th Int. Symp., Pamporovo, Sept. 28 – Okt. 4, 1986. – Pt. 1. – Sofia, 1987. – P. 797-800.
294. Zhou W. Uniconazole-induced tolerance of rape plants to heat stress in relation to changes in hormonal levels, enzyme activities and lipid peroxidation / W. Zhou, M. Leul // Plant Growth Regul. – 1999. – Vol. 27. – P. 99-104.

295. Агросинтез. Прикладные агротехнологии [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://agrosintez.ru/ru/products.html>.
296. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://ukrstat.gov.ua>
297. Рогач Т. І. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на врожайність та якість олії соняшнику [Електронний ресурс] / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Наукові доповіді НУБіП. – 2011. – № 1 (23). – Режим доступу до журн. : <http://nd.nubip.edu.ua/2011-1/11rtioqs.pdf>
298. Compendium of Pesticide Common Names. Classified Lists of Pesticides. Plant Growth Regulators [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.alanwood.net/pesticides>

Підписано до друку 15.06.2018.
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий.
Умов. друк. арк. 8,75. Обл.-видавн. арк. 8,14.
Наклад 300 прим. Зам. № 4456.

Віддруковано з оригіналів замовника.
ФОП Корзун Д.Ю.

Видавець ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 21.
Тел.: (0432) 69-67-69, 603-000,
(096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: tvoru@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>