

В.В. РОГАЧ, В. Г. КУР'ЯТА, С.В. ПОЛИВАНИЙ

**ДІЯ РЕТАРДАНТІВ НА МОРФОГЕНЕЗ,
ПРОДУКТИВНІСТЬ І СКЛАД ВИЩИХ ЖИРНИХ
КИСЛОТ ОЛІЇ РІПАКУ**



**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО**

**РОГАЧ ВІКТОР ВАСИЛЬОВИЧ
КУР'ЯТА ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ
ПОЛИВАНИЙ СТЕПАН ВОЛОДИМИРОВИЧ**

**ДІЯ РЕТАРДАНТІВ НА МОРФОГЕНЕЗ,
ПРОДУКТИВНІСТЬ І СКЛАД ВИЩИХ
ЖИРНИХ КИСЛОТ ОЛІЇ РІПАКУ**

ВІННИЦЯ – 2016

УДК [577.155.3:582.683.2]:661.162.6

ББК 28.57

Р 37

Рецензенти:

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

Карпенко В.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Уманського національного університету садівництва

Петрук В.Г. – доктор технічних наук, професор, академік УАЕК, УТА, МАНЕБ, декан ФЕЕК, завідувач кафедри екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету

*Рекомендується до друку рішенням Вченої ради
Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла
Коцюбинського «22» листопада 2016 (протокол № 5)*

Р 37 Рогач В.В., Кур'ята В. Г., Поливаний С.В.

Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 152 с.

ISBN

У монографії узагальнено літературні й експериментальні дані про вплив ретардантів на ростові процеси та продуктивність ріпаку. Розглянуто питання впливу різних за механізмом антигіберелінових препаратів – хлормекватхлориду і паклобутразолу на фотосинтетичний апарат, морфогенез, продуктивність, на вміст і якісні характеристики ріпакової олії, а також на накопичення та перерозподіл елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослин ріпаку.

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

УДК [577.155.3:582.683.2]:661.162.6

ББК 28.57

ISBN

© Рогач В.В., Кур'ята В.Г., Поливаний С.В., 2016
© Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, 2016

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
МЕХАНІЗМ ДІЇ ТА ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН РЕТАРДАНТІВ	12
1.1. Характерні хімічні особливості та механізм дії ретардантів як основа їх класифікації	12
1.2. Регуляція росту і розвитку рослин за дії ретардантів	21
1.3. застосування регуляторів росту інгібіторного типу для покращення продуктивності та якості продукції.....	35
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	44
2.1. Агро-кліматичні умови проведення дослідів.....	44
2.2. Характеристика об'єкту дослідження.....	46
2.3. Характеристика препаратів.....	48
2.4. Методи досліджень	51
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ РОСЛИН РІПАКУ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ	58
3.1. Дія ретардантів на ростові процеси, морфогенез та анатомічну будову рослин озимого ріпаку	58
3.2. Дія ретардантів на співвідношення фітогормонів терпенової природи – гіберелінів і абсцизової кислоти.....	75
РОЗДІЛ 4. НАКОПИЧЕННЯ І ПЕРЕРОЗПОДІЛ ВУГЛЕВОДІВ, АЗОТОВМІСНИХ СПОЛУК ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ МІЖ ОРГАНАМИ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ В ОНТОГЕНЕЗІ ПІД ВПЛИВОМ РЕТАРДАНТІВ.....	81
4.1. Перерозподіл різних форм вуглеводів між органами рослин ріпаку за дії ретардантів	81
4.2. Перерозподіл різних форм азоту, фосфору і калію між органами рослини за дії ретардантів	89

РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ РЕТАРДАНТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ	100
5.1. Вплив ретардантів різних типів на продуктивність рослин озимого ріпаку	100
5.2. Якісні характеристики ріпакової олії при застосуванні ретардантів..	108
ВИСНОВКИ.....	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	125

ВСТУП

Одним із центральних напрямів вирішення проблеми одержання високих і стабільних урожаїв у світовому рослинництві стає застосування інтенсивних технологій з використанням синтетичних регуляторів росту рослин [34, 211, 218, 251]. Створення національних програм по регуляторам росту рослин, перебудова політики в галузі сільськогосподарських досліджень у багатьох країнах світу забезпечили вихід цього напрямку на якісно новий рівень, який ознаменований створенням високоефективних і екологічно чистих регуляторів росту спрямованої дії [214, 281, 282].

За своєю природою ці препарати є або аналогами фітогормонів, або модифікаторами гормонального статусу рослин. Завдяки цьому синтетичні регулятори росту володіють широким спектром дії на рослини, а їх застосування дозволяє спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку рослин з метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму [34, 283, 284].

Серед синтетичних регуляторів росту в останні роки найбільш широко використовуються ретарданти – інгібітори росту і розвитку рослин з антигібереліновим механізмом дії, які здатні уповільнювати ріст рослин і не викликати аномальних відхилень. Різні групи ретардантів значно відрізняються за своєю хімічною будовою, однак викликають один і той же самий ефект: уповільнюють поділ і розтягування клітин в апікальних меристемах, що призводить до уповільнення росту в цілому. Окрім цього їх застосування призводить до потовщення стебла, збільшення кількості і розмірів міжвузль, посилення галуження, зміни розмірів листкових пластинок, потовщення і збільшення довжини коренів, при цьому не впливаючи або навіть збільшуючи продуктивність рослин. Більшість препаратів даної групи характеризується низькою фітотоксичністю і є малотоксичними для теплокровних [38, 125, 126].

Рістгальмуюча дія ретардантів супроводжується накопиченням надлишку асимілятів та їх перерозподілом між органами рослини у зв'язку із зміною донорно-акцепторних відносин [71]. Під впливом ретардантів також змінюється гормональний статус рослинного організму [67, 113], вуглеводний та азотний обміни [68, 72], підвищується морозостійкість [2, 83], зимостійкість [44, 61], посухостійкість [137, 144], стійкість рослин до фітопатогенів [56, 90].

Вперше дослідження з використанням ретардантів проводилися на злакових з метою покращення їх стійкості проти вилягання [197]. З часом було знайдено можливість використовувати інгібітори росту для підвищення урожайності зернових [56, 59, 110], технічних [7, 36], овочевих [4, 7], плодово-ягідних культур [3, 11, 83], а також для покращення якості декоративних рослин і квітів [31].

Ефективність дії ретардантів значною мірою визначається ґрунтово-кліматичними умовами, видовою і сортовою специфічністю, фазою розвитку рослин, регламентами застосування препаратів. Різні групи ретардантів по-різному впливають на окремі види та сорти рослин [202]. Четвертинні солі амонію найбільш ефективні при використанні на бобових, складноцвітих і злакових [51, 110, 113], триазолпохідні препарати – на плодових, технічних та декоративних культурах [60, 86, 91, 126, 246, 264], етиленпродуценти – на зернових і овочевих культурах [65, 75]. Пошук оптимальних регламентів застосування препаратів рістгальмуючої дії на різних сільськогосподарських рослинах залежно від ґрунтово-кліматичних умов є важливим практичним завданням сучасної фітофізіології.

Незважаючи на те, що регламенти застосування ретардантів розроблені для багатьох продовольчих та технічних культур, у літературі зустрічаються лише поодинокі дані щодо впливу різних груп ретардантів на ріст і продуктивність олійних культур [205, 259, 264]. При цьому вплив ретардантів на фізіологічні процеси цих культур залишаються практично

не вивченими.

Разом з тим, аналіз тенденцій розвитку світового рослинництва свідчить про суттєвий ріст виробництва олійних культур, серед яких ріпак займає третє місце після сої і бавовнику [98, 132].

Озимий ріпак є культурою високорентабельною, вміст олії в сучасних сортах та гібридах перевищує 40%, а урожайність насіння наближається до зернових колоскових культур. Крім цього, ріпак має високу інтенсивність фотосинтезу, є джерелом поповнення гумусу, покращує агрофізичні та мікробіологічні властивості ґрунту. Посіви даної культури покращують продуктивність сівозмін, що дає можливість використовувати його для рекультивації земель [132]. За останні роки значно зросло споживання населенням рослинної олії. Насамперед це пов'язано з тим, що виробництво рослинної олії в 10-20 разів дешевше, ніж тваринних жирів. Олія містить значну кількість ненасичених жирних кислот, які не синтезуються в організмі людини і мають підвищену біологічну цінність [5, 55].

Переробка ріпакового насіння є безвідходною технологією, оскільки, крім олії і шроту, з нього отримують цілий ряд цінних продуктів. Зокрема, у процесі очистки олії залишаються фосфатиди, які йдуть на виробництво харчових і кормових фосфорних концентратів, соапсток використовується в миловарінні для одержання жирних кислот. Ріпакова олія застосовується у виробництві лаків і фарб, вона є незамінною основою для виготовлення засобів захисту рослин, пластмас, які легко розкладаються в природному середовищі [5, 132].

В 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 роках посівні площі ріпаку в Україні становили відповідно 98,42; 93,08; 55,42; 5,14; 48,19, 114,11; 346,21 тис./га. У 2008 році планується збільшити посівні площі під ріпаком до 780 тис./га.

Ріпак є важливим джерелом зелених кормів та кормового протеїну, вміст якого в зеленій масі ріпаку на 0,4-0,8% більший, ніж у конюшини та

люцерни, і характеризується доброю збалансованістю за амінокислотним складом [139].

Останні дослідження свідчать, що рослини ріпаку здатні зв'язувати стронцій і утворювати з ним нерозчинні сполуки. Олія цього радіоактивного елементу не накопичує. Це відкриває перспективи використання посівів культури для рекультивації земель, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС [98, 132].

В останній час відкрито новий напрямок у застосуванні ріпакової олії: біодизельне паливо для двигунів внутрішнього згорання. В країнах Західної Європи на даний час виробляється до 2,1 млн. т/рік біодизельного пального з тенденцією до подальшого зростання. Одна тонна ріпакової олії дає приблизно 850 кг біодизеля. Вартість насіння ріпаку приблизно рівна 800 грн./т, тому собівартість біодизеля складає 2,5-2,7 грн./л, що на одну гривню дешевше за дизельне паливо нафтового походження [132].

Встановлено, що урожайність ріпаку та якість кінцевих продуктів переробки його насіння значною мірою залежать від технології вирощування та корелюють із морфологічними показниками, зокрема з висотою рослини і числом стручків на ній [152]. У літературі представлені роботи, в яких вивчається можливість застосування синтетичних регуляторів росту для регуляції швидкості росту і зміни коефіцієнтів розподілу мас сухої речовини між органами рослини у зв'язку з проблемою вилягання [39, 42, 136, 160], урожайністю та якістю насіння [4, 38, 56, 61].

Разом з тим, системне вивчення впливу різних типів ретардантів на морфогенез, вуглеводний і азотний обміни, урожайність, вихід олії та її хімічний склад, очевидно, не проводилося. Збільшення масштабів виробництва і застосування синтетичних регуляторів росту, в тому числі і ретардантів, підвищує небезпеку забруднення ними оточуючого середовища і сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим, застосування ретардантів 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 препаратів, які б дозволили одержати максимальний ефект при мінімальних дозах ретарданту. Вивчення фізіолого-біохімічних механізмів дії різних груп ретардантів є необхідною умовою для визначення шляхів підвищення ефективності і безпеки застосування цієї групи регуляторів росту, яким сучасна світова практика рослинництва відводить одне із чільних місць у сільськогосподарському виробництві.

Вивчення механізму дії різних груп ретардантів має важливе теоретичне значення для розуміння закономірностей росту і розвитку рослин. Разом з тим, наукова література містить незначну кількість інформації про механізм дії інгібіторів росту та їх вплив на морфогенез і продуктивність ріпаку – з огляду на все більше розширення сфери використання цієї культури в народному господарстві. Дані, що існують, у переважній більшості носять суперечливий характер [187, 199, 298].

Для кращого розуміння процесів, що відбуваються в рослині під дією інгібіторів росту, необхідним є вивчення змін у гормональному комплексі рослин. У літературі є достатня кількість інформації про такі зміни під впливом різних груп ретардантів [67, 80, 83, 91, 113, 144]. Щодо рослин ріпаку такі дослідження, очевидно, не проводилися.

Практично відсутні в літературі дані про вміст різних форм азоту і вуглеводів у олійних хрестоцвітих культур та його зміни в онтогенезі під впливом ретардантів, що є важливим у світлі вивчення процесів перерозподілу асимілятів під впливом регуляторів росту з антигібереліновим механізмом дії [7, 72, 76].

На сучасному етапі селекція ріпаку спрямована на збільшення вмісту олії в насінні та приведення складу її жирних кислот до оптимальних показників: зменшення вмісту ерукової, ліноленової кислот та глюкозинолатів і збільшення вмісту олеїнової та лінолевої кислот [199]. У

зв'язку з цим, значний практичний інтерес має встановлення впливу інгібіторів росту на олійність насіння, співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами та вмістом глюкозинолатів і ерукової кислоти.

В літературі зустрічаються публікації про використання ретардантів з метою запобігання виляганню сільськогосподарських культур. Найбільш часто вони вказують на використання четвертинних солей амонію та етиленпродуцентів на злаках [65, 105, 110, 113]. Існують також окремі дані про вплив цих та інших груп ретардантів на покращення стійкості проти вилягання рослин олійних культур [190, 261, 264, 291]. Але в них лише констатується факт покращення стійкості і жодним чином не вказується на причини та механізми досягнення такого ефекту. З літературних джерел відомо, що причинами цього явища можуть бути: збільшення діаметра стебла, зменшення висоти рослин, збільшення кількості і міцності міжвузль та кращий розвиток механічної тканини [99]. Разом з тим, процеси гістогенезу і формування анатомічної структури стебла і кореня залишається практично не вивченим.

Використання сучасних рістгальмуючих препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур потребує суворого дотримання токсиколого-гігієнічних вимог. Разом з тим, в літературі дані щодо обґрунтування регламентів безпечного застосування ретардантів на посівах олійних хрестоцвітих культур, в тому числі і ріпаку відсутні, що визначає необхідність проведення подальших досліджень з цього питання.

РОЗДІЛ І

МЕХАНІЗМ ДІЇ ТА ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН РЕТАРДАНТІВ

1.1. ХАРАКТЕРНІ ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА МЕХАНІЗМ ДІЇ РЕТАРДАНТІВ ЯК ОСНОВА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЇ

Ретарданти – синтетичні регулятори росту і розвитку інгібіторного типу, що здатні уповільнювати ріст рослин, як правило, не викликаючи при цьому аномальних відхилень. Це багаточисельна група різних за будовою хімічних сполук, що об'єднані загальними ознаками генетичних [37] фізіологічних і морфологічних ефектів [12] та способом дії [8].

Ці речовини здатні вкорочувати і потовщувати стебло, зменшуючи схильність до вилягання, посилювати ріст кореневої системи без втрат для генеративних органів, підвищувати продуктивність рослин та їх стійкість до несприятливих факторів середовища [124, 126, 136].

За способом дії антигіберелінові препарати поділяють на чотири групи [126]:

1. Онієві сполуки – четвертинні солі амонію, фосфонію і сульфонію (хлормекватхлорид, бромхолінбромид, йодхолінйодид, мепікватхлорид, АМО 1618, фосфон D, мефлюїдид, 3-DEC, 17-DMC) [112].

2. Препарати, утворені на основі 2,3-дихлорізобутирату з діючою речовиною N,N-диметилгідразин бурштинової кислоти (ДЯК, ГМК-натрію, алар-85, кілар-85) [112].

3. Триазол- та пентанолпохідні препарати (паклобутразол, уніконазол, BAS 11100 W, триапентанол, флурпірамідол, тебуконазол, RSW-0411 триадиметафон) [126].

4. Етиленпродуценти (декстрел, етрел, гідрел, дигідрел, кампозан М, етеверс, церон, етефон) [56, 65, 69].

Вперше у якості ретарданту в 1950 році був випробуваний препарат АМО 1618, який відноситься до четвертинних амонієвих солей і володіє

дуже сильними ретардантними властивостями, але має надзвичайно вузький видовий спектр дії [160]. Найбільшого поширення серед препаратів цієї групи отримав β -хлоретилтриметиламонійнийхлорид (ССС) відкритий американським хіміком Н. Толбертом в 60-х роках ХХ ст. [126]. У колишньому СРСР роботи по синтезу і технології використання ретардантів розпочалися в 1962 році з виробництва хлорхолінхлориду (ССС) з тією ж діючою речовиною під комерційною назвою ТУР, що широко використовувався на практиці [125].

До згаданої групи ретардантів також належать препарати бромхолінбромид, йодхолінйодид, фосфон D, хлормекватхлорид, мепікватхлорид та інші. Їх використовують, як правило, на зернових культурах для підвищення урожайності та покращення стійкості проти полягання [24, 39, 124, 126, 159, 160, 221]. Проникаючи в рослину через коріння, ССС накопичується головним чином в ростових частинах – апікальній зоні, стеблових вузлах, верхніх міжлистяних і листкових пазухах. При обприскуванні листків ССС пересувається в бічні стебла і колосся. Досліджено, що ефективність застосування ССС в рослинництві залежить від способу введення препарату, його концентрації та фази обробки [30, 164].

Встановлено, що найкращою фазою для обробки рослин жита ССС є кінець кушіння або початок виходу в трубку. Саме в цей період формуються нижні міжвузля стебла, розпочинається його ріст та потовщення. Обробка у більш ранні строки, коли ще не відбулася диференціація меристем, призводить до зменшення числа колосків, а на більш пізніх етапах розвитку рослин вкорочує лише верхні міжвузля і викликає пожовтіння листя.

Ефективність дії онієвих препаратів у значній мірі залежала від ґрунтово-кліматичних та погодних умов, особливостей виду та сорту. Наприклад, ССС ефективно впливав на пшеницю і жито, проте значно слабше на ячмінь та овес [36]. Слід відмітити, що в окремі роки під

впливом ССС спостерігалось зниження урожаю озимої пшениці при відсутності полягання. Крім того існують дані про підвищення урожайності пшениці під впливом ССС в засушливі роки [169]. Це, на думку вчених, пов'язано із зменшенням швидкості старіння і відмирання нижніх листків пшениці, що в свою чергу покращує відтік пластичних речовин до колоса [39]. Обробка насіння бавовнику схожим за хімічною будовою з ССС препаратом мепікватхлоридом призводила до гальмування росту рослин, зменшення площі листової поверхні, сирі та сухої маси рослин [169]. За дії препарату ТУР у рослинах томатів збільшувались інтенсивність транспірації, кількість судинно-волокнистих пучків та їх водопровідна можливість, що усувало водний дефіцит в тканинах листків [17]. Під впливом препарату цикоцель збільшувались суха маса рослин соняшника, діаметр стебла і кошика, але знижувалась висота рослини і площа листової поверхні і не змінювалися строки цвітіння. Виявлено, що низькі концентрації препарату значно зменшували, а помірні збільшували концентрацію хлорофілів і каротиноїдів у листку соняшника [163].

При вивченні фізіолого-біохімічних механізмів рістгальмуючої дії онієвих 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 (КГК)) [60, 160]. Характерною особливістю даної групи ретардантів є те, що вони переривають біосинтез гіберелінів тільки в одній його ланці [266]. Зокрема АМО 1618 перериває біосинтез ГК₃ на стадії перетворення геранілгеранілпірофосфату в копаліл-пірофосфат, як і ССС [33, 112, 193] на відміну від фосфону D, який здійснює це на стадії ент-каурен – ент-кауренол [33, 122], або ретарданту ДХІБ (дихлорізобутирату) – на етапі утворення кауренової кислоти з каурену [160]. Доказом цього є те, що при одночасному використанні декількох різних препаратів ретардантний ефект посилюється. Крім цього, ССС гальмує включення гібереліну в

ростові процеси [33, 39, 126].

Ретарданти впливають на обмін ауксинів у рослині. 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 схиляється у бік інгібіторів [160].

Пошук нових регуляторних сполук із ретардантними властивостями продовжувався в напрямку не лише більш ефективних і дешевих, але і більш чистих в екологічному відношенні препаратів.

В 70-і роки ХХ ст. в світовому рослинництві отримали широке використання етиленпродуценти, які за своєю фізіологічною активністю переважали четвертинні солі [162]. Основними представниками етиленпродуцентів є 2-хлоретилфосфонова кислота, етефон та їх похідні. В багатьох країнах було розпочато виробництво різних препаратів на основі солей 2-ХЕФК (етрел, кампозан М, фіназол, терпал, гідрел, дигідрел, декстрел) [52, 65, 126, 195, 221, 265].

Встановлено, що ці препарати легко проникають через покриви листків, пагонів, плодів, швидко пересуваються вверх і вниз від місця нанесення, накопичуючись у зонах росту і активного метаболізму. Вони прискорюють цвітіння, дозрівання, листопад рослин, підвищують урожайність та якість сільськогосподарської продукції [75, 85, 120, 232]. Під впливом етиленпродуцентів зменшується площа листової поверхні, висота рослин, інтенсивність фотосинтезу і посилюється дихання в оброблених препаратами рослин [83]. Встановлено, що дворазове додавання до поживного розчину кампозану М при вирощуванні озимого ячменю у водній культурі призводило до швидкої появи нових листків, подовжувало листові пазухи, листки та збільшувало кількість продихів. При цьому зростала суха маса стебла, а співвідношення підземної і

надземної частин практично не змінювалося. Крім цього, препарат викликав епінастію листків [207].

Встановлено, що механізм дії етиленпродуцентів пов'язаний із блокуванням утворення гормон-рецепторного комплексу. Введення екзогенного гібереліну не припиняло рістгальмуючу дію етиленпродуцентів. Тобто етилен запобігає сполученню гормону з рецептором, чим інгібує дію гіберелінової кислоти, і як результат – пригнічує ростові процеси [83, 160].

На відміну від онієвих солей етиленпродуценти швидко розкладаються і мають більш короткий час дії.

У 80-і роки ХХ ст. почали використовувати триазол- [140, 219] та пентанолпохідні [190] препарати, інгібуюча дія яких була на порядок вищою, ніж етиленпродуцентів та четвертинних солей амонію [123]. Ці препарати поєднують високу фізіологічну активність з низьким екологічним навантаженням на середовище, мають безперечну і стабільну ретардантну активність, фізіолого-біохімічні основи якої потребували подальшого і більш глибокого вивчення [123-126].

Дія похідних триазолу на ріст осьових органів рослин 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 в кауренову кислоту, що забезпечує надзвичайно високу і стабільну ретардантну активність у відношенні стосовно росту стебла і проростання насіння багатьох рослин [122, 126, 160]. Препарати даної групи не розпадаються, продовжуючи активно діяти протягом трьох місяців [83].

Найбільш вивченим представником триазолових сполук є паклобутразол, відомий під комерційними назвами культар і ориза та

технічною назвою РР 333. У вегетаційних дослідах виявлено, що паклобутразол стабільно гальмував ріст пшениці та ярого ячменю незалежно від погодних умов [88]. Аналогічні результати були виявлені на плодкових культурах: яблуні [273], груші [83], абрикосі [126], що забезпечувало правильне формування крони і значно збільшувало врожайність та покращувало якість плодів із надзвичайно низьким хімічним навантаженням на гектар (25 г/га) [126]. При внесенні паклобутразолу в ґрунт відбувалося гальмування лінійного приросту пагонів яблуні, знижувалася загальна маса сухої речовини та маса листя і стебла рослин, при цьому не змінювалася маса коріння. Як результат спостерігали різке збільшення співвідношення надземної і підземної частини з 0,52 до 1,09 [275]. В іншій роботі показано, що обробка сіянців яблуні цим же препаратом на 21-й день зменшувала масу листків у два рази проти контролю, площу листків до 0,8 проти 5,6 см², але збільшувала діаметр і довжину коріння. Відмічено, що загальна маса рослини змінювалася незначно, потреба у воді в дослідних рослин знижувалася, при цьому зростав загальний вміст вуглеводів у верхніх листках, стеблі та корінні. Таким чином, паклобутразол не лише гальмував ріст, а і перерозподіляв вуглеводні ресурси рослин, що викликало зміни у фізіологічних процесах [89, 273].

При обробці рослин персика паклобутразолом гальмувався сезонний ріст верхівкових стебел за рахунок зменшення довжини міжвузль, що не супроводжувалося зменшенням числа вузлів. Одночасно відбувалося зменшення розмірів листків до 50% порівняно з контролем. Це супроводжувалося посиленням зеленого забарвлення та зморщуванням листових пластинок, швидким опаданням листя восени. При цьому препарат не впливав на розмір та забарвлення плодів [295], а в іншому випадку прискорював дозрівання [294].

У літературі є багаточисельні дані, які свідчать про те, що при внесенні в ґрунт та обприскуванні листків рослин цим же препаратом

знижувався вегетативний ріст рослин, збільшувався діаметр кінчиків коріння за рахунок паренхімних клітин кортикального шару, викликаючи радіальне подовження внутрішнього шару клітин кори [290, 292].

При обприскуванні листя рослин маслини та внесенні в ґрунт паклобутразолу відбувалося гальмування росту стебла, зменшувалась площа листків, що зумовлювало компактне формування крони. Разом з тим, це не впливало на плодоношення та закладку нових квіток [171].

В окремих роботах представлена інформація про високу чутливість соняшнику та ріпаку до дії паклобутразолу. Однак систематичного вивчення дії паклобутразолу на олійні культури не проводилося [126, 175].

Іншим представником триазолових сполук є уніконазол (УК-140), який має більш високу ретардантну активність, ніж паклобутразол. Його фізіологічна дія проявляється при виключно малих дозах препарату, що дає можливість зменшити екологічне навантаження на гектар у 100 разів порівняно з ССС. Уніконазол показав високу ретардантну активність на пшениці і плодкових культурах. Проведення оцінки його токсиколого-гігієнічних властивостей і залишкової кількості дає можливість широкого застосування цього препарату в рослинництві [126].

Наприкінці 80-х років у ФРН синтезовано інший триазолпохідний препарат BAS 11100 W, який активно гальмував осьовий ріст стебла ріпаку та покращував насінневу продуктивність [195, 230].

У цей же час з'являється ще одна група препаратів інгібіторного типу – пентанолпохідні препарати. Найбільш вивчений її представник – триапентанол, що відомий під комерційною назвою баронет, який за своїми ретардантними властивостями наближується до паклобутразолу. Його використовують на посівах рису, ріпаку, картоплі, де він підвищує стійкість рослин проти полягання, знижує втрати при збиранні урожаю, підвищує якість декоративних рослин [126, 190, 233, 280].

Один із найбільш активних ретардантів – тетциклацис, механізм дії якого, як і пентанолпохідних препаратів схожий із триазоловими

сполуками, при використанні на ріпаку він значно підвищував урожайність за рахунок скорочення росту стебла та пришвидшував дозрівання насіння. Екологічне навантаження при цьому було мінімальним [126].

Тривалий час широко використовувалися гідразинпохідні препарати: алар-85, кілар-85, ДЯК, ГМК-натрію для стимуляції закладання плодкових бруньок, запобігання опаданню плодів, компактного формування крони, підвищення врожайності плодово-ягідних культур. У 1970 році в США були встановлені чітко виражені мутагенні властивості одного із препаратів даної групи – гідразину малеїнової кислоти. З часом встановлені канцерогенні властивості у переважної більшості гідразинпохідних препаратів, що обмежило їх використання на практиці. З 1992 року вказані препарати, а також етиленпродуценти – гідрел і дигідрел, синтезовані в колишньому СРСР, були виключені зі списку дозволених через виявленні мутагенні властивості [31, 83].

Раніше у рослинництві широко використовувався хлорхолінхлорид, який в колишньому СРСР вироблявся під комерційною назвою ТУР [18].

Зараз в Україні зареєстрований і дозволений до впровадження ретардант – хлормекватхлорид (ССС-460, фірма “BASF AG”, Німеччина) [114, 115]. Досліджено, що препарат немає канцерогенних і бластомогенних властивостей, не акумулюється і не розкладається в організмах та виводиться з них протягом двох діб. У навколишньому середовищі препарат розпадається на холінхлорид, холін та бетаїн, які є природними продуктами метаболізму [83]. Інші літературні джерела свідчать, що препарат хлормекватхлорид (церон) проявляв фітотоксичну дію на формуючі елементи квіток озимого ріпаку, що в наступному зменшувало урожайність [271].

Важливим є застосування 2-ХЕФК та її аналогів. Особливість застосування препаратів цієї групи базується на тому, що фізіологічний ефект досягається за рахунок етилену – нативного метаболіту рослини. Етиленпродуценти швидко розкладаються в рослинах і не накопичуються

в плодах. Виявлено, що етиленпродуцент декстрел також є малотоксичним, не проявляє шкіряно-резорбтивної, тератогенної та ембріотоксичної дії і не накопичується в організмі тварин [83].

В останній час у рослинництві широко застосовують триазол- та пентанолпохідні препарати, які характеризуються низькою токсичністю, екологічно безпечні, ефективно діють у малих дозах і проявляють найменше екологічне навантаження на гектар [123, 124, 126]. Такі препарати, як: паклобутразол, флурпірамідол, уніконазол, BAS 11100 W, триапентанол, – не проявляють фітотоксичності. Їх використання на зернових, плодово-ягідних, овочевих та технічних культурах не впливає на репродуктивні органи [92, 123, 126, 165, 175, 227, 230, 259]. Досліджено, що дані сполуки тривалий час не розкладаються і продовжують гальмувати ріст рослин, але тератогенних, канцерогенних та бластомогенних властивостей не проявляють. Дослідження залишкової кількості уніконазолу після використання на зернових і плодових культурах показали надзвичайно малу кількість препарату в рослинах, що є передумовою до його широкого використання. Однак встановлено, що застосування цих препаратів залежить від концентрації розчинів. Так, більш високі дози препарату паклобутразолу (2-4%) викликали опіки у рослин пасльону серцеподібного, проте фітотоксичність з часом зникла, не проявляючи негативних наслідків [166].

Відомо, що ретарданти певних груп при використанні на окремо взятих сільськогосподарських культурах можуть виступати як стимулятори ростових процесів. Восьмиразове обприскування рицини дамінозидом (В9) призводило до збільшення лінійного приросту листків та стебла і кращого його галуження. Дані зміни посилювалися в міру збільшення дози препарату з 35 до 105 мг/10 рослин. Отже, для даної рослини цей ретардант був стимулятором росту [194].

Обробка рослин кунжуту препаратом ДЯК (В9) призводила до значного збільшення висоти рослин (з 115 см до 147 см) з одночасним

зменшенням вмісту олії в насінні. Кількість кошиків на рослині зростала лише при мінімальних концентраціях препарату. Виявлено, що при обробці рослин кунжуту В9 відбувалися зміни у співвідношенні між насиченими та ненасиченими жирними кислотами в насінні [167].

У практиці регуляції росту і розвитку рослин за допомогою ретардантів з метою удосконалення способів застосування та підвищення безпеки людини й охорони оточуючого середовища має місце використання сумішей препаратів. Так, в літературі є дані про застосування суміші ССС з 2-ХЕФК (фіназол) на зернових культурах [60], паклобутразолу і хлормекватхлориду (суміш JF 104405) для покращення урожайності і якості олійного ріпаку. Ця та інші суміші широко і ефективно використовувалися в європейських країнах для попередження полягання зернових, олійних та технічних культур [21]. Використання JF 104405 на сортах ріпаку Аріана і Кобра показало, що навіть низькі дози суттєво зменшували полягання, проте висота рослин зменшувалася не значно. При цьому зростала урожайність рослин на 4,2-6,6 ц/га, але не відмічалось збільшення маси насіння та вмісту олії в ньому [178]. Високоєфективним виявилось застосування суміші ССС і кампозану на саджанцях яблуні, ССС і ГМК на насадженнях малини, хлористого 2,2-диметилпипередину і 2-ХЕФК на посівах пшениці й жита [60, 143].

Отже, надзвичайно важливе значення при використанні ретардантів мають регламенти їх застосування, а саме: фаза розвитку, на якій перебуває рослина під час обробки, концентрація препарату та кратність обробок.

1.2. РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ЗА ДІЇ РЕТАРДАНТІВ

Відомо, що регуляція росту і розвитку, фотосинтезу і дихання, транспорту асимілятів та водообміну рослин знаходяться під

гормональним контролем [33, 57, 118, 126, 228, 278].

Велике теоретичне і практичне значення для сучасної фізіології росту і розвитку рослин має вивчення особливостей взаємодії ендогенних та екзогенних регуляторів онтогенезу з метою направленою керування процесами в рослині [130, 265].

При вивченні механізмів усунення карликовості у рослин різних культур, яка викликалась ретардантами, Толберт, а пізніше і Лохарт встановили антигібереліновий характер дії ретардантів [124].

Вивчаючи вплив ССС на рослини хризантеми, було встановлено, що препарат гальмує поділ клітин субапикальної зони стебла, тоді як гібереліни цьому протидіють [124].

Досліджено, що під дією онієвих та триазолових сполук поряд з пригніченням синтезу гіберелінів відбувається збільшення активності природних інгібіторів росту, а саме АБК, що свідчить про зв'язок ретардантною дії препарату і гормональної системи регуляції [123, 125, 126]. Пов'язано це з тим, що абсцизова кислота і гібереліни мають спільні ланки метаболізму [33].

У рослині всі терпеноїдні гормони утворюються із мевалонової кислоти, попередником якої є ацетил-КоА. Після перетворення мевалонату на ізопентилпірофосфат і надалі на диметилалілпірофосфат, геранілпірофосфат та фарнезилпірофосфат шляхи синтезу терпеноїдів розходяться в бік стероїдів дитерпеноїдів (гіберелінів) або сесквитерпеноїдів (АБК). Вважають, що існує два шляхи синтезу АБК. Перший – це перетворення фарнезилпірофосфату в фарнезол, а потім через транс- та цис-дегідрофарнезол до АБК. Інший шлях пов'язують із перетворенням геранілгераніолпірофосфату на каротиноїди фітоен, віолаксантин і надалі в ксантоксини та АБК [33, 112, 126].

Виявлено, що за дії паклобутразолу відбувалося пригнічення синтезу ГК в сіянцях яблуні [60, 273], а під впливом BAS 111 W – у проростках гороху [220].

Антагонізм гіберелінів і ретардантів проявляється не лише у процесах росту, але і в цілому ряді інших фізіологічних процесів: концентрації хлорофілу, вмісту білків, перерозподілі вуглеводних сполук [165, 255].

Ретарданти іншої групи – гідразинпохідні препарати та етиленпродуценти, зокрема етефон, запобігають з'єднанню ГК з її рецептором, і це призводить до гальмування росту стебла [125, 126, 258].

Встановлено, що ретарданти однієї і тієї ж групи можуть гальмувати біосинтез гіберелінів у різних ланках цього процесу. Чим більша кількість ланок біосинтезу гібереліну блокується ретардантом, тим вища його активність. Це дозволяє пояснити процес гальмування росту стебла та антагонізм між гібереліном і ретардантом, а також посилення ретардантних ефектів при одночасному використанні декількох препаратів. Вплив ретардантів на гібереліновий обмін здійснюється різними шляхами: через інгібування синтезу, транспорту, збільшення неактивних кон'югованих форм [33, 112, 126, 135].

Більшість літературних джерел підтверджують збільшення вмісту АБК і зменшення ГК під дією ретардантів. Однак ці дані носять суперечливий характер. Так, під впливом етрелу на рослини ячменю спостерігалось зменшення вмісту АБК і збільшення ГК, а мепікватхлорид, зменшуючи вміст ГК і АБК у маточниках агрусу, збільшував вміст ауксинів і цитокінінів [3]. Слід відзначити, що дія регуляторів росту на гормональний комплекс рослин є складним процесом і залежить не лише від специфіки препарату, але і від особливостей об'єкту, який вивчається (виду, сорту та віку) [159, 136, 254].

Проте ГК – не єдина ланка в гормональній системі, на яку впливають синтетичні інгібітори росту. В рослин, оброблених ретардантами, виникають більш широкі зміни гормонального статусу. Досліджено, що ССС знижує вміст ауксинів (ІОК), і збільшує вміст фенольних інгібіторів – інертних флавонолглікозидів (паракумарової кислоти та каверцетин-

глікозил-кумарату). Відомо, що ПКК пригнічує ріст та розтягування клітин і діє як антагоніст ІОК та активізує ІОК-оксидазу, що інгібує синтез ІОК [109].

Встановлено, що зниження активності ауксинів у рослин пшениці під впливом ССС і АМО 1618 може бути зумовлено як гальмуванням біосинтезу ауксинів, так і підвищенням активності ІОК-оксидази. Протилежні результати одержані на квасолі і винограді при обробці ССС, де відмічалось збільшення вмісту ауксинів. 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 [262]. Під впливом ССС збільшувався вміст і активність ендогенної АБК у чорної смородини, гвоздики, ячменю. Однак паклобутразол сприяв блокуванню біосинтезу АБК в сіянцях яблуні при водному стресі. Неоднозначність взаємодії ССС і РР 333 з АБК вказує на можливість різних шляхів прояву ретардантної дії різних груп сполук на різних об'єктах [126].

Встановлено, що під впливом етрелу знижувався вміст ІОК в рослинах гороху, а у озимого жита знижувалась активність ауксинів. Відмічено, що етефон зменшував активність ауксинів в умовах високої температури в різних видів рослин. Під впливом 2-ХЕФК порушувалося апікальне домінування у рослин петунії і картоплі, дигідрел знижував рівень ІОК в листках томатів, що пов'язано з дією ендогенного етилену [145].

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

Аналіз результатів випробовування ретарданту культуру С на

рослинах ярого ячменю показав залежність ефекту дії препарату від строків обробки та дози [169]. Відмічено, що молоді рослини чутливі до дії ретарданту, тому його доза може бути знижена до 500 г/га. При вивченні гормональних систем регуляції рослин слід відзначити, що чутливість до ретардантів визначається, насамперед рівнем фітогормонів [126].

Обробка ярого ячменю сполуками триазолового ряду (паклобутразолом, уніканозолом і азовітом) на початку фази виходу в трубку відчутно збільшувало вміст вільної АБК. Одночасно спостерігалось гальмування росту надземної частини рослини, потовщення першого міжвузля та оптимізувалася продуктивність [156].

Встановлено, що ССС проявляє антигіберелінову дію, яка знімається введенням екзогенної ГК. Аналогічні результати були отримані при обробці тритижневих проростків ярого і озимого ріпаку препаратом BAS 111 W. Так, зменшення кількості попередників ГК на 85% під впливом ретарданту нівелювалося введенням екзогенної ГК [215].

Дослідженнями М.Х. Чайлахяна із співробітниками було відмічено дві фази дії ССС: спочатку ретардант гальмував включення гібереліну в ростові процеси, а потім пригнічував його біосинтез [39].

Під впливом ССС також змінювався вміст ендогенної ІОК. Вказується і на те, що ІОК знімає рістгальмуючу дію ССС. Слід відмітити, що ретардант іншої групи, а саме: 0,1%-й розчин етрелу, – зменшував активність гіберелінів у сянцях персика сорту Поліський. Висунуто припущення, що невисока концентрація препарату не лише інгібує біосинтез гібереліну, а і руйнує чи інактивує його. Дослідженнями Хредилика були виявлені аналогічні результати дії цього препарату на цитокініни і ауксини. Відмічено, що під впливом етрелу в результаті збільшення в рослинах етилену підвищується і вміст АБК [39].

Дані літератури щодо впливу ретардантів та етиленпродуцентів на гормональний статус рослин олійних культур обмежені [100]. Обробка на початку фази цвітіння рослин ріпаку міксталолом значно збільшувала

вміст хлорофілу у листках, підвищувала інтенсивність фотосинтезу, проте знижувала рівень акумуляції малонового діальдегіду і виділення етилену. За дії препарату відбувалося зниження активності супероксиддисмутази та каталази, і посилювався ріст кореневої системи [298].

Літературні дані свідчать, що розтріскування плодів ріпаку пов'язано з накопиченням етилену. Пік такого накопичення добре корелювався з підвищенням вмісту 1-аміноциклопропан-1-карбоксилевої кислоти в зоні розтріскування і менше в стулках плодів, що свідчить про те, що зона розтріскування плодів і стінки плодів беруть участь в утворенні етилену. Крім того, відмічено збіг піку вмісту ауксинів з піком еволюції етилену в зоні розтріскування плодів. Висунуто припущення, що ауксини самі або через індукцію 1-аміноциклопентан-1-карбоксил-синтетази (з наступним утворенням етилену) включаються в процеси раннього розтріскування плодів. Існують припущення участі цитокінінів і АБК в розтріскуванні плодів [35].

Встановлено, що при обприскуванні листків і введенні через корінь ретарданту BAS 111 W у рослинах ріпаку відбувалося інгібування синтезу гіберелінів протягом всього періоду вегетації [230]. Застосування цього ж ретарданту у фазу п'ятого листка зумовлювало збільшення вмісту цитокінінів (зеатину та зеатинрибозиду) в три-чотири рази та зменшення вмісту АБК на 60% порівняно з контролем [213]. Під впливом тетциклацису гальмувався синтез гіберелінів у рослин соняшнику, сої і кукурудзи [244], а триапентанол проявляв антигібереліновий ефект на рослинах ячменю і ріпаку [231].

Обробка рослин ярого ріпаку у фазу чотирьох-п'яти листків аналогом четвертинних солей амонію – ДМС-17 у дозі 500 г/га зменшувала активність ГК у порівнянні з контролем на 39% і збільшувала вміст АБК на 11,7%. Крім цього, спостерігалось зменшення ІОК і зеатину відповідно на 12 та 42% [100].

Таким чином, аналіз даних показує, що ретарданти здійснюють

активний вплив на ендогенні регулятори росту шляхом пригнічення біосинтезу гібереліну, змінюють активність ауксинів і цитокінінів, збільшують активність АБК та фенольних інгібіторів. Разом з тим, зустрічається інформація про неоднозначність впливу інгібіторів росту на вміст, активність і транспорт фітогормонів з протилежним напрямом дії. Відмічено, що характер впливу препаратів залежить від особливостей ретарданту, способу обробки, виду і сорту рослин, факторів зовнішнього середовища, що потребує подальшого більш глибокого вивчення.

Найбільш визначальною властивістю ретардантів є вкорочення осьових органів рослин, що зумовлено значним гальмуванням поділу клітин в субапикальній меристемі стебла при активному функціонуванні апікальної меристематичної зони. Найбільш чутливими до дії ретардантів виявилися рослини з довгим стеблом, які повільно і безперервно ростуть. Менш чутливими є рослини, які здатні утворювати органи відкладання запасних поживних речовин: бульби, кореневища [8, 123-126].

Характерною особливістю ретардантів є стимуляція росту кореневої системи [3], що також сприяє підвищенню стійкості до полягання та покращує забезпечення рослин поживними речовинами і вологою [210]. Основна функція ретардантів стабілізація росту осьових органів рослин, проте кожен препарат характеризується високою специфічністю дії і відрізняється великою селективністю до окремих видів і сортів рослин. Так, до АМО 1618 проявляють чутливість бобові і складноцвіті [160]; до паклобутразолу – зернові, олійні, декоративні і плодові культури [83, 156, 164, 290]; до фосфону D – квіткові рослини [160]; ССС ефективний на зернових, овочевих, плодкових і технічних культурах [51, 126].

Встановлено, що для цілеспрямованої регуляції росту і розвитку рослин важливе значення мають регламенти використання ретардантів [8, 39, 117, 123, 126, 159, 160].

Дєєва В.П. із співробітниками [39] дослідили, що найбільш сприятливі строки обробки зернових культур ретардантами є фази куцїння

та виходу в трубку, що пов'язано з найбільшим накопиченням в рослині гіберелінової кислоти. Для підвищення стійкості проти полягання озимої пшениці за допомогою ССС найбільш ефективним є обприскування рослин у фазу повного кушіння на початку трубкування. У цей час відбувається диференціація колоса на колоски, закінчується діяльність меристем стебла, формується нижнє міжвузля стебла, що дозволяє досягти його вкорочення і потовщення [126].

Розробка доз і строків обробки залежить від багатьох факторів: виду та сорту рослин, схильності до полягання, погодних умов, концентрації препаратів та умов їх використання. Встановлено, що ССС найкраще пригнічував ріст ярої і озимої пшениці, посередньо гальмував ріст жита і лише в деяких випадках ріст ячменю [39]. В інших джерелах відмічено, що обробка рослин ячменю в цьому фазу за шкалою Фекеца ССС, кампозаном М та паклобутразолом викликали стабільне гальмування росту стебла [125, 159].

Найбільш широкого застосування на зернових культурах набули ретарданти, що підвищували стійкість до полягання і несприятливих умов проростання та оптимізували продуктивність [3, 51, 125, 159]. Виявлено, що ССС підвищує міцність нижніх міжвузль стебла пшениці, що пов'язано зі збільшенням елементів механічних тканин, числа провідних пучків та зменшенням розмірів паренхімних клітин [126]. Підвищення стійкості злаків до полягання під дією хлорхолінхлориду та бромхолінброміду пов'язують із змінами анатомічної будови стебла. Так, збільшується ширина кільця гіподерми і паренхіми, посилюється формування провідних тканин [8]. Кращі результати використання ССС одержували на нестійких до вилягання високоврожайних сортах пшениці. Але препарат був неефективним при використанні його в посушливі роки.

Етиленпродуценти використовувалися для попередження вилягання ячменю, і їх дія виявилася на порядок вищою, ніж ССС. Досліджено, що фізіологічна дія дигідрелу основана на гальмуванні росту клітин

субапикальної меристеми, в результаті чого відбувалося зменшення довжини стебла, збільшення числа судинно-волокнистих пучків, що сприяло розвитку елементів механічної тканини, і таким чином зростала міцність стебла. Препарат збільшував кількість продуктивних стебел і посилював інтенсивність забарвлення листків [164]. Під впливом етефону підвищувалась стійкість рослин соняшнику до полягання шляхом гальмування росту першого міжвузля і зниження швидкості клітинного розтягування [126]. Обробка двох сортів ярого ячменю (Московський 2, Заозерський 85) у фазу трубкування розчинами триазолпохідних препаратів (паклобутразол, уніконазол, азовіт) гальмувала осьовий ріст стебла на 5-20%, потовщувала нижні міжвузля на 15-25% [156].

Було виявлено, що гальмування росту за допомогою ССС забезпечує зміну розподілу пластичних речовин в організмі, направляючи їх потік на утворення стебла. В результаті цього в ньому посилюється синтез біополімерів клітинної оболонки (целюлози, геміцелюлози, лігніну), що покращує стійкість стебла до полягання. Встановлено, що ССС збільшував надходження ^{14}C -асимілятів з листка в міжвузля стебла у вилягаючих та невилягаючих сортів озимого жита [39]. Під впливом препарату збільшувались діаметр і товщина стінок стебла, підвищуючи міцність на рівні нижніх міжвузль, але ця дія не однаково проявлялась у різних видів зернових культур, що пов'язують із специфікою обміну речовин і систем її регуляції, в основі якої лежить генетична неоднорідність рослин. Відмічено, що позитивна дія ретарданту найбільше проявлялась в довгостеблових, сильнополягаючих сортах пшениці, однак ці дані суперечливі [117, 135].

Відмічено, що на ефективність ССС значний вплив мають фактори зовнішнього середовища. Так, найбільший інгібуючий ефект проявлявся в умовах високої вологості повітря і ґрунту, підвищеної дози азотних добрив, які сприяли інтенсивному росту рослини. Дослідженнями було виявлено, що будова стебла жита прямо залежить від міцності нижніх

міжвузль і їх анатомічної будови: збільшення товщини механічної тканини, діаметра судинно-волокнистих пучків. Виявлено, що за дії ССС потовщення механічної тканини відбувається головним чином у результаті потовщення стінок склеренхіми [39].

З цією ж метою інгібітори росту використовувалися не лише на зернових, а і на плодово-ягідних, овочевих, технічних та декоративних культурах. Наприклад, японський триазолпохідний препарат уніконазол зменшував полягання посівів рису [126], а паклобутразол зменшував ріст маслини [170] та пасльону перцеподібного [166]. Етиленпродуцент етефон підвищував стійкість до полягання рослин соняшнику [126], а мепікватхлорид гальмував ріст бавовнику [192]. При обробці соняшнику сорту Саратовський-169 ССС спостерігалось гальмування росту стебла, яке посилювалось при збільшенні концентрації препарату. Одночасно відбувалось зменшення маси стебла в порівнянні з листками і коренями, однак маса самої рослини при цьому зростала [8].

Обробка кормових бобів ССС гальмувала ріст рослин, зменшувала кількість листків на них та площу листової поверхні. Препарат збільшував масу плодів та коріння, зменшуючи суху масу рослини в цілому [208].

Більшість літературних джерел містять дані про використання на практиці лише двох із трьох дозволених груп ретардантів – четвертинних солей та етиленпродуцентів і значно менше інформації про використання в сільськогосподарському виробництві триазолових препаратів [295].

В літературі відмічалось, що найбільш чутливими до триазолових препаратів є рослини молодого віку, клітини яких швидко діляться і ростуть. Так, паклобутразолом обробляли ячмінь, яблуні, малину, ріпак [165, 175, 227, 259]; уніконазолом – рис [126], ріпак [272], томати [293], кукурудзу [228]; триапентанолом – ріпак [231]; BAS 111 – ріпак, ячмінь, рис, горох [220].

В окремих роботах міститься інформація про вплив ретардантів на

олійні культури, зокрема рослини ріпаку. З метою модифікації процесів росту, розвитку і формування генеративних органів ярого ріпаку проводилося вивчення впливу оригінальних аналогів четвертинних солей амонію: 3-DEC, 17-DMC. Вегетаційні та польові досліди свідчать, що під впливом цих препаратів відбувалося гальмування росту рослин, збільшувався діаметр стебла і підвищувалася стійкість стебел до полягання. Відмічено, що застосування цих сполук у фазу чотирьох-п'яти листків мало більш високий рістгальмуючий ефект [99, 100].

Виявлено, що препарат 3-DEC в дозі 125 г/га зменшував ріст стебла на 12-14%. Збільшення дози до 250-500 г/га зменшувало ріст стебла на 20-21% [99]. При обробці ярого ріпаку триапентанолом та уніконазолом у фазу початку росту стебла відбувалося його гальмування, а обробка перед початком цвітіння не впливала на лінійні розміри рослин [243].

Інші дослідники вивчали ефективність різних груп ретардантів на трьох сортах ріпаку Jumbuck, Marno, Ru 14. Відмічено, що найефективніше гальмували ріст паклобутразол і флурпірамідол, а хлормекватхлорид (цикоцел) і мепікватхлорид (пікс) проявляли меншу ретардантну активність. Застосування паклобутразолу, флурпірамідолу і триапентанолу забезпечувало дружнє дозрівання урожаю, менше розтріскування плодів, краще обмолочування, що є одним із важливих напрямків використання ретардантів на олійних культурах [175, 246].

Обробка рослин чинолі (гібрид листкової капусти і суріпиці) триапентанолом у фазу відособлення головного стебла знижувала висоту рослин на 21,8% [246]. Встановлено, що при внесенні BAS 111 W в ґрунт та при обприскуванні листків озимого та ярого ріпаку відбувалося гальмування росту стебла на 6-13% з одночасним зменшенням полягання. На інтенсивність цвітіння препарати не впливали [230]. Застосування даних препаратів при пророщуванні насіння озимого і ярого ріпаку знижувало інтенсивність його проростання на 50% [215].

У літературі також є дані про використання ССС, РР 333, RSW-0411

з метою регуляції росту озимого ріпаку в осінній період для попередження надмірного розвитку вегетативної маси [270]. Навесні ретарданти застосовують з метою зменшення вилягання посівів, наприклад суміш ССС та фолікру [261]. Обробка паклобутразолом озимого ріпаку на ранніх стадіях вегетації гальмувало ріст рослин на 10 см у порівнянні з контролем [259]. Інші дані свідчать, що використання етефону і триапентанолу гальмувало ріст ріпаку відповідно на 3,7 та 8,3% [280]. Багаторазова обробка триапентанолом рослин ріпаку протягом вегетації достовірно зменшувала висоту рослин на 36 см [233], а препарати тебепас і RSW гальмували ріст озимого ріпаку на 12-25 см, одночасно зменшували полягання в 1,4-3,6 рази і посилювали галуження стебла рослини [209].

Для олійних культур соняшнику і ріпаку характерним є вилягання посівів високорослих сортів, тому доцільним є використання ретардантів для модифікації цього процесу. Так, при обробці рослин ярого ріпаку препаратом 3-DEC протягом вегетації збільшувався діаметр стебла на 16-20%, а під впливом 17-DMC – на 15-19%. У результаті стійкість до полягання рослин збільшувалась на 1,2 бали. Спостерігалось збільшення кільця первинної кори і центрального циліндра стебел ріпаку [99, 100].

Препарат іншої групи, триапентанол, суттєво (на 5-11%) зменшував кінцеву довжину стебла і на 1,4-2,7 бали по 9-бальній шкалі зменшуючи вилягання рослин ріпаку [190]. В інших літературних джерелах міститься інформація про зменшення полягання посівів ріпаку за дії паклобутразолу і флурпірамідолу [175].

Штучно виведений гібрид капусти і суріпиці характеризувався великою кількістю стручків, доброю кущистістю, але сильним виляганням. Цього недоліку вдалося майже зовсім позбутися, використовуючи регулятори росту у фазу початку цвітіння, при цьому найефективнішим було використання паклобутразолу [253].

Вивчаючи дію баронету на посівах озимого ріпаку, виявлено, що при обробці в осінній період висота рослин зменшувалася з 152 см до 93 см, а у

весняний – з 132 см до 101 см. При цьому посилювалося галуження стебла [201]. Інші дані свідчать, що обробка рослин ріпаку культуром і баронетом у фазу початку цвітіння знижує висоту рослин у середньому на 25 см. Найбільший ефект спостерігався в розріджених посівах [227]. Досліджено, що обробка озимого ріпаку паклобутразолом впродовж вегетації зменшувала висоту рослин на 10-12 см, одночасно посилюючи галуження стебла [165]. Обробка рослин *Brassica carinata* сорту РС-5 паклобутразолом у концентраціях 5, 10, 20 мкг/мг суттєво зменшувала висоту рослин, модифікувала габітус і посилювала гіллястість [264]. Використання іншого представника триазолових сполук BAS 111 W на ячмені, ріпакові, рисі і горосі як в умовах кліматичної камери, так і в польових умовах гальмувало ріст рослин від 5 до 75%.

З літературних даних відомо, що обробка рослин озимого ріпаку ретардантами триазолового типу найбільш ефективна у фазу цвітіння або бутонізації, інші регламенти обробки були менш ефективними [195, 227, 280]. У ярого ріпаку найбільш ефективною була обробка у фазу трьох-п'яти листків [99, 100].

Одним із важливих напрямків використання ретардантів є покращення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища [15]. В літературі часто зустрічаються дані про використання ретардантів з даною метою на плодово-ягідних, зернових, овочевих та декоративних культурах, значно менше на технічних і практично відсутні на олійних [7, 44, 67, 83, 181, 250, 274]. Встановлено, що обприскування рослин ріпаку аналогами АБК у формі ефірів підвищувало холодостійкість на 1-2%, а обробка дерев яблуні 2-ХЕФК покращувала їх водний баланс за рахунок збільшення водного потенціалу листя та зменшення інтенсивності транспірації, але дія самого етилену не впливала на оводненість рослин. Відомо, що уніконазол підвищував стійкість проростків пшениці в умовах водного стресу до високих температур за рахунок збереження тургору і меншого утворення етилену [126]. Відмічено, що тебуконазол (фолікур)

використовували з метою підвищення зимостійкості озимого ріпаку. Застосування препарату у дозі 0,5 л/га на стадії шести листків (вересень) призводило до підвищення інтенсивності зеленого забарвлення і стійкості до низьких температур [187].

Препарати ССС та дигідрел підвищували адаптаційні можливості рослин, зокрема їх терморезисцентність [145], а обробка ССС томатів покращувала водний режим рослин після пересадки їх у відкритий ґрунт [17]. Під дією препарату BAS 111 W відмічалось покращення посухостійкості та зимостійкості рослин ріпаку за рахунок кращого розвитку кореневої системи та накопичення вуглеводів [220, 249]. Відмічено, що при обробці насіння пшениці мівалом покращувалась термостійкість рослин. При цьому слід відзначити, що високі температури знижували інтенсивність фотосинтезу в контролі удвічі, в той час як зниження інтенсивності фотосинтезу у рослин, оброблених мівалом, було незначним. В оптимальних умовах середовища дія препарату не проявлялася [111]. Даний препарат покращував водний обмін ярої пшениці сорту Миронівська 35 за рахунок водоутримуючої здатності рослини [22]. У вегетаційних дослідках під впливом препаратів ССС та алару при обробці на стадії утворення кошика покращувались посухостійкість і урожайність рослин соняшнику сорту Передовик [296].

Відмічено, що мепікватхлорид зменшував пошкоджуваність вітром проростків бавовнику [208], а триапентанол покращував водний режим рослин ячменю та ріпаку [73].

Співробітниками Брістольського університету було досліджено вплив тетциклациса на зимостійкість озимого вівса шляхом замочування насіння. Так, зимостійкість дослідних рослин покращувалась за рахунок глибшого залягання вузла кущіння на 2,5 см проти контролю. Встановлено, що від морозів гинуло до 50% рослин, а за обробки препаратом лише 15% [168]. При вивченні дії ГК та ССС на зимостійкість декількох ліній пшениці сорту Ульянівка встановили, що під впливом обох

препаратів спостерігалось як покращення, так і погіршення зимостійкості різних ліній даного сорту. Це свідчить про явище поліморфізму в середині сорту до даних препаратів [73].

Літературні дані щодо впливу різних груп ретардантів на перезимовування рослин озимого ріпаку свідчать, що найефективнішим було застосування препарату ретацел-супер, який забезпечував збереження 77% рослин проти 56% контрольних [203].

П'ятирічні дослідження використання ретардантів з групи азолів (триапентанолу, флурпірамідолу, BAS 111) на озимому ріпакові попереджувало надмірний розвиток вегетаційної маси в осінній період перед входженням у зиму, підвищувало морозостійкість і зимостійкість рослин, а обробка навесні обмежувала ураженість рослин цілим рядом хвороб [249].

Отже, більшість інгібіторів росту рослин можуть досить ефективно використовуватися на практиці для покращення стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб та шкідників завдяки фунгіцидним властивостям ряду препаратів, проти вилягання в наслідок вкорочення осьових розмірів рослини та потовщення стебла, для підвищення адаптаційних можливостей рослин по відношенню до факторів зовнішнього середовища.

Практичне та теоретичне значення має подальше вивчення регламентів використання рістгальмуючих препаратів у залежності від природних, кліматичних, погодних умов, видових та сортових властивостей сільськогосподарських культур, доз препаратів та способів їх внесення.

1.3. ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ІНГІБІТОРНОГО ТИПУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

З літературних джерел відомо, що існує зв'язок між вуглеводним, азотним і ліпідним обмінами та накопиченням сухої речовини рослинами і

їх продуктивністю [34, 102, 155]. Під дією ретардантів відбувається перерозподіл асимілятів між органами рослини і направлення їх до господарсько важливих органів внаслідок гальмування активності зон росту [4, 7, 51, 64, 65, 70, 72, 103, 154, 212].

Проведені дослідження свідчать, що накопичення різних форм азотних сполук залежить від виду і сорту рослини, фази онтогенезу, дози препарату, способу його використання. В оброблених ССС на початку фази трубкування рослинах пшениці спостерігалось збільшення кількості білкового і небілкового азоту, легкокорозчинних та важкорозчинних його форм, а також відмічено зміни в амінокислотному складі [126].

Обробка рослин ячменю сорту Вінер ССС з метою покращення стійкості рослин проти вилягання супроводжувалася збільшенням вмісту білкового та загального азоту на початку та в кінці вегетації на 7-9% з одночасним зменшення вмісту цих фракцій азоту в середині вегетації [125]. Встановлено, що обробка у фазу молочної стиглості рослин пшениці і ячменю дигідролом та гідролом не впливала на вміст крохмалю і білка або ж вміст білка зменшувався, а вміст крохмалю зростав [126].

Досліджено, що при обробці 10-денних проростків квасолі розчином ССС спостерігали збільшення кількості білкового азоту протягом першого тижня росту, в подальшому його кількість зменшувалася. У дослідках П.А. Власюка на рослинах редьки ССС зменшував вміст небілкового і збільшував вміст білкового азоту через два тижні після обробки. Дана тенденція зберігалася протягом усього періоду вегетації рослин. ССС також сприяв накопиченню білків у коренях моркви з одночасним їх зниженням у листках [40]. Разом з тим, застосування цього ж препарату на рослинах цукрового буряка зумовлювало зростання азоту у всіх вегетативних органах [34].

Встановлено, що характер зміни азотного обміну в значній мірі залежить від часу дії ретарданту. Так, у рослин квасолі і кінських бобів через три дні після обробки ССС вміст білка, аміачного, нітратного азоту

зменшувався, а кількість амідного азоту збільшувався. Проте на шостий день рівень білків наближувався до контрольного [39].

У ряді робіт вказується на зниження концентрації білків у рослинах під впливом ССС. Досліди, проведені на різних сортах кормового люпину, показали, що накопичення білків у значній мірі залежить від концентрації препарату і часу його дії. Незначні концентрації ССС збільшували накопичення білків в стеблах, а високі концентрації знижували цей показник [40]. В інших роботах відмічено, що при обробці ССС злакових культур спостерігалось зниження вмісту білка в зерні або відсутність будь-яких змін у порівнянні з контролем. Так, під впливом ССС збільшувався урожай зерна жита у сорту Харківський 60 і зменшувався у сорту Беняківський; ССС підвищував урожайність ячменю, але не покращував стійкості проти вилягання [39].

Вивчаючи вплив триазолів на використання азоту корінням і стеблом олійного ріпаку, встановлено, що низькі дози азоту не викликали будь-яких змін, помірні стимулювали ріст надземної і підземної частин рослини, одночасно збільшуючи концентрацію азотовмісних сполук в них, а великі – знижували біомасу рослин [188].

Відомо, що ретарданти впливають і на вуглеводний обмін рослин. Дослідження Стоддата показали, що на фоні високих доз азоту під впливом ССС накопичувалися вільні цукри фруктозани і γ -амінокислоти у рослин озимої пшениці, а вміст білків дещо зменшувався. При низькому азотному фоні під впливом того ж препарату кількість редуруючих цукрів збільшувалась. Це дало можливість зробити висновок, що при доброму забезпеченні азотом не інгібується перетворення вуглеводів, а при низькому відбувається направлення редуруючих цукрів на синтез запасних полісахаридів [159, 160].

Встановлено, що вплив ретардантів на вуглеводний обмін залежить від фази обробітку рослин. Так, обробка рослин пшениці ССС у першій половині вегетації збільшувала кількість моносахаридів, а в період

колосіння знижувала. До фази колосіння також збільшувалась кількість сахарози, проте активність ферментів, що регулюють вуглеводний обмін, практично не змінювалася. Всі вище наведені факти свідчать про зміну направленості вуглеводного обміну в різних рослинах, але поки що важко сказати, через які системи здійснюється дія ретардантів. Більш чіткими є уявлення про вплив інгібіторів росту на перерозподіл окремих цукрів у рослинах. Відомо, що ССС в концентрації від 10 до 100 мг/л збільшував переміщення ^{14}C -сахарози вище та нижче обробленого листка в рослинах гороху. Такий самий ефект спостерігався при обробці рослин гороху фосфоном D в низьких концентраціях, при цьому різко зменшувався рух цукрів до квіток [39].

У дослідях з цукровим буряком передзбиральна обробка рослин ССС сприяла посиленню відтоку радіовуглецю з листків до коріння, збільшуючи при цьому цукристість на 1-2% [39], а у інших роботах застосування даного препарату зменшувало накопичення сахарози у коренеплоді в перерахунку на суху речовину і збільшувала у перерахунку на сиру масу [34]. При обробці рослин *Brassica carinata* паклобутразолом збільшувався вміст білків, розчинних цукрів і крохмалю у насінні, але зменшувалася кількість олії [264].

У деяких джерелах відмічено, що ССС сприяє відтоку асимілятів до колоса і в кореневу систему за рахунок значного скорочення довжини стебла, збільшення синтезу основних компонентів клітинних стінок рослин злакових культур. Встановлено, що зміна донорно-акцепторних відносин під впливом ССС в рослинах сприяє кращому наливу зерна, розвитку бічних стебел і забезпечує реалізацію потенційної продуктивності зернових культур. Досліджено, що ССС сприяє підвищенню урожаю завдяки кращій виповненості зерна і збільшенні маси 1000 насінин, тоді як кампозан М підвищує урожайність зерна шляхом більшої продуктивності бічних стебел, але при цьому погіршує якість зерна і затримує його дозрівання [126].

Інші літературні дані свідчать, що урожай зерна з однієї рослини і маса 1000 насінин пшениці та ячменю після обробки дигідрелом та гідрелом в польовому та вегетаційному досліді залишалися на рівні контролю, а іноді і зменшувалися. Обробка рослин ярого ячменю ССС підвищувала стійкість до вилягання на 2-3 бали, збільшуючи урожайність у сорту Майя, а у стійкого до вилягання сорту Надя спостерігалось зниження врожайності. У короткостеблових сортах пшениці використання ССС не давало ефекту, а у деяких викликало зниження урожаю. Таким чином, збалансована гормонально-інгібіторна система регуляції невилігачаючих сортів не потребує введення зовні синтетичних регуляторів росту. Отже, ретарданти мають вибіркову дію [126].

Слід відмітити, що під впливом ССС урожай соломи може збільшуватися, зменшуватися чи не змінюватися. Аналогічні явища відбуваються і з довжиною колосків. Деякі дослідники схиляються до думки, що основою підвищення продуктивності пшениці під впливом ССС є підвищення кущистості. Однак в ряді дослідів спостерігається зниження кущистості. Потрібно відзначити, що подібні зміни залежать від особливостей сорту і умов вирощування. ССС здійснював вплив і на якість зерна пшениці, що також залежало від сорту і факторів середовища.

Обробка рослин ячменю паклобутразолом значно інгібувала ріст стебла, збільшуючи кількість бічних продуктивних пагонів та урожай зерна у порівнянні з іншими препаратами [126]. До збільшення урожайності цієї культури на 1-11% призводило використання препарату BAS 111 W [220]. Дані літератури свідчать про зростання урожаю бавовнику під впливом препаратів ССС [208] та мепікватхлориду [192] відповідно на 15-45 і 17,9%. Разом з тим, використання піридазину на посівах рису в дозі 1,1-4,5 кг/га у фазу цвітіння не змінювало урожайності, а у ряді випадків знижувало її [200]. Покращення цукристості буряків у вегетаційному досліді спостерігали за дії хлормекватхлориду. Урожайність коренеплодів при цьому не змінювалася [7].

Встановлено, що обробка рослин гірчиці на початку ініціації квіток на зрошувальній ділянці хлормекватом призводила до збільшення урожайності на 26-54%, а на ділянці без додаткового зрошення при дозі препарату 80 мл/га в середньому на 74%. Одно- та двократні поливи збільшували урожайність на 35-60%. Приріст урожаю відбувався за рахунок посилення гіллястості, збільшення кількості стручків, їх довжини, маси 1000 насінин [256].

Полеві дослідження впливу чотирьох ретардантів на вміст хлорофілу, розчинних білків і азоту в листках та олії двох генотипів соняшника свідчать про те, що обробка листків мепікватхлоридом в концентрації 1000×10^{-6} викликала підвищення вмісту хлорофілу і азоту в листках рослин.

При цьому більш високі концентрації даного препарату знижували вище згадані показники. Під впливом мепікватхлориду вміст білків у насінні та олійність з підвищенням концентрації препарату зростали не значно. Відмічено, що ретарданти ГМК, ТБК та цикоцел були ще менш ефективними [253].

Співробітниками Лондонського університету вивчався вплив паклобутразолу на розподіл і використання асимілятів, мічених по вуглецю, у рослин озимого ріпаку. Встановлено, що препарат посилював відтік асимілятів в репродуктивні органи і особливо в ті, що розміщені на верхівці стебла. Відтік асимілятів з листя спочатку відбувається до стебел, а потім до репродуктивних органів. Перед обробкою паклобутразолом репродуктивні органи містили 4% радіовуглецю, а після неї і аж до збирання врожаю 9% поглинутого у фазу цвітіння радіовуглецю. В інших дослідженнях цих же авторів є дані про особливості переміщення продуктів фотосинтезу з вегетативних до генеративних органів за дії паклобутразолу в дозі 500 г/га перед входженням рослин озимого ріпаку у фазу зимового спокою. Встановлено, що препарат посилював відтік мічених по вуглецю асимілятів до плодів та насіння навесні, оптимізуючи

таким чином продуктивність. Експонування ^{14}C здійснювали у фазу цвітіння [165].

Дія паклобутразолу на листки *Brassica carinata* в концентраціях 5, 10, 20 мкг/мл збільшувала урожайність насіння з рослини за рахунок збільшення кількості стручків на ній. При цьому зростала загальна суха маса рослини і змінювався коефіцієнт її розподілу. Листки характеризувалися підвищеним вмістом хлорофілу, кращою збереженістю на рослинах у порівнянні з контролем [264].

Встановлено, що уніконазол гальмував процес старіння рослин ріпаку, сприятливо впливав на ріст коріння і стебла. Обробка препаратом у фазу трьох листків покращувала та стабілізувала урожай [272]. Застосування міксталолу покращувало структуру компонентів урожаю, збільшувало кількість ефективних стебел і стручків на одній рослині. Найбільш ефективним було застосування препарату на початку цвітіння та на стадії повного цвітіння. Препарат не впливав на якість насіння і довжину вегетаційного періоду [298].

Дворічні дослідження в Чехословаччині по використанню різних груп ретардантів на рослинах ріпаку стверджують, що препарати алар-85, невірол-20 WP, RSW-0411 збільшували кількість стручків на рослині на 7-8% [176]. Багаторазова обробка ріпаку триапентанолом протягом вегетації збільшувала урожайність з 50 до 54 г за рахунок зростання кількості насіння на одній рослині, числа стручків з 617 до 686, насінин в 10 стручках з 23,2 до 26,5, маси 1000 насінин з 3,6 до 4 г [233].

Виявлено, що препарат баронет (триапентанол) залежно від умов вегетації збільшував урожайність озимого ріпаку при осінній обробці на 20,7%, а при весняній – на 9,2%. Причиною збільшення урожайності було посилене галуження та зростання кількості стручків на одній рослині з 80,9 до 124,5-152,5, також зростання кількості насінин в стручках [201].

Літературні дані свідчать, що максимальні значення зростання урожайності трапляються у розріджених посівах [227]. Обробка рослин

озимого ріпаку ретардантами RSW і тебепасом збільшували урожайність з 35,7 ц/га до 37,6-38,1 ц/га, при цьому маса 1000 насінин зростала з 4,5 до 4,8 г. Препарат ретацел збільшував кількість бутонів на 1 рослині з 405 до 489,4, збільшуючи урожай з 28,8 до 29,1 ц/га [203]. У польових дослідженнях при використанні препаратів триапентанолу та флурпірамідолу на рослинах ріпаку збільшувалась урожайність при невисоких дозах азоту на 24-33%. Значні дози азоту не сприяли позитивній дії ретардантів [235].

Встановлено, що осіння обробка рослин ріпаку триапентанолом, BAS 111 і флурпірамідолом сприяла дружньому і рівномірному цвітінню та дозріванню плодів, стабілізувала урожай і збільшувала його на 10% [249]. А обробка невіролом низькоерукових сортів ріпаку достовірно збільшувала урожайність на 1-88% порівняно з контролем, не впливаючи на масу насіння та вміст білків і олії у ньому [279].

Протилежні зміни спостерігалися при обробці штучного гібриду, отриманого в результаті схрещування свиріпи і капусти, паклобутразолом з метою запобігання виляганню [253]. Відмічено, що мінімальні концентрації церону збільшували урожайність озимого ріпаку на 7% при обробці перед початком цвітіння. Інші строки обробки і дози препаратів зменшували насінневу продуктивність [271]. Обробка триапентанолом у дозі 1 кг/га рослин ріпаку сорту Jet Neuf у фазу відокремлення головного квітконоса з метою запобігання виляганню та надмірного осипання насіння призводило до зменшення кількості стручків на рослині та зниження маси 1000 насінин [246]. Депресивно на урожайність озимого ріпаку впливала обробка культуром та баронетом фазу наливу насіння [227].

Протягом семи років вивчали дію ретардантів різних груп (хлормекват, етефон, триапентанол, паклобутразол, BAS 115 W) на безерукових і низькоглюкозинолатових сортах озимого ріпаку в різні періоди вегетації. Спостерігали ряд побічних негативних ефектів, одним із яких було зниження урожайності за дії триазолових сполук у певних

грунтово-кліматичних умовах [248].

Вміст олії у ріпаковому насінні та її якісні характеристики є важливою складовою продуктивності культури. Відомо, що основними напрямками селекції озимого та ярого ріпаку є зменшення вмісту ерукової, ліноленої, пальмітинової кислот та глюкозинолатів і збільшення вмісту олеїнової та лінолевої кислот [199]. Ряд літературних джерел містять інформацію про те, що водний стрес та високі дози азоту знижують вміст ріпакової олії та погіршують її якісні характеристики [10, 234].

Однак в літературі практично відсутня інформація про вплив інгібіторів росту на вміст олії в насінні олійних культур, її хімічний склад та якісні характеристики, а поодинокі дані носять суперечливий характер. Зокрема обробка гірчиці хлормекватом значно збільшувала вміст олії у насінні [256], а застосування цикоцелю на посівах соняшнику практично не змінювало цього показника [163]. Застосування паклобутразолу на рослинах *Brassica carinata* сорту PC-5 в умовах Індії значно збільшувало вміст білка, крохмалю та розчинних цукрів у насінні і зменшувало вміст олії [264]. Обробка ярого ріпаку аналогами четвертинних солей амонію (3-DEC та 17-DMC) збільшувала олійність насіння на 6-7%, одночасно зменшуючи вміст глюкозинолатів на 14% [99]. Такі ж результати спостерігалися при обробці ріпаку сорту Аріана сумішшю паклобутразолу і хлормекватхлориду [197] і не змінювалися в порівнянні з контролем при застосуванні суміші на сорті Кобра [178]. Однак обробка олійного ріпаку препаратами RSW і тебепас збільшували в насінні вміст білків і глюкозинолатів, зменшуючи при цьому вміст олії і не змінюючи її хімічного складу [209].

Отже, нечисленні, часто неоднозначні літературні дані не дають чіткого уявлення про вплив інгібіторів росту на вміст олії у насінні ріпаку та її якісні характеристики, що визначає необхідність поглиблення досліджень у даному напрямку.

РОЗДІЛ II

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ, ОБЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. АГРО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії фізіології і біохімії рослин Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, у відділі зоотехнічної оцінки кормів та годівлі тварин Інституту кормів УААН України, у лабораторії фітогормонології Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, на виробничих насадженнях озимого ріпаку СТОВ “Надія” с. Гармаки Барського району Вінницької області, агрофірми “Копачівська” с. Копачівки Деражнянського району Хмельницької області та СВАТ “Поділля” с. Міжлісся Барського району Вінницької області.

Ріпак (*Brassica napus oleifera Metzger L.*) – однорічна рослина Відділу Покритонасінні, Класу Дводольні, Підкласу Діленіїди, Родини Хрестоцвіті, Роду Капуста. Корінь стрижневий, потужний довжиною до 3 м, діаметром у верхній частині до 3 см. Має 5-6 бокових коренів з великою кількістю відгалужень до 25-40 см по різні боки від центрального кореня. Стебло прямостояче, циліндричне, сильно галужене, має до 10-15 гілок першого порядку. Висота рослин 140-190 см. На одній рослині 15-25 листків різної форми, покритих восковим нальотом сизо-зеленого іноді сизо-фіолетового кольору. Нижні – ліровидно-перисто-порізані, середні – видовжено-списоподібні, верхні – видовжено-ланцетні з розширеною основою, що охоплює 2/3 стебла. Листорозміщення чергове. Суцвіття – пухка, видовжена кисть. Квітки правильні, двостатеві з подвійною оцвітиною. Віночок хрестоподібний. Чашолистки зеленувато-жовті, еліптично-яйцевидні довжиною 6-8 мм. Пелюстки віночка заокруглені золотаво-світло-оранжево-жовті довжиною 8-16 мм. Тичинок 6, 4 з них 4 вищі за маточку, маточка одна. Кожна квітка цвіте три дні, пазушні квітки

зацвітають пізніше верхівкових на 3-5 днів. На центральній кисті розміщується 20-30 квіток діаметром 19-22 мм [98, 132].

Ріпак – факультативний самозапильовач, 20% квіток запилюються перехресно. Зав'язь верхня, плід – гладенький стручок довжиною 6-12 см, шириною 4-6 мм, плодоніжка довжиною 10-30 мм. На одній рослині зустрічається до 200-300 стручків. В одному стручку 20-35 насінин, які кріпляться до перетинки в середині стручка. Насіння круглої шароподібної форми з гладенькою (при збільшенні крапково-ямчастою) оболонкою. Насінний рубчик круглий з чорною крапкою в середині. Насінина чорного або коричневого кольору діаметром 1,7-2,2 мм. Маса 1000 насінин 2,5-5 грамів. Насіння зберігає здатність проростати 5-6 років. У дикому вигляді ріпак не знайдено. Вид виник у результаті спонтанного схрещування капусти і свиріпи. Капуста в диплоїдному наборі має 18 хромосом, а свиріпа – 20. Ріпак має 38 хромосом. Розрізняють озиму та яру форми. Яра форма має дві, а озима – п'ять різновидностей. Ярі рослини більше покриті восковим нальотом, мають менші розміри стручків і меншу їх кількість на одній рослині [98].

Вегетаційний період озимого ріпаку 275-282 дні, ярого – 82-125 днів. Рослина потребує великої кількості вологи, особливо перед початком росту та під час цвітіння. У цей період рослині необхідно 60% води від її маси.

Сіють озимий ріпак у другій половині серпня на глибину 2-3 см, ширина міжрядь 15 см. В середньому на гектар використовують 8-12 кг насіння. Середня густина посіву становить 80-120 рослин на 1 м². Насіння проростає на 6-8-й день. Через 8-10 днів після посіву з'являється перша пара листочків, а на 11-12-й день – листкова розетка. На 30-й день – потужна розетка з 5-8 листків діаметром 30-60 см, висотою 15-20 см.

Перші 30-40 днів рослини ростуть повільно. Проростки можуть з'являтися навіть при температурі +1⁰С, переносити заморозки до -3...-5⁰С, а дорослі рослини до -8⁰С.

У жовтні на 60-75-й день вегетація припиняється. Зимовий спокій триває 130-145 днів. При доброму загартуванні восени рослини переносять температуру до $-12\dots-14^{\circ}\text{C}$.

Навесні вегетація розпочинається при температурі $+2\dots+6^{\circ}\text{C}$. На 15-й день утворюються суцвіття, а через десять днів бутони. На 25-30-й день розпочинається цвітіння, яке триває 20-40 днів. У квітках постійно утворюється нектар у кількості 0,6-0,8 кг на 1 га. Косять ріпак і тоді ж молотять у кінці червня – на початку липня [123].

Вимоги до ґрунту: не глинистий слабо супіщаний із вмістом гумусу не менше 1,1%, рН 5,8-6,5. Рослини збагачують ґрунт органікою та мінеральними речовинами. Ріпак є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, особливо зернових. Добрим попередником для ріпаку є бобові культури: горох, соя. Сума активних температур більше $+10^{\circ}\text{C}$ має становити 2400°C . Висока температура під час цвітіння і бутонізації викликає опіки бутонів, а під час дозрівання зменшує кількість олії. Оптимальна температура в цей період має становити $+25\dots+28^{\circ}\text{C}$. Ріпак рослина довгого дня і плодоносить при 12-годинному світловому дні [108].

2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводили на сортах озимого ріпаку Галицький і Вотан.

Сорт Галицький. Виведений в Інституті хрестоцвітних культур УААН (м. Івано-Франківськ). Занесений до Державного Реєстру сортів рослин України (1997 р.). Захищений авторським свідоцтвом № 516. Сорт інтенсивного типу, стійкий до вилягання (5 балів) й ураження грибковими хворобами, характеризується найвищою зимостійкістю (96%). Урожайність 18-35 ц/га. Придатний для одержання харчової олії, вихід якої 42-44%. Ріпак також вирощують з метою використання його зеленої маси на корм тваринам. Її урожайність становить 440 ц/га. Сорт ранньостиглий,

вегетаційний період 300-305 днів. Рослини заввишки 140-145 см. Кущ напівзімкнений. Стебло діаметром 0,5-2,5 мм з легким антоціановим забарвленням, неопушене. Листки гладенькі, ліроподібні, пірчасто-розсічені, неопушені. Суцвіття – рихла китиця, квітки світло-жовті. Насіння кулеподібне темно-коричневе. Кожна рослина утворює до 420-450 стручків і дає близько 50 г насіння темно-коричневого кольору. Стручок містить до 50 насінин. Маса 1000 насінин 4,5-5,0 г. Вміст ерукової кислоти 1,1-1,8%, глюкозинолатів 2,1-2,9%. Строки сівби третя декада серпня. Норма висіву 5-6 кг/га. Рекомендований для зони Лісостепу та Полісся [5, 128, 129].

Сорт Вотан. Виведений фірмою “НПЦ – Лембке” (м. Хольтзел, Німеччина) в 1997 році. Сорт низькоеруковий (0,9%) і низькоглюкозинолатний (1,4 бала), зерново-кормовий. Рекомендований для посівів у Лісостепу і Поліссі. Добре переносить несприятливі погодні умови, має стабільну врожайність, зимостійкий, стійкий до хвороб і вилягання. Рослини характеризуються ранніми строками посіву та більш пізнім дозріванням. Вегетаційний період 314 днів. У сорту більша кількість бічних пагонів і стручків, ніж у вітчизняних сортів. Кущ напівзімкнений. Листки гладенькі, без антоціану, ліроподібні, пірчасто-розсічені. Суцвіття – китиця з яскраво-лимонними квітками. На рослині утворюється до 500 стручків. Насіння темно-коричневе, кулеподібне. Маса 1000 насінин близько 7 г. Вміст олії у насінні до 40,2%. Для сорту є характерним уповільнений розвиток восени, що пов’язано з обмеженою здатністю до утворення стебла, і пізній початок вегетації навесні. Урожайність зеленої маси 450 ц/га, насіння 25-45 ц/га [128, 129].

Сорт Сенатор Люкс. Новий сорт безерукового озимого ріпаку, типу "00", створений методом гібридизації з подальшим індивідуальнородинним підбором в поколіннях в лабораторії селекції і насінництва ріпаку Інституту землеробства УААН. Призначений для отримання харчового масла і шроту, виробництва біодизельного палива.

Сотр Сенатор Люкс занесений в Реєстр сортів України в 2006 році, і має дозвіл для вирощування без обмежень.

Сорт характеризується округлим стеблом товщиною 14-17 мм та висотою до 178 см. на якому розміщується 7-8 гілок першого порядку. Тривалість вегетаційного періоду 278 днів. Суцвіття – мітелка довжиною 26-37 см. Плід – стручок довжиною 8-10 см, у якому розміщено 25-31 насінин округлої форми, чорнокоричневого кольору. Маса 1000 насінин 5,2 г. Сорт стійкий до вилягання рослин і осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Потенціал врожайності – 55-60 ц/га. У виробничих посівах показали середню врожайність 34-48 ц/га насіння при використанні звичайної технології вирощування [5, 129].

За даними Інституту землеробства, у середньому за роки випробування в умовах дослідного господарства “Чабани” Києво-Святошинського району Київської області врожайність насіння складає 39 ц/га. Вміст олії в насінні 46,2%, ерукової кислоти в олії – 0,3%, глюкозинолатів у насінні – 17,5 мкмоль/г. Просторова ізоляція від посівів ріпаку інших сортів становить не менше 500 м.

Сорт рекомендовано для вирощування в Лісостепу і на Поліссі України зимостійкість досягає 78% [128].

2.3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕПАРАТІВ

Паклобутразол (РР 333) – 4,4-диметил-2-(1,2,4-триазоліл-1)-1-(4-хлорфеніл)пентанол-3, похідна 1,2,4-триазолу ($C_{15}H_{20}ClN_3O$)-(2RS, 3RS). Це біла кристалічна речовина, яка характеризується низькою розчинністю у воді (0,035 г/л), температура плавлення 165-166⁰С. ЛД₅₀ для білих пацюків становить 1356-1953 мг/кг [126]. Висока активність паклобутразолу пов’язана із стабільністю його молекул. Методом біопроб встановлено, що навіть через 11 тижнів після застосування препарату спостерігалось гальмування росту пагонів суниці [125]. Ретардантна активність паклобутразолу, що визначалась методом біотестування на

горосі була на порядок вищою порівняно з ССС. У 80-х роках ХХ ст. почали використовувати паклобутразол на олійних культурах соняшнику і ріпаку [126].

Дія паклобутразолу основана на інгібуванні біосинтезу гіберелінів у трьох частинах цього процесу, що забезпечує виключно високу і стабільну ретардантну активність при низькому екологічному навантаженні на гектар.

Препарат синтезовано на фірмі “АСІ” (Великобританія). При вивченні ретардантної активності ряду триазолових сполук на основі паклобутразолу фірмою створені торгові препаративні форми у вигляді гранул – ориза і емульсії – культар, де вміст активної речовини становить 25% [83, 115].

Роботи проводилися з 0,05 та 0,025%-ми водними емульсіями паклобутразолу.

Декстрел – Д-(+)-трео-1-(п-нітрофенол)-1,3-діоксіізопропіламоній, 2-хлоретилфосфонова кислота.

Катіоном декстрелу є декстрамін, що залишається під час виробництва антибіотика лівоміцетину. Декстрел – тверда кристалічна речовина, жовтуватого кольору, не гігроскопічна, не вибухонебезпечна. Вміст діючої речовини в технічному продукті складає 95-96%, вміст води 3,95-4,95%. Температура плавлення 150-153⁰С. Сполука добре розчинна у воді, зберігається в темряві до трьох років. Препарат та його водні розчини не мають корозійних властивостей. Робочі розчини зберігають стабільність в інтервалі рН 4,6-7,1. Термін зберігання робочого розчину – 2 доби. Через сім днів зберігання рН однопроцентного розчину змінюється від 4,96 до 4,06.

Декстрел – малотоксична сполука. ЛД₅₀ при пероральному введенні для білих пацюків складає 6000 мг/кг. Препарат немає шкіряно-резорбтивної дії і кумулятивних властивостей, не виявляє ембріотоксичної і тератогенної дії [83, 114].

Використовували 0,3%-й водний розчин декстрелу.

Хлормекватхлорид (ССС-460) – α -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 [153].

ЛД₅₀ для білих пацюків становить 640 мг/кг, максимальна добова доза для людини – 0,07-0,09 мг. 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 називають цикоцел або ТУР. Він прозорий з неприємним запахом амінів, має нейтральну реакцію (рН 7), не займається.

Хлормекватхлорид вперше синтезований у Німеччині фірмою “Штефес” у 1995 році [54, 90, 115]. Препарат наданий Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України (м. Київ).

Роботи проводили 1, 0,75 та 0,5%-ми водними розчинами хлормекватхлориду (ССС-460, фірма “BASF AG”, Німеччина).

Індоліл-3-оцтова кислота (C₁₀H₉NO₂) - біла кристалічна речовина з молекулярною масою 175,19 і температурою плавлення 168⁰С. На світлі швидко темніє. Максимум поглинання світла знаходиться в області 279 нм. ІОК добре розчинна в метиловому, етиловому і інших спиртах, в сірчаному ефірі і етилацетаті, погано – у воді, бензолі, хлороформі, краще розчинна в гарячій воді. ІОК швидко розкладається в кислому середовищі і при наявності окисників, наприклад H₂O₂. В лужному середовищі більш стабільна [125].

Індолілоцтова кислота — головний природний ауксин — швидко розщеплюється ферментом індолацетатоксидазою. Активність цього

ферменту гальмує деякі ортодифеноли.

Поліетиленгліколь (ПЕГ), $\text{H}-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-\text{OH}$ полімер етиленоксиду. Для низькомолекулярного поліетиленгліколю (карбовакс) молекулярна маса 200-40000г/моль, для високомолекулярного (поліокс, алкокс) 40000-100000г/моль. Поліетиленгліколь – в'язка рідина ($M_r < 400$ г/моль) або воскоподібна речовина (M_r 200-2000 г/моль) чи кристалічні термопластичні полімери ($M_r > 2000$ г/моль). Поліетиленгліколь розчинний в багатьох органічних розчинниках: бензолі, чотирьохлористому вуглеці, хлороформі, диметилформаміді, ацетонітрилі. Добре розчинний у воді. Розчинність істотно зменшується із збільшенням молекулярної маси полімеру [153].

Поліетиленгліколі нетоксичні і можуть входити до складу харчових продуктів, а також фармацевтичних препаратів.

Отримують ПЕГ шляхом приєднання еквівалентної кількості оксиду етилену до води, або гліколів у присутності основних або кислотних каталізаторів. Використання гліколів як стартової речовини дозволяє отримати ПЕГ з низькою полідисперсністю [125].

Основний спосіб синтезу високомолекулярних полімерів оксиду етилену – суспензійна полімеризація. Полімерні макромолекули, що ростуть, потрібно утримувати від коагуляції з суспензії протягом всього періоду полімеризації. Процес каталізується магній-, алюміній-, або кальційорганічними сполуками у присутності хелатотворних речовин для запобігання агрегації частинок полімеру в ході синтезу. Отримують поліетиленгліколь у вигляді порошку.

2.4. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вегетаційний дослід проводили у вегетаційному будиночку кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Польові дрібноділяночні дослідження закладали на землях сільськогосподарського товариства “Надія” с. Гармаки Барського

району Вінницької області, агрофірми “Копачівська” с. Копачівки Деражнянського району Хмельницької області. Напіввиробничі та виробничі дослідження проводили у СВАТ “Поділля” с. Міжлісся Барського району Вінницької області.

Рослини обробляли вранці за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,025%-м розчином паклобутразолу, 0,3%-м розчином декстрелу і 0,5 та 1%-ми розчинами хлормекватхлориду у фазу бутонізації 26 квітня 2001 р., 25 квітня 2002 р., 8 травня 2003 р., 24 квітня 2004 р. і 10 травня 2006 р та індолоцтовою кислотою (ІОК) концентрацією 10мг/кг та ПЕГ(поліетиленгліколь) 0,5 мл на 1 кг насіння у трьох варіантах: обробка насіння ІОК і ПЕГ, обробка насіння ІОК і ПЕГ та обробці сходів 1%-вим ХМХ і ПЕГ, обробці сходів 1%-вим ХМХ і ПЕГ. Контрольні рослини обприскували водопровідною водою.

При проведенні виробничих досліджень обробку посівів ріпаку здійснювали у фазу бутонізації 28 квітня 2007 р. 0,75%-м водним розчином хлормекватхлориду одночасно з інсектицидом фастак у концентрації 1 л на 2000 л води (діюча речовина альфациперметрин, 100 г/л) за допомогою оприскувача «Амазоне» з довжиною штанг 8,5 м на базі трактора МТЗ-80. Витрата препарату хлормекватхлориду 5 л/га, а робочого розчину – 300 л/га.

Морфологічні показники визначали кожні 10 днів. Площу листків визначали ваговим методом [58]. Мезоструктурну організацію листка під час вегетаційного дослідів вивчали на 70-й день, а під час польових дрібноділяночних дослідів – на кінець вегетації у 2001 р. Вивчення анатомічної будови кореня проводили лише у вегетаційному досліді на 70-й день, а стебла під час польових дослідів у 2001 та 2003 роках – на кінець вегетації [86]. Для мезоструктурного аналізу відбирали листки одного віку та ярусу, а дослідження анатомічної будови стебла та кореня проводили в середній частині органу [204]. Для біохімічного аналізу листки і стебла фіксували рідким азотом з подальшим досушуванням у

сушильній шафі при температурі +85⁰С.

Вегетаційний дослід закладали в умовах піщаної культури у скляних посудинах місткістю три літри, захищених від освітлення чорною непрозорою поліетиленовою плівкою, з додаванням до піску суміші Кнопа у кількостях, аналогічних водній культурі [14]. Під час досліду вологість піску підтримували на рівні 65% від повної його вологомісткості [45, 94]. Рослини ріпаку одноразово обробляли 0,025 і 0,05%-ми водними розчинами паклобутразолу та 0,3%-м розчином декстрелу на 35-й день вегетації у фазу чотирьох листків. Контрольні рослини обробляли дистильованою водою. На 70-й день вегетації визначали морфометричні показники та особливості анатомічної будови листків та кореня. Мезоструктурну організацію листка дослідних рослин вивчали на фіксованому матеріалі. Для його консервації застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1%-го формаліну [86]. Визначення розмірів клітин, окремих тканин, органів, діаметра судин здійснювали за допомогою 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 [83, 86]. Вміст фосфору визначали за утворенням фосфорно-молібденового комплексу, а вміст калію – полум'яно-фотометричним методом [127]. Вміст загального, небілкового та білкового азоту визначали методом Кельдаля [94]. Загальний вміст вуглеводів, моно-, ди- та полісахаридів визначали йодометричним методом за Починком [119].

Польові дрібноділяночні дослідження проводили у 2001-2004 роках. Площа ділянки 9 м², повторність п'ятикратна. Ріпак сіяли 18 серпня 2000 р., 22 серпня 2001 р., 20 серпня 2002 р., 25 серпня 2003 р.,

Напіввиробничі дослідження проводили в 2006 році. Сіяли ріпак 27 серпня 2005 року. Площа ділянки 100 м², повторність трикратна. Виробничі дослідження проводили в 2007 році на площі 1 гектар. Посів проводили 15 серпня 2006 року.

Загальний вміст олії в насінні визначали методом екстракції в апараті Сокслета. В якості органічного розчинника використовували петролейний ефір з температурою кипіння 40-65⁰С [94].

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 [138]. 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 [94]. Вміст глюкозинолатів у ріпаковому насінні визначали титрометричним методом шляхом вивільнення з глюкозинолатів ізотіоціанатів та наступним відтитруванням 0,05 н. NaOH. Гідроліз здійснювали за допомогою ферменту мірозінази в фосфатному буфері рН 7, який виділяли з насіння білої гірчиці шляхом центрифугування (3 тис. об./хв.) протягом 10 хвилин з подальшим екстрагуванням 70-90% етиловим спиртом [95].

Кількісний вміст та якісний склад насичених і ненасичених жирних кислот визначали методом газорідної хроматографії на хроматографі “Хром-1” (Україна). Умови хроматографування: сталеві колонки розміром 200 мм, заповнені сорбентом целітом-545. Швидкість проходження газу 50 мл/хв, газ-носіє азот. Температура колонки – 200⁰С, випаровувача – 210⁰С, полум’яно-іонізаційного детектора – 220⁰С [48].

Фітогормони (гібереліноподібні речовини (ГПР) і абсцизову кислоту (АБК)) із рослинних субстратів тричі екстрагували 80%-м етиловим спиртом з антиоксидантом протягом 24 год. Водні залишки заморожували (24 год.).

Для виділення фітогормонів водний залишок розморожували, підкислювали розчином 2 н. соляної кислоти до рН 2,8-3,0 і центрифугували 20 хвилин при температурі 0⁰С зі швидкістю 15000 об./хв. Для подальших досліджень використовували супернатант [96].

ГПР виділяли із супернатанту послідовною екстракцією спочатку етилацетатом, а потім бутанолом при рН 2,8. Етилацетатна фракція (ЕФ) містила переважно вільні форми ГПР, а бутанольна (БФ) – зв’язані, типу глюкозидів.

Тонкошарову хроматографію проводили у системі розчинників (хлороформ: етилацетат: вода; 5:4:1) на пластинках TLC Silica gel 60 F 254 “Aldrik”. Як маркер використовували стандартний розчин гіберелової кислоти (фірми “Sigma”). R_f гіберелової кислоти у використаній системі розчинників – 0,6.

Активність ГПР визначали методом біотесту, що базується на стимуляції гіберелінами росту гіпокотилів салату сорту Кучерявець одеський [96]. Кількість ГПР визначали за допомогою калібрувальної кривої, побудованої по гібереловій кислоті, і виражали в еквівалентах до ГК₃.

Вільні форми АБК тричі екстрагували очищеним диетиловим ефіром (співвідношення 1:1). Виділення зв’язаної форми АБК проводили за допомогою кислотно-лужної переекстракції (до водного залишку додавали 0,1 н. NaOH у 30%-у спирті, проводили гідроліз протягом трьох годин). Після охолодження реакційну суміш підкисляли до рН 3,0 розчином 2 н. соляної кислоти і тричі екстрагували АБК у диетиловий ефір. Очищення об’єднаних ефірних фракцій вільних і зв’язаних форм АБК проводили за допомогою 0,5М розчину дигідрофосфату калію, при цьому з ефірної фракції гормони переходили у розчин солі, потім розчин доводили до рН 3,0 і тричі екстрагували гормони диетиловим ефіром. Об’єднані ефірні екстракти випарювали при +40⁰С.

Сухі залишки гормонів розчиняли у 500 мкл 96%-го етанолу та наносили на пластинки TLC Silica gel 60 F 254 “Aldrik”. Тонкошарову хроматографію проводили у системі розчинників етилацетат: хлороформ: льодяна оцтова кислота (30:70:5). Зони хроматограм, які відповідали R_f стандартів АБК (фірми “Sigma”), елювали 96%-м етанолом та

випаровували досуха на ротаційному випарнику [96].

Ідентифікація та кількісне визначення фітогормонів проводили методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі фірми Pye Unicam 4000 (США). Умови хроматографування: колонки Spherisor в 5nm ODS (Merk) Philips Pye Unicam LTD і Ultrasphere ODS рd 5 m 4,6m mх 25 cm Beckman (США); аналітична довжина хвиль детектування 254 нм; температура термостату колонки – 30⁰С; швидкість рухомої фази – 0,7 мл/хв; елюат для ідентифікації фітогормонів – 20%-й розчин метанолу.

Амінокислотний склад ріпакового шроту визначали на амінокислотному аналізаторі ААА – 339 (Чехія) [46].

Дослідження залишкової кількості паклобутразолу проводили методом високоефективної газорідинної хроматографії на хроматографі “Кристал 2000 М” фірми “Хроматек” (Україна, м. Харків). Умови хроматографування: сталеві колонки розміром 200 мм, заповнені сорбентом SE-30. Швидкість проходження газу 50 мл/хв, газ-носій азот. Температура колонки – 200⁰С, випаровувача – 230⁰С, полум’яно-іонізаційного детектора 290⁰С. Виділення залишкових кількостей паклобутразолу з насіння озимого ріпаку проводили за методикою «Метод определения остаточных количеств пестицидов» відповідно до ДСТУ 13496.20-87 [74].

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 у тонкому шарі катіоніту. В якості рухомого розчинника використовували 23%-у сірчану кислоту. Проявлення здійснювали шляхом занурення пластинок у 11%-й водний розчин фосфорно-молібденової кислоти, з наступною тридцятихвилинною промивкою водою. Після цього пластинку занурювали у 1%-й розчин двохлористого олова у 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 досліду 0,05 мг/кг. Стандартне відхилення результатів аналізу для зернових та насіння становить 0,01 мг/кг. Повнота визначення становить 85-90% [97].

З метою вивчення впливу різних за механізмом дії ретардантів на продуктивність озимого ріпаку сорту Галицький та Вотан було проведено визначення біологічної та технічної урожайності культури в 2001-2004 і 2006 роках.

Біологічну урожайність розраховували за формулою:

$$U = \frac{N_1 \times N_2 \times N_3 \times M}{10000},$$

де U – біологічна урожайність (ц/га);

N_1 – кількість рослин на одному квадратному метрі (шт.);

N_2 – кількість стручків на одній рослині (шт.);

N_3 – кількість насінин в одному стручку (шт.);

M – маса 1000 насінин (г).

10000 – коефіцієнт перерахунку на ц/га.

Технічну урожайність визначали ваговим методом [132].

Одержані матеріали оброблені статистично та за допомогою комп'ютерної програми "STATISTICA – 5".

РОЗДІЛ III

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ РОСЛИН РІПАКУ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

3.1. ДІЯ РЕТАРДАНТІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ, МОРФОГЕНЕЗ ТА АНАТОМІЧНУ БУДОВУ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ

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 [71, 104]. Застосування ретардантів дозволяє затримувати ріст тих чи інших органів рослини, внаслідок чого можливий перерозподіл потоків асимілятів до господарсько важливих тканин і органів [51, 83, 140].

У літературі представлені лише одиничні роботи, що містять інформацію про вплив ретардантів на морфогенез та анатомічну будову рослин озимого ріпаку [251]. Тому метою нашої роботи було вивчити вплив різних за механізмом дії ретардантів на морфометричні та анатомічні характеристики рослин озимого ріпаку.

При вирощуванні рослин озимого ріпаку в умовах вегетаційного досліду за дії паклобутразолу нами встановлено зменшення надземної маси рослин. При цьому збільшувалася кількість листків, що закладалися, з одночасним збільшенням товщини листків за рахунок розростання основної асиміляційної тканини – хлоренхіми (табл. 3.1, рис. 3.1).

Ефективніше процес відбувався при застосуванні 0,025%-го паклобутразолу. Аналогічне потовщення листків при використанні цих же препаратів внаслідок розростання хлоренхіми відмічалось і на інших культурах [36, 83, 147, 157]. Таким чином, зменшення листкової поверхні при дії ретардантів частково компенсується формуванням більш потужної асиміляційної тканини в листках.

Вплив паклобутразолу і декстрелу на анатомо-морфологічні показники рослин озимого ріпаку сорту Галицький на ранніх етапах розвитку (70-й день вегетації)

Показники	Контроль	0,025%-й паклобутразол	0,05%-й паклобутразол	0,3%-й декстрел
Маса сухої речовини надземної частини, г	2,51 ± 0,3	*1,53 ± 0,1	*1,51 ± 0,1	1,92 ± 0,09
Маса сухої речовини кореневої системи, г	0,15 ± 0,04	0,16 ± 0,04	0,16 ± 0,01	0,15 ± 0,1
Кількість листків на рослині, шт.	7,70 ± 0,21	*10,41 ± 0,23	*10,83 ± 0,84	*8,80 ± 0,55
Товщина листка, мкм	152,31 ± 7,52	*272,12 ± 12,63	*265,73 ± 7,90	177,58 ± 9,83
Товщина хлоренхіми, мкм	133,37 ± 7,26	*235,05 ± 10,77	*244,08 ± 11,31	153,06 ± 7,10
Кількість продихів на 1 мм ² абаксіальної поверхні листка, шт.	485,74 ± 17,95	496,00 ± 19,02	*318,06 ± 18,53	*346,10 ± 22,27
Площа однієї клітини епідермісу, мкм ²	792,32 ± 19,11	*1166,01 ± 23,32	*1831,21 ± 61,08	*928,14 ± 23,11
Діаметр кореня, мкм	3612,42 ± 9,55	*4101,17 ± 19,12	*4288,47 ± 60,20	*3252,91 ± 55,04
Товщина кори кореня, мкм	665,07 ± 15,06	*755,04 ± 7,15	*749,06 ± 8,21	657,07 ± 14,07
Кількість судин на поперечному зрізі середньої частини кореня, шт.	391,81 ± 19,53	315,45 ± 17,55	366,69 ± 17,31	316,22 ± 20,44
Діаметр судин кореня, мкм	52,10 ± 0,96	*35,13 ± 0,73	*38,40 ± 0,75	*36,11 ± 0,77

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

Обробка рослин ретардантами призводила до зменшення кількості продихів на одиницю абаксіальної поверхні листка при одночасному збільшенні площі клітин епідермісу [81].

Перебудова анатомічної структури листків і зменшення загальної площі та маси листків у рослин дослідних варіантів на ранніх етапах розвитку не супроводжувалися зменшенням маси кореневої системи рослин. Зокрема, на етапі формування 7-10-го листка маса кореневої системи рослин достовірно не відрізнялася, а застосування паклобутразолу

призводило до потовщення кореня у його середній частині за рахунок потовщення шару деревини і кори [81]. Разом з тим, відмічався суттєвий вплив ретардантів на гістогенез деревини. У рослин всіх дослідних варіантів відбувалося зменшення числа судин та їх розмірів за дії ретардантів [81, 172].



Рисунок 3.1. Вплив ретардантів на ріст рослин ріпаку сорту Галицький (70-й день вегетації).

1 – 0,025%-й паклобутразол; **2** – 0,3%-й декстрел; **3** – контроль. Обробку проводили на 35-й день вегетації (18.01.2001 р.).

Таким чином, зменшення площі і маси надземної частини рослин ріпаку при використанні паклобутразолу і декстрелу у застосованих концентраціях супроводжувалося потовщенням листків і не впливало на накопичення маси кореневої системи.

Важливим з точки зору ефективності застосування рістгальмуючих препаратів у польових умовах є встановлення їх оптимальних концентрацій та фази обробки рослин. Суперечливі літературні дані щодо цього не дають можливості встановити оптимальні регламенти застосування ретардантів.

Зокрема, з метою покращення морозостійкості і зимостійкості рослин озимого ріпаку, рослини обробляють розчинами ретардантів восени у фазу чотирьох-п'яти листків [165, 189, 194, 245]. У ряді випадків практикують дворазову обробку препаратами восени і навесні для

досягнення кращого рістгальмуючого ефекту у боротьбі із виляганням [201, 249, 259]. З метою гальмування росту та покращення продуктивності обробку ретардантами здійснюють весною. Так, обробка рослин ріпаку навесні у фазу початку росту стебла триазолпохідним препаратом BAS 111 W в дозі 300-600 г/га суттєво гальмувала ріст стебла та покращувала урожайність [230]. Схожі результати спостерігали при застосуванні триапентанолу [195]. В іншому випадку обробка ярого ріпаку на початку активного росту стебла триапентанолом з концентрацією діючої речовини 245-320 г/га гальмувала його ріст, однак більш пізня обробка, в кінці бутонізації та перед початком цвітіння, не змінювала осьових розмірів рослини [243]. Іноді момент обробки прив'язують не до фази онтогенезу, а до лінійних розмірів рослини [233, 280]. Та все ж найчастіше рослини обробляють у фазу цвітіння, бутонізації або початку галуження стебла [99, 201, 227, 256, 271].

Проведена нами обробка рослин озимого ріпаку у фазу відособлення головного пагона 0,025%-м паклобутразолом зумовлювала у них стійку карликовість. Разом з тим, застосування даного препарату у фазу бутонізації не викликала цього ефекту (рис. 3.2).

З літератури відомо, що застосування цього ж препарату восени у фазу 4-5 листків не впливало на морфометричні та анатомічні характеристики рослин [198, 245].

Не спостерігалось суттєвого впливу препарату на рослини при застосуванні його у фазу утворення суцвіть та цвітіння. Найбільш ефективним виявилось застосування 0,025%-го паклобутразолу у фазу бутонізації (рис. 3.3).

Ретарданти, як препарати антигіберелінової дії, впливають на біометричні показники рослин. Їх вплив у значній мірі залежить не лише від регламенту застосування, а і від механізму дії того чи іншого препарату та погодних умов вегетації. Літературні джерела у переважній більшості містять дані про застосування на ріпаку лише препаратів однієї групи –

триазолових сполук [126, 165, 175, 251, 253, 259]. Дані щодо використання четвертинних солей амонію, фосфонію і сульфонію зустрічаються рідко [175, 187], а інформація про вплив етиленпродуцентів на ріпак практично відсутня. Тому важливим, з нашої точки зору, було вивчити вплив різних за механізмом дії ретардантів на морфометричні показники рослин озимого ріпаку.

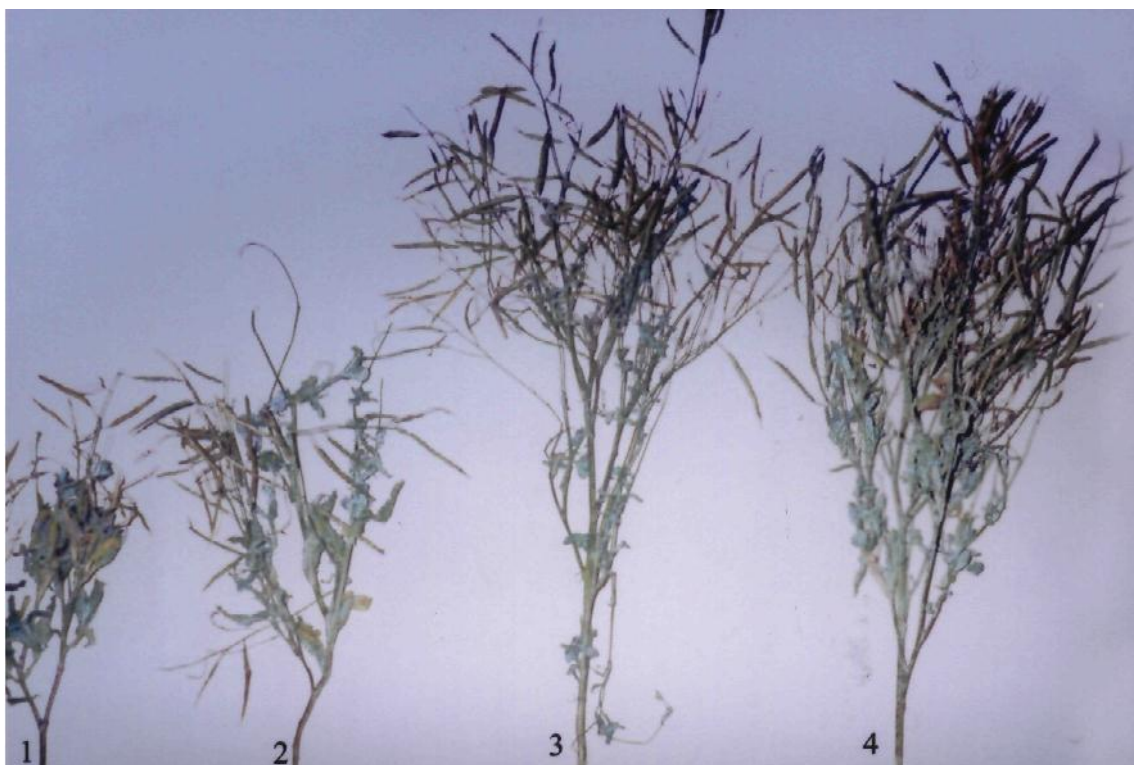


Рисунок 3.2. Вплив 0,025%-го паклобутразолу на лінійні розміри рослин озимого ріпаку сорту Галицький на кінець вегетації.

1, 2 – обробка у фазу відособлення головного пагона (08.04.2001 р.); **3** – контроль; **4** – обробка у фазу бутонізації (26.04.2001 р.).

Найбільш ефективним для гальмування росту рослин виявилось застосування 0,025%-го паклобутразолу як за умов достатнього водозабезпечення 2001 р., 2004 р., так і за посушливих умов вегетації 2002 р., 2003 р. Висота рослин у цьому варіанті досліді проти контролю зменшувалася на 13-20% (рис. 3.4, 3.5). Одночасно при застосуванні вказаної концентрації паклобутразолу спостерігали затримку цвітіння дослідних рослин на 7-10 днів (рис. 3.3, 3.6) та дозрівання плодів на 5-7 днів. Аналогічні результати констатували і інші дослідники [251].



Рисунок 3.3. Вплив ретардантів на морфогенез рослин озимого ріпаку сорту Галицький (фаза формування стручків).

Обробку проводили у фазу бутонізації 24 квітня 2004 р. **1** – 1%-й хлормекватхлорид, **2** – 0,025%-й паклобутразол, **3** – контроль.

Значно меншою ретардантною активністю володіє онієвий препарат хлормекватхлорид. Застосування його 1%-го розчину гальмувало ріст рослин у посушливих умовах вегетації 2002 р. на 13,6%, у надзвичайно посушливих і спекотливих погодних умовах весни 2003 р. – на 6,7%. За умов достатнього водозабезпечення у 2004 р. хлормекватхлорид пригнічував ріст рослин озимого ріпаку сорту Галицький на 7%, а сорту Вотан – на 10% [82]. Не відзначався стабільною рістгальмуючою дією етиленпродуцент декстрел. Обробка посівів 0,3%-м розчином препарату в 2001 р. призвела до скорочення висоти пагонів на 6%, в 2002 р. – на 8%, а у екстремальних умовах вегетації 2003 р. результати були близькими до контролю. Для переважної більшості сільськогосподарських культур польової сівозміни характерним є вилягання посівів [268, 269]. У літературі зустрічається достатня кількість інформації про застосування антигіберелінів з метою запобігання вилягання сільськогосподарських



1



3



2

Рисунок 3.4. Вплив ретардантів на висоту рослин озимого ріпаку сорту Галицький (фаза цвітіння).

Обробку проводили 24 квітня 2004 р. у фазу бутонізації.

- 1 – контроль,
- 2 – 0,025%-й паклобутразол,
- 3 – 1%-й хлормекватхлорид.

Висота рослин, см

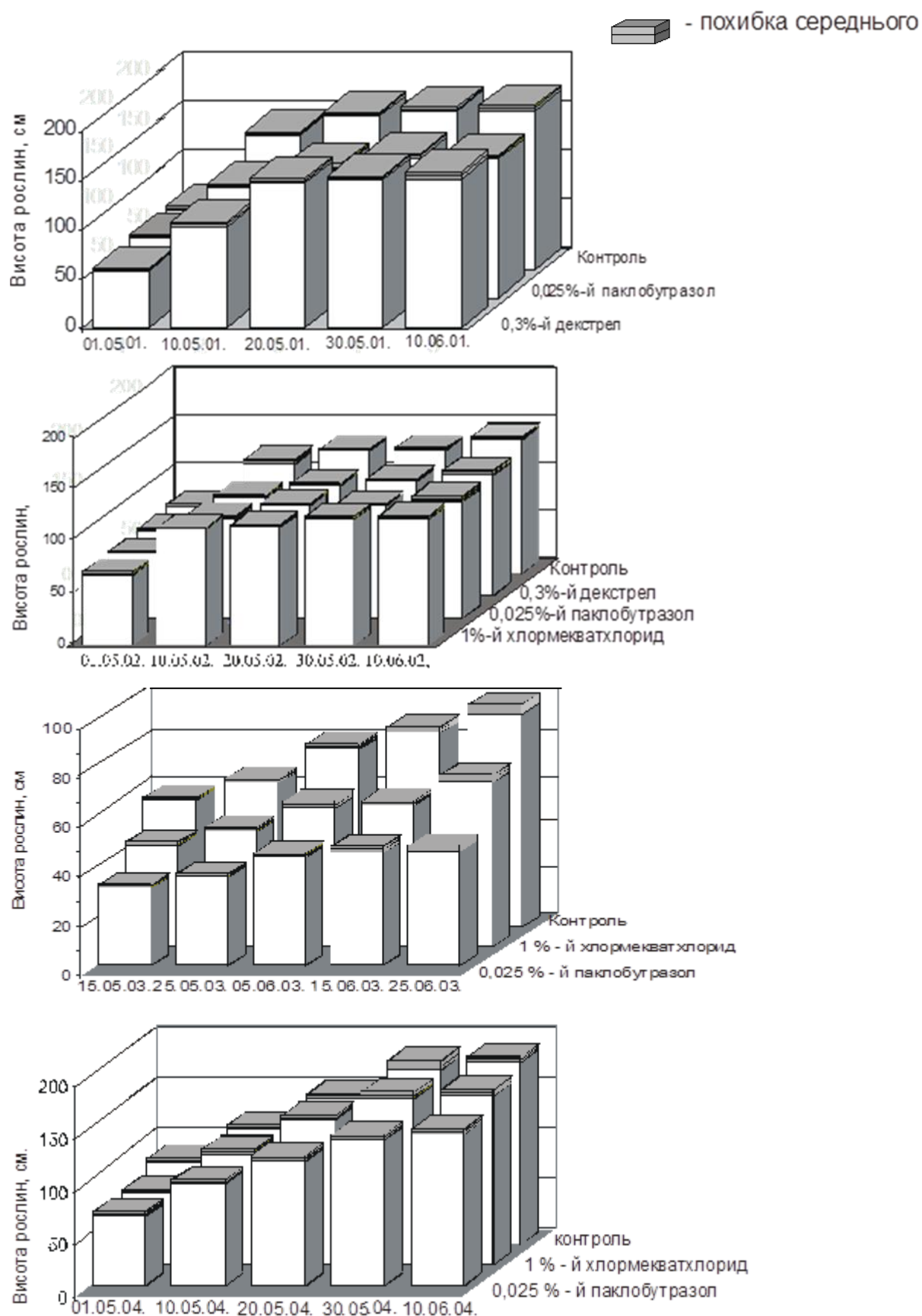


Рисунок 3.5. Вплив ретардантів на ріст рослин озимого ріпаку.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік - 25 квітня, 2003 рік – 8 травня, 2004 рік – 24 квітня. 2001, 2002 роки – сорт Галицький, 2003, 2004 роки – сорт Вотан.

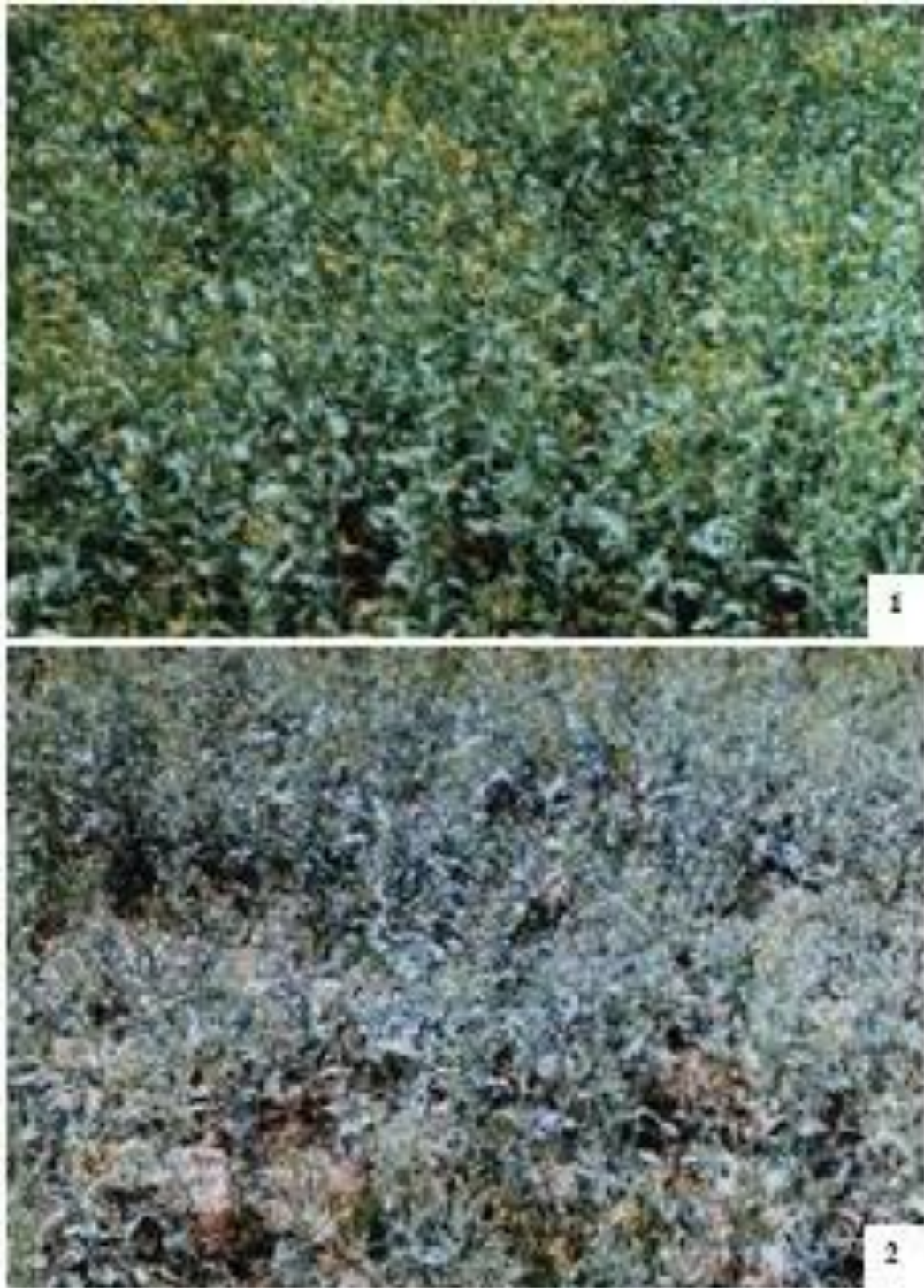


Рисунок 3.6. Вплив 0,025%-го паклобутразолу на цвітіння рослин озимого ріпаку сорту Вотан (фаза початку цвітіння, 15 травня 2003 року). Обробку проводили у фазу бутонізації 8 травня 2003 р. **1** – контроль, **2** – 0,025%-й паклобутразол.

культур, переважно злакових [39, 88, 126, 160, 225, 259]. Проблема вилягання є актуальною і для олійних хрестоцвітих культур, в тому числі і ріпаку [158, 218].

З цією метою нами було вивчено анатомічну будову стебла під впливом інгібіторів росту на кінець вегетації у 2001 та 2003 роках. Встановлено, що у дослідних рослин спостерігалось збільшення поперечних розмірів клітин склеренхімних волокон з одночасним потовщенням клітинних оболонок (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив ретардантів на анатомічну будову стебла рослин озимого ріпаку на кінець вегетації

Показники	2001 рік, сорт Галицький			2003 рік, сорт Вотан		
	1	2	3	1	2	4
Довжина клітин склеренхіми на поперечному зрізі, мкм	22,07± 1,41	*27,95± 1,73	*26,33± 1,31	23,74± 1,01	*25,96± 0,68	23,42± 0,43
Ширина клітин склеренхіми на поперечному зрізі, мкм	17,38± 0,45	*19,11± 0,59	*23,87± 1,13	17,29± 0,56	*19,33± 0,45	17,03± 0,59
Товщина оболонки клітин склеренхіми, мкм	4,94± 0,21	*5,56± 0,22	5,41± 0,24	3,88± 0,18	*4,51± 0,14	*4,49± 0,12
Товщина кори, мкм	139,77± 5,54	*159,12± 5,26	141,98± 2,15	106,17± 3,54	*128,28± 6,38	96,82± 1,70
Діаметр судин, мкм	55,08± 2,91	*29,59± 0,49	*31,08± 0,77	17,20± 0,48	*15,71± 0,56	16,51± 0,53

Примітки:

- 1 – контроль; 2 – 0,025%-й паклобутразол; 3 – 0,3%-й декстрел; 4 – 1%-й хлормекватхлорид.
2. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2003 рік – 8 травня.
3. *- різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Причому згадані позитивні зміни в анатомічній структурі стебел дослідних рослин чіткіше проявлялися у сприятливих погодних умовах 2001 року. Важливим є і той факт, що зменшення висоти рослин за дії інгібіторів росту супроводжувалося потовщенням стебла в середній частині за рахунок розростання кори, причому вплив ретардантів за умов вегетації 2001 і 2004 років був сильнішим порівняно з 2002 та 2003 роками (табл. 3.3). Препарати також зменшували діаметр судин.

Така специфіка диференціації пагона під впливом ретардантів сприяє посиленню механічної міцності стебла [225, 242], що створює технологічні переваги при збиранні урожаю, особливо на сортах ріпаку, які сильно вилягають [187].

У ряді робіт зустрічаються дані щодо зміни габітусу рослин під впливом інгібіторів росту. Так, при обробці рослин гірчиці білої сорту РС-5 паклобутразолом в концентрації 5-20 мкг/мл одночасно із гальмуванням ростових процесів відбувалася модифікація габітусу рослин, посилювалося галуження головного стебла та збільшувався кут відходження від нього гілок першого порядку [264]. В іншому випадку посилювалося галуження стебла рицини внаслідок використання ретарданту дамінозиду [256]. Застосування хлормеквату на рослинах гірчиці в умовах Індії зумовлювало аналогічний ефект [256].

Проведені нами дослідження свідчать, що обробка рослин озимого ріпаку сортів Галицький і Вотан розчинами ретардантів сприяла збільшенню кількості гілочок першого порядку. Найефективнішим виявилось застосування 0,025%-го паклобутразолу та 1%-го хлормекватхлориду незалежно від погодних умов вегетації (табл. 3.3).

Схожі результати спостерігалися при використанні іншого триазолпохідного ретарданту – уніконазолу з метою капсулювання насіння ріпаку [251]. Етиленпродуцент декстрел був менш ефективним і інтенсивність його впливу в більшій мірі залежала від погоднокліматичних умов (табл. 3.3) [82].

Таблиця 3.3

Дія ретардантів на морфометричні показники рослин озимого ріпаку сортів Галицький та Вотан

Варіант досліджу	Кількість гілочок першого порядку, шт.	Діаметр стебла в центральній частині, мм
2001 рік, сорт Галицький		
Контроль	8,46±0,39	15,50±0,40
0,025%-й паклобутразол	9,11±0,35	*16,90±0,50
0,3%-й декстрел	9,16±0,31	16,70±0,50

2002 рік, сорт Галицький		
Контроль	9,00±0,23	11,40±0,50
0,025%-й паклобутразол	*9,80±0,24	12,20±0,70
0,3%-й декстрел	9,50±0,25	11,90±0,40
1%-й хлормекватхлорид	*9,70±0,21	11,40±0,40
2003 рік, сорт Вотан		
Контроль	10,40±0,44	4,80±0,10
0,025%-й паклобутразол	*12,73±0,60	*5,90±0,10
1%-й хлормекватхлорид	*12,67±0,52	*5,90±0,20
2004 рік, сорт Галицький		
Контроль	10,09±0,27	13,50±0,31
0,025%-й паклобутразол	*12,40±0,32	*14,80±0,50
1%-й хлормекватхлорид	*11,40±0,25	13,80±0,30
2004 рік, сорт Вотан		
Контроль	9,60±0,33	11,00±0,40
0,025%-й паклобутразол	*11,30±0,51	*12,70±0,30
1%-й хлормекватхлорид	*11,90±0,58	*12,40±0,40

Примітки:

1. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня; 2004 рік – 24 квітня.
2. *- різниця достовірна при $P \leq 0,05$

У літературі зустрічаються дані, що під впливом ретардантів збільшується загальна маса сухої речовини рослин [34, 245, 247, 251, 264]. За одержаними нами даними цей ефект спостерігався лише в 2001 році в умовах оптимальної водозабезпеченості рослин, а в посушливих умовах 2002, 2003 років обробка рослин ретардантами призводила до зниження їх маси (рис. 3.7).

Поява нових атрагуючих зон у стеблі (додаткові гілочки першого порядку) є фактором, який впливає на характер донорно-акцепторних відносин цілої рослини. Результати наших досліджень свідчать про зміни у формуванні листкового апарату за дії ретардантів у зв'язку із наростанням маси сухої речовини рослин по варіантах досліджу.

У типових погодних умовах вегетації 2001 р., коли відбувалося збільшення маси дослідних рослин у порівнянні з контролем, обробка рослин ретардантами призводила до закладання і формування більшої кількості листків на стеблі.

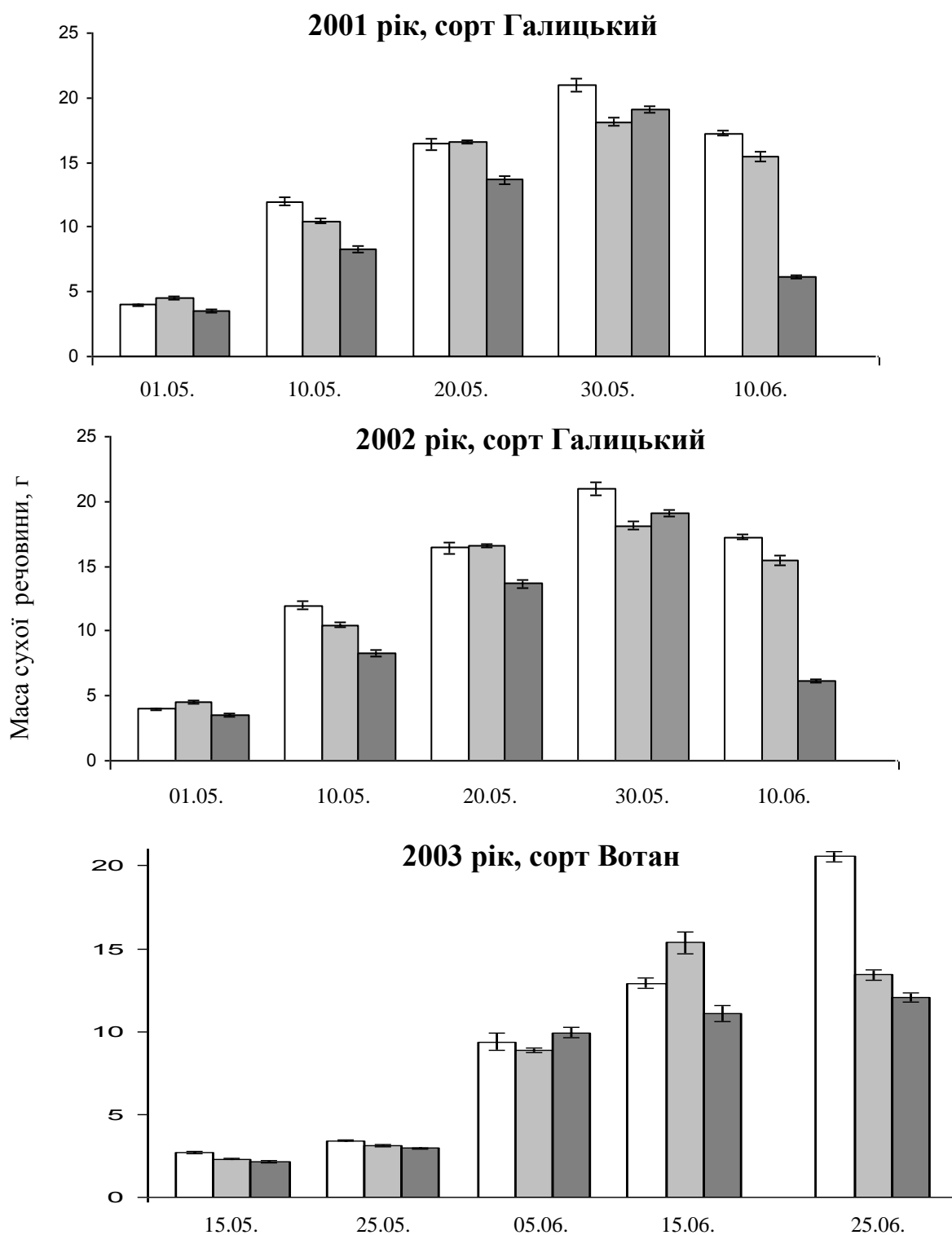


Рисунок 3.7. Вплив ретардантів на накопичення сухої речовини надземною частиною рослин озимого ріпаку сортів Галицький і Воган.

□ – контроль, □ – 0,025%-й паклобутразол, □ – 0,3%-й декстрел, □ – 1%-й хлормекватхлорид. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік – 25 квітня, 2003 рік – 8 травня.

Аналогічні результати отримані нами і у вегетаційному досліді (див. рис. 3.1, табл. 3.1). Максимальна їх кількість за період вегетації у контролі,

варіантах з 0,025%-м паклобутразолом і 0,3%-м декстрелом становила відповідно $26,83 \pm 1,27$; $*31,01 \pm 0,92$ і $*37,83 \pm 1,44$ в 2001 р. та $11,60 \pm 0,27$; $*18,40 \pm 0,97$ і $*17,60 \pm 0,45$ у контролі, варіантах з 0,025%-м паклобутразолом і 1%-м хлормекватхлоридом в 2004 р. (* різниця достовірна при $P \leq 0,05$). Такі ж результати констатували і інші дослідники [60, 251].

За посушливих умов вегетації 2002 р. не спостерігалось достовірної різниці цього показника. Максимальна кількість листків по варіантах досліду становила $13,11 \pm 0,45$; $12,57 \pm 0,51$; $14,14 \pm 0,40$ і $13,42 \pm 0,53$ відповідно у контролі, за дії паклобутразолу, декстрелу та хлормекватхлориду.

У надзвичайно посушливих і спекотних умовах весни 2003 року кількість листків у контролі була значно більшою, ніж у досліді. Максимальна їх кількість у контролі, дослідних варіантах за дії паклобутразолу і хлормекватхлориду відповідно становила $23,66 \pm 1,19$; $*16,86 \pm 0,91$ і $*13,33 \pm 0,64$ (* різниця достовірна при $P \leq 0,05$).

Потрібно відмітити, що листя рослин, яке зазнало впливу паклобутразолу, мало більш інтенсивне зелене забарвлення. Це підтверджують і літературні дані [177, 213, 223, 247, 251].

Причиною такого явища, на нашу думку, є потовщення листкової пластинки за рахунок фотосинтетичної тканини – хлоренхіми, а саме зростання об'єму клітин стовпчастої і розмірів клітин губчастої паренхіми, що було встановлено при вивченні мезоструктурної організації листка за дії препарату (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив ретардантів на мезоструктурну організацію листків рослин озимого ріпаку сорту Галицький (на кінець вегетації)

Показники	Контроль	0,025%-й паклобутразол	0,3%-й декстрел
Товщина верхнього епідермісу, мкм	$23,79 \pm 1,38$	$*17,27 \pm 0,62$	$*11,05 \pm 0,54$

Товщина хлоренхіми, мкм	185,69± 6,46	*237,36± 6,78	*230,63± 2,39
Товщина нижнього епідермісу, мкм	19,10± 1,08	*15,41± 1,61	*12,08± 0,58
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм ³	1355,72± 25,91	*1498,59± 30,27	*1436,61± 27,26
Довжина клітин губчастої паренхіми, мкм	18,69± 0,72	*31,16± 1,10	21,55± 1,35
Ширина клітин губчастої паренхіми, мкм	13,25± 0,70	*21,41± 1,53	*22,10± 1,04
Кількість продихів на 1 мм ² абаксіальної поверхні листка, шт.	118,80± 5,36	*101,83± 5,57	*86,56± 4,15
Площа одного продиху, мкм ²	228,99± 7,93	*251,53± 6,08	*249,00± 10,96
Кількість клітин епідермісу на 1 мм ² абаксіальної поверхні листка, шт.	535,48± 24,87	*445,63± 10,90	*359,95± 14,93

Примітки:

1. Обробку здійснювали у фазу бутонізації 26 квітня 2001 р.
2. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Потовщення хлоренхіми при застосуванні паклобутразолу встановлено нами і у вегетаційному досліді (див. табл. 3.1). Схожі результати спостерігали і інші дослідники. Так, при застосуванні хлорхолінхлориду на рослинах картоплі відмічалось потовщення листкової пластинки за рахунок збільшення мезофільних та епідермальних клітин [36], а при застосуванні декстрелу на кущах малини разом із потовщенням листкової пластинки зростав вміст хлорофілів в тканинах [83]. Нами встановлено, що застосування хлормекватхориду викликало нетривалу епінастію листя, зменшувало інтенсивність забарвлення, не викликаючи симптомів фітотоксичності.

Відомо, що рістгальмуючі препарати впливають на кількість продихів на одиницю абаксіальної поверхні листка [39, 277]. Проведені нами в 2001 році дослідження свідчать, що у дослідних рослин зростала площа продихів, але зменшувалася їх кількість на одиницю площі листка. Кількість клітин епідермісу на одиницю абаксіальної поверхні листка в дослідних рослин зменшувалася в порівнянні з контролем (табл. 3.4).

Як нами раніше відмічалось, за умов дефіциту вологи у дослідних рослин спостерігалось зменшення кількості листків на рослині у

порівнянні з контролем. Така особливість дослідних рослин зменшує їх транспіративну активність, забезпечуючи більш економне використання води і як наслідок краще пристосування до несприятливих умов вегетації. Аналогічні результати констатуються і іншими дослідниками [39, 287, 296].

Відомо, що інгібітори росту впливають на площу листової поверхні рослин. Зокрема, обробка рослин манго, маслин та персика паклобутразолом зменшувала площу листової поверхні [170, 257, 295], аналогічний ефект спостерігався при застосуванні декстрелу на кущах малини [83], цикоцелю на посівах соняшника [163], хлорхолінхлориду на рослинах цукрового буряка [217]. Разом з тим, при застосуванні ретарданту В9 на рослинах рицини площа листків зростала [194]. Схожий результат спостерігали при застосуванні паклобутразолу на декоративних рослинах [246] та хлорхолінхлориду на насадженнях малини [143] і цукрового буряка [123].

Проведені нами дослідження свідчать, що рістгальмуючі препарати паклобутразол і хлормекватхлорид практично по всіх варіантах досліду впродовж вегетаційного періоду зменшували площу листової поверхні рослин озимого ріпаку сортів Галицький та Вотан незалежно від погодних умов вегетації (рис. 3.8).

Разом з тим, вплив етиленпродуценту декстрелу на формування площі листової поверхні був нестабільним.

Досліджено, що у період максимального накопичення вегетативної маси найбільшою була різниця між площею контрольних та дослідних рослин озимого ріпаку сорту Галицький у посушливих умовах вегетації 2002 року.

В реалізації продуктивності рослин ріпаку велике значення має не лише листовою поверхню, а і швидкість відмирання листків [216]. Так, на кінець вегетації 2001 р. кількість живих листків у контролі, варіантах з 0,025%-м паклобутразолом і 0,3%-м декстрелом становила відповідно

18,45±0,59; 18,83±0,82 і *25,25±0,79 (* різниця достовірна при $P \leq 0,05$). За посушливих умов вегетації 2002 р. різниця між контролемі дослідом була не достовірною – 9,12±0,40; 10,38±0,65; 9,63±0,38 і 9,15±0,50 у контролі, варіантах з 0,025%-м паклобутразолом, 0,3%-м декстрелом та 1%-м хлормекватхлоридом відповідно.

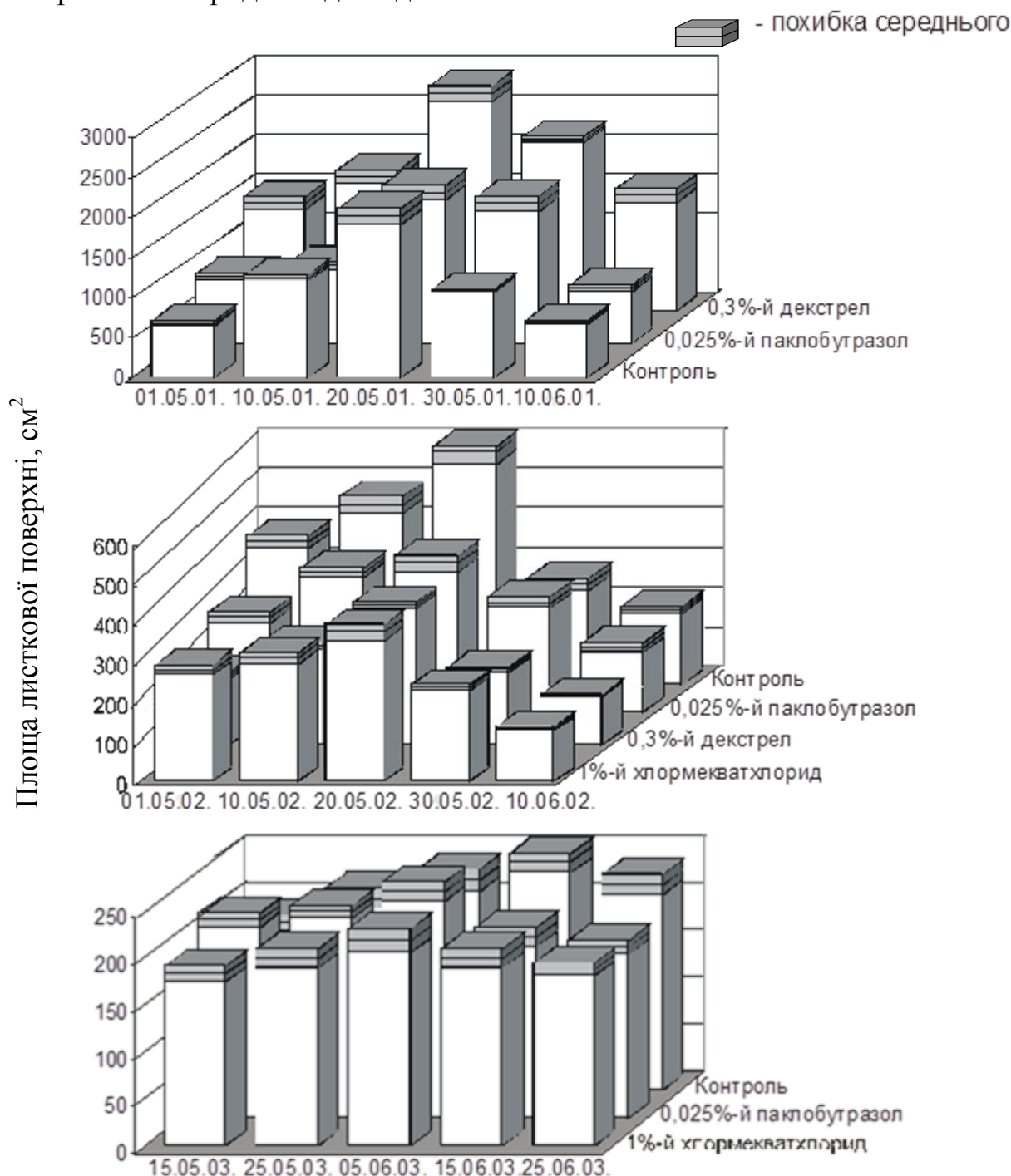


Рисунок 3.8. Вплив ретардантів на площу листкової поверхні рослин озимого ріпаку.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня. 2001, 2002 роки – сорт Галицький, 2003 рік – сорт Вотан.

Така ж тенденція спостерігалася і в наступні роки досліджень окрім несприятливого за погодними умовами 2003 р. Аналогічні результати спостерігали і на інших культурах [23].

Отже, проведені нами дослідження свідчать, що застосування ретардантів суттєво впливає на ростові процеси, морфогенез та анатомічну будову рослин озимого ріпаку. Ретарданти гальмували ріст рослин, зменшували площу асиміляційної поверхні при одночасному потовщенні листкової пластинки за рахунок розростання хлоренхіми, потовщували стебло та посилювали його галуження.

Препарати продовжували період життя листків, викликали інтенсивне розгалуження стебла, формування гілочок першого і наступних порядків. Найефективнішим виявилось застосування 0,025%-го розчину паклобутразолу у фазу бутонізації незалежно від погодних умов вегетації. Найменш ефективним було застосування декстрелу, що, очевидно, пов'язано із швидким розпадом його у рослині.

3.2. ДІЯ РЕТАРДАНТІВ НА СПІВВІДНОШЕННЯ ФІТОГОРМОНІВ ТЕРПЕНОВОЇ ПРИРОДИ – ГІБЕРЕЛІНІВ І АБСЦИЗОВОЇ КИСЛОТИ

Вивчення взаємодії фітогормонів при змінах фізіологічного стану рослин та їх органів за дії регуляторів росту має велике значення для розуміння шляхів регуляції метаболічних процесів за допомогою фізіологічно активних речовин [3, 53, 232, 276].

У літературі є достатня кількість інформації щодо впливу регуляторів росту, зокрема ретардантів, на гормональний статус рослин [3, 39, 60, 126, 135, 156, 160]. Разом з тим, у багатьох аспектах ці дані є суперечливими. Сучасні дані про регуляцію росту і розвитку на різних етапах онтогенезу свідчать про активну участь абсцизової кислоти і гіберелінів у цих процесах [240]. Так, обробка рослин ячменю етрелом призводила до зменшення вмісту АБК і збільшення активності ГК [160], тоді як переважна більшість дослідників схиляються до думки, що

ретарданти збільшують вміст АБК і зменшують активність ГК [33, 39, 112, 126]. Зокрема виявлено, що паклобутразол пригнічував синтез ГК в сіянцях яблуні [273], BAS 111 W – у проростках гороху [220], а флурпірамідол – у рослин хризантеми [239]. Обробка ярого ячменю сполуками триазолового ряду (паклобутразолом, уніканозолом і азовітом) на початку фази виходу в трубку відчутно збільшувала вміст вільної АБК [156]. Разом з тим, паклобутразол сприяв блокуванню біосинтезу АБК в сіянцях яблуні при водному стресі [126]. Після обробки хлорхолінхлоридом проростаючих бульб картоплі активність гіберелінів не зменшувалася, а збільшувалася, що пов'язано з переходом зв'язаних їх форм у вільні [126].

Поодинокі літературні дані щодо впливу інгібіторів росту на гормональний статус олійних культур, і зокрема ріпаку, не дають можливість у повній мірі зрозуміти закономірності та механізми регуляції фітоморфогенезу при ретардантних ефектах, що визначає необхідність проведення подальших досліджень у даному напрямку [213, 230, 231].

Відомо, що четвертинні амонієві, фосфонієві і сульфонієві солі (АМО 1618, ССС, ДХІБ, фосфон D) переривають біосинтез гіберелінів в одній ланці цього процесу [33, 66, 112, 122]. Основою рістгальмуючої дії триазолпохідних ретардантів (паклобутразолу, уніконазолу, BAS 111 та ін.) є блокування ферментів синтезу гіберелінів на трьох етапах [33, 42]. Ці дані підтверджуються тим, що ретардантні ефекти дії четвертинних та триазолових препаратів усуваються введенням екзогенної гіберелової кислоти [222].

Разом з тим, механізм дії ретардантів не завжди можна пов'язувати з інгібуванням синтезу гібереліну *de novo*, оскільки збільшення вмісту вільних гіберелінів можливе також за рахунок їх вивільнення із зв'язаних глікозидних форм, які виконують роль “резерву” [241]. Однак слід зазначити, що опубліковані лише поодинокі роботи, в яких вивчалися накопичення і перерозподіл кон'югованих форм гіберелінів у вегетативних

органах рослин під дією ретардантів [83].

Відомо, що абсцизова кислота може інгібувати синтез нуклеїнових кислот, білків, припиняти клітинні поділи, внаслідок чого здатна виступати антагоністом гіберелінів та інших природних стимуляторів росту [66, 126]. Водночас роль цього фітогормону в регуляції ростових процесів залишається значною мірою не з'ясованою, оскільки в окремих випадках він може стимулювати мітотичну активність [252]. Важливим, на нашу думку, є і той факт, що синтез гіберелінів і абсцизової кислоти є гілками єдиного шляху синтезу терпенів в рослині, тому доцільно разом із вивченням активності гіберелінів, простежити за впливом ретарданту на вміст і співвідношення у тканинах різних форм АБК.

Абсцизова кислота і гібереліни мають спільні ланки метаболізму, здатні синтезуватися в самому листку, істотно впливають на його розміри, форму й анатомічну будову. Метою нашого дослідження було з'ясувати загальних закономірностей накопичення вільних і зв'язаних форм терпенових гормонів у листках озимого ріпаку сорту Вотан під дією одного із найактивніших ретардантів – паклобутразолу [43].

Аналіз отриманих нами даних свідчить про істотний вплив ретарданту на вміст різних форм фітогормонів у листках озимого ріпаку. Зокрема, відбувалося однозначне зменшення вмісту вільних форм гіберелінів у досліді порівняно з контролем (рис. 3.9). Аналогічні результати отримані іншими дослідниками при вивченні впливу різних груп ретардантів, у тому числі й паклобутразолу, на активність гіберелінів [83].

Зокрема, в праці Хедден із співавторами [215] встановлено, що застосування триазолпохідного препарату BAS 111 на рослинах озимого і ярого ріпаку призводило до суттєвого зменшення вмісту попередників гіберелінів.

Зменшення вмісту гіберелінів спостерігалось і при застосуванні оригінального аналога четвертинних солей амонію DMC-17 у дозі 500 г/га

у фазу чотирьох-п'яти листків на рослинах ярого ріпаку [100].

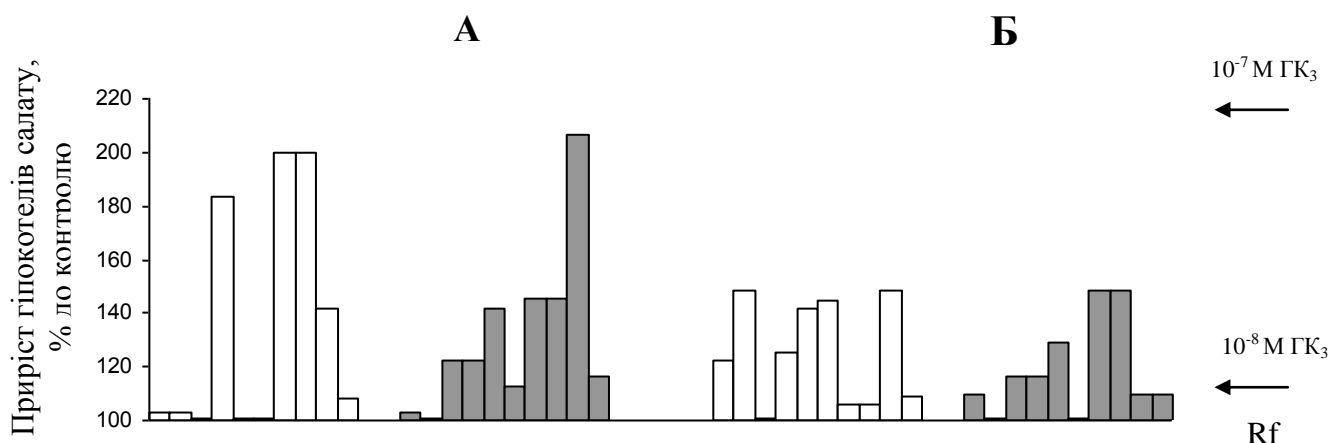


Рисунок 3.9. Вплив паклобутразолу на активність вільних і зв'язаних форм гіберелінів у листках рослин озимого ріпаку сорту Вотан.

Дата обробки – 8 травня 2003 року. А – контроль, Б – 0,025%-й паклобутразол. 1 – вільні гібереліни, 2 – зв'язані гібереліни. Стрілочками на рисунку позначені еквівалентні концентрації гібереллової кислоти (GK_3).

Отже, отримані нами результати свідчать, що зменшення активності вільних гіберелінів у тканинах листка є універсальною реакцією рослин на дію паклобутразолу.

У ряді робіт вказується на те, що зв'язані гібереліни можуть виявляти функціональну активність, при цьому вона може бути значною [241].

Проведені нами дослідження свідчать, що при обробці озимого ріпаку 0,025%-м паклобутразолом спостерігалось зменшення вмісту зв'язаних форм гіберелінів. Зміни у співвідношенні різних гіберелінів під впливом триазолів у ріпаку зазначені також і в праці [215].

Дані щодо впливу ретардантів на вміст різних форм АБК в літературі представлені поодинокими працями, причому висновки, що впливають з них, суперечливі. Так, для низки культур спостерігалось збільшення вмісту абсцизової кислоти під впливом різноманітних ретардантів [52, 125], однак під дією паклобутразолу вміст абсцизової кислоти зменшувався в проростках пшениці [191] та листках сіянців яблуні [288].

Відомо, що абсцизова кислота є антагоністом дії гіберелінів, ауксинів та цитокінінів [33, 42]. Цей гормон здатний пригнічувати ріст і поділ клітин, синтез нуклеїнових кислот, гальмувати диференціацію внутрішньої мембранної системи хлоропластів [66]. Однак слід зауважити, що роль АБК у регуляції ростових процесів листка остаточно не з'ясована. Неправильно було б розглядати АБК тільки як інгібітора, оскільки вона може викликати й активацію ростових процесів. Зокрема, цей гормон відіграє важливу роль у стимулюванні соматичного ембріогенезу в культурі тканин [191, 252].

У літературі зустрічаються дані про істотне підвищення вмісту АБК насамперед за рахунок вільної форми при застосуванні антигіберелінів таких груп, як онієві та азолові сполуки [83].

Результати наших досліджень свідчать, що застосування 0,025%-го розчину паклобутразолу призводило до зростання вмісту вільної і зв'язаної абсцизової кислоти у листках озимого ріпаку (рис. 3.10).

Збільшення вмісту абсцизової кислоти в листках спостерігалось у різних за систематичним положенням і анатомо-морфологічною будовою рослин [43, 147]. Це слід, очевидно, пояснювати тим, що синтез абсцизової кислоти і гіберелінів є гілками єдиного шляху утворення терпенів, і в обох випадках він відбувається через мевалонову кислоту [33, 42]. Оскільки паклобутразол не блокує утворення фарнезилпірофосфату, попередника АБК, а виявляє свою дію на пізніших етапах біосинтезу, то під впливом ретарданту відбувається зміщення біосинтезу терпенів у бік накопичення абсцизової кислоти.

Збільшення вмісту абсцизової кислоти в листках спостерігалось у різних за систематичним положенням і анатомо-морфологічною будовою рослин [43, 147]. Це слід, очевидно, пояснювати тим, що синтез абсцизової кислоти і гіберелінів є гілками єдиного шляху утворення терпенів, і в обох випадках він відбувається через мевалонову кислоту [33, 42]. Оскільки паклобутразол не блокує утворення фарнезилпірофосфату, попередника

АБК, а виявляє свою дію на пізніших етапах біосинтезу, то під впливом ретарданту відбувається зміщення біосинтезу терпенів у бік накопичення абсцизової кислоти.

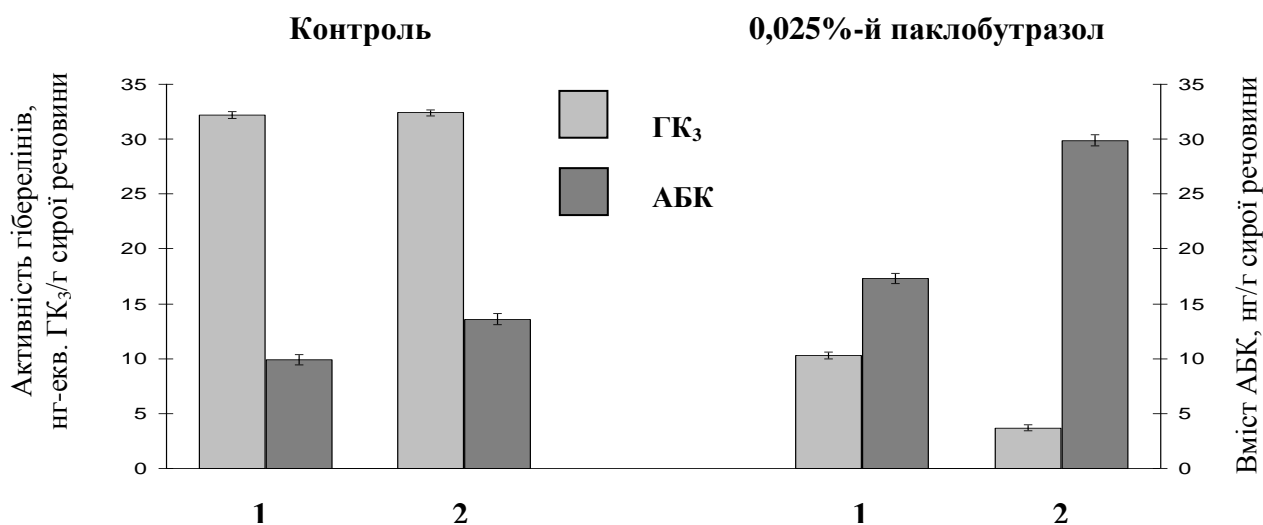


Рисунок 3.10. Вплив 0,025%-го паклобутразолу на активність гіберелінів і вміст абсцизової кислоти у листках рослин озимого ріпаку сорту Вотан.

Дата обробки – 8 травня 2003 року. **1** – вільні форми гормонів, **2** – зв'язані форми гормонів.

Отже, реакцією рослин озимого ріпаку сорту Вотан на обробку 0,025%-м паклобутразолом у фазу бутонізації було зменшення вмісту вільних і зв'язаних форм гіберелінів та зростання вільної і зв'язаної форм АБК.

РОЗДІЛ IV

НАКОПИЧЕННЯ І ПЕРЕРОЗПОДІЛ ВУГЛЕВОДІВ, АЗОТОВМІСНИХ СПОЛУК ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ МІЖ ОРГАНАМИ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ В ОНТОГЕНЕЗИ ПІД ВПЛИВОМ РЕТАРДАНТІВ

4.1. ПЕРЕРОЗПОДІЛ РІЗНИХ ФОРМ ВУГЛЕВОДІВ МІЖ ОРГАНАМИ РОСЛИН РІПАКУ ЗА ДІЇ РЕТАРДАНТІВ

Відомо, що дія фізіологічно активних речовин зумовлює перебудову асиміляційного апарату рослини, зміну габітусу, співвідношення мас її органів, появу додаткових атрагуючих центрів та посилення або послаблення функціонування вже існуючих, що свідчить про зміни характеру донорно-акцепторних відносин у рослині [263].

Оскільки суть змін характеру донорно-акцепторних відносин полягає у перерозподілі потоків асимілятів між органами рослин, то для розробки заходів екзогенної регуляції онтогенезу за допомогою ретардантів необхідно мати чітке уявлення про динаміку накопичення і перерозподіл пластичних і мінеральних речовин у рослині.

Літературні дані з цього питання суперечливі і не дають можливості з'ясувати дію інгібіторів росту на накопичення і перерозподіл вуглеводів по органах рослин.

Зокрема, обробка сіянців яблуні розчином паклобутразолу у 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% [273]. Аналогічні результати спостерігали у вегетаційному досліді на цукрових буряках при застосуванні хлорхолінхлориду [23]. Збільшення вмісту вуглеводів спостерігалось також при застосуванні хлорхолінхлориду на яблуні [62, 63] і пшениці [183, 184], паклобутразолу – на рослинах маслини [171] та в коренеплодах цукрового буряка [157]. 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 [39]. Зменшення вмісту різних форм цукрів у надземних вегетативних органах рослин спостерігалось також при обробці чорноплідної горобини та малини розчином ССС [83], у цукрових буряків та картоплі за дії паклобутразолу і декстрелу [148, 157].

У ряді літературних джерел зустрічається інформація про зміни вмісту вуглеводів різних форм у залежності 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 [39]. Застосування кампозану М [117] та тетрациклацісу [286] на рослинах картоплі забезпечувало більш інтенсивний, ніж у контролі, відтік редуруючих цукрів до бульб та перетворення їх на крохмаль. А використання паклобутразолу на рослинах маслини сорту Lessino неоднозначно позначалося на вмісті вуглеводів у рослині. При обприскуванні рослин 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 [170]. Очевидно, важливе місце у 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 накопичення різних форм вуглеводів в олійних культур, і зокрема ріпаку, за дії інгібіторів росту, очевидно, не проводилися. Тому нашою метою було вивчити вплив ретардантів, що відрізняються за механізмом дії, на динаміку різних форм вуглеводів у рослин озимого ріпаку впродовж вегетації.

Отримані результати досліджень свідчать, що гальмування ростових процесів під впливом антигіберелінових препаратів супроводжувалося змінами у накопиченні і перерозподілі різних форм вуглеводів між органами рослин ріпаку, причому погодні умови періоду розвитку рослин

суттєво впливали на ці процеси.

У листках і стеблах рослин, оброблених паклобутразолом та хлормекватхлоридом, сумарний вміст вуглеводів протягом вегетації був більшим, ніж у контролі, на відміну від рослин, що були оброблені декстрелом (рис. 4.1). На нашу думку, це пояснюється блокуванням ретардантами атрагуючої активності зон росту вегетативних органів і зменшенням відтоку асимілятів до них. За посушливих умов вегетації 2002 року відносний вміст вуглеводів у вегетативних органах контрольних і дослідних рослин був більш високим у порівнянні з типовим за погодними умовами 2001 роком, що, очевидно, теж пов'язано з уповільненням відтоку асимілятів до зон росту внаслідок несприятливих умов вегетації рослин.

Аналіз динаміки вмісту різних форм вуглеводів дозволяє зробити висновок про поступове зменшення сумарного вмісту цукрів і крохмалю в листках і стеблах озимого ріпаку як у контролі, так і в досліді протягом вегетації (рис. 4.1). Оскільки після фази бутонізації ростові процеси у вегетативних органах суттєво уповільнюються, і одночасно виникають потужні акцепторні зони – стручки, основний потік асимілятів спрямований на формування саме плодів, з чим і пов'язане поступове зменшення вмісту вуглеводів у вегетативних органах [133]. Такі результати підтверджуються і іншими дослідниками [83, 165].

Наші дослідження свідчать про те, що за дії ретардантів в цілому відмічалось збільшення вмісту крохмалю в листках протягом періоду вегетації. Збільшення вмісту крохмалю за дії ретардантів відмічалось і в стеблах на початку вегетації в оптимальних умовах 2001 року. З початком періоду активного формування стручків (20.05.2001 р.) вміст крохмалю у стеблі дослідних рослин знизився у порівнянні з контролем. На нашу думку, це свідчить про те, що зменшення інтенсивності темпів росту рослини за дії ретардантів призводить до депонування частини асимілятів у вигляді крохмалю. За умов посушливого 2002 року більш високий вміст крохмалю у

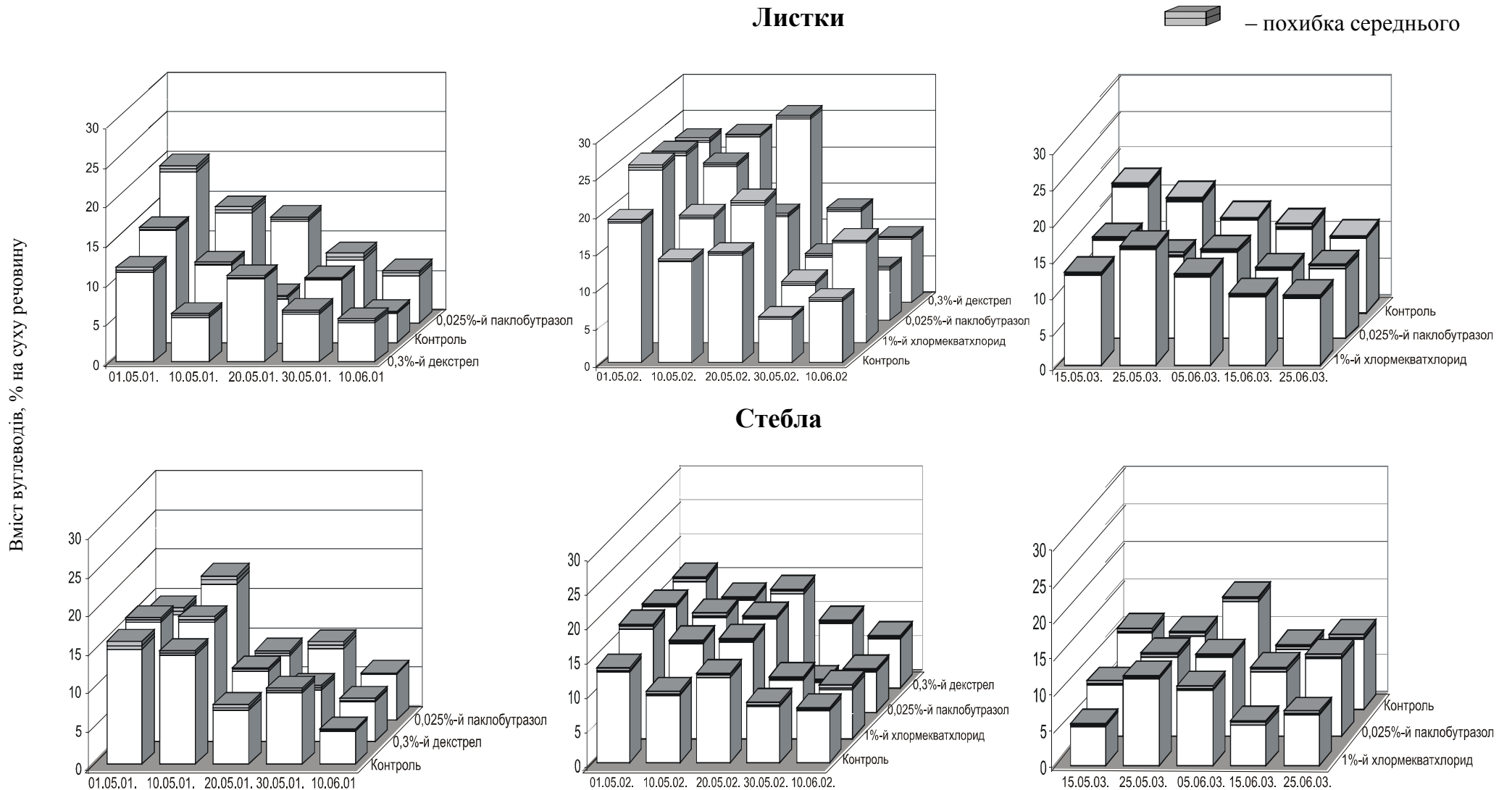


Рисунок 4.1. Вплив ретардантів на загальний вміст вуглеводів (сума цукрів і крохмалю) у вегетативних органах озимого ріпаку.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня. 2001, 2002 роки – сорт Галицький, 2003 рік – сорт Вотан.

листках і стеблах спостерігався протягом всього періоду вегетації, що, на нашу думку, пов'язано з суттєвим зменшенням активності ростових центрів рослин дослідних варіантів (табл. 4.1).

Збільшення вмісту вуглеводів у вегетативних органах озимого ріпаку за дії ретардантів відбувалося також за рахунок цукрів. Найбільш чітко це простежувалося в типових погодних умовах 2001 року, коли таке зростання відбувалося в першу чергу за рахунок накопичення основної транспортної форми цукрів – сахарози. А в нетипово посушливому 2002 році частка сахарози у листках дослідних рослин значно знижувалася, і зростання вмісту цукрів відбувалося за рахунок редуруючих форм. Разом з тим, у стеблах таких змін не спостерігалось (табл. 4.1) [133].

Таблиця 4.1

Вплив ретардантів на вміст різних форм цукрів і крохмалю у вегетативних органах рослин озимого ріпаку сорту Галицький (% на суху речовину)

Дата відбору проб	Контроль				0,025%-й паклобутразол				0,3%-й декстрел			
	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль
2001 рік												
Листки												
01.05.	5,91± 0,05	2,77± 0,04	8,68± 0,02	5,75± 0,05	*6,66± 0,06	*5,75± 0,01	*12,41± 0,06	*6,32± 0,16	*3,79± 0,05	*4,07± 0,01	*7,86± 0,04	*3,30± 0,05
10.05.	3,60± 0,05	3,35± 0,01	6,95± 0,04	2,93± 0,06	*5,13± 0,07	*3,46± 0,05	*8,59± 0,04	*5,19± 0,05	*1,67± 0,05	*1,59± 0,01	*3,26± 0,04	*2,26± 0,10
20.05.	2,03± 0,05	1,66± 0,01	3,69± 0,04	1,96± 0,06	*5,54± 0,06	*2,63± 0,05	*8,17± 0,04	*4,62± 0,05	*3,79± 0,05	*3,46± 0,01	*7,25± 0,02	*3,02± 0,10
30.05.	2,60± 0,05	2,17± 0,07	4,77± 0,01	3,30± 0,05	*2,22± 0,05	*1,34± 0,01	*3,56± 0,04	*4,34± 0,11	*2,22± 0,05	*1,48± 0,01	*3,70± 0,04	*2,26± 0,10
10.06.	1,06± 0,06	0,97± 0,03	2,03± 0,04	1,70± 0,11	*1,66± 0,05	*1,87± 0,01	*3,53± 0,04	*2,35± 0,16	*1,47± 0,05	0,77± 0,06	2,24± 0,15	*2,45± 0,13
2001 рік												
Стебла												
01.05.	11,09± 0,05	3,12± 0,01	14,21± 0,04	1,34± 0,01	*5,91± 0,05	*4,20± 0,01	*10,11± 0,04	*3,11± 0,05	*4,72± 0,016	*4,95± 0,06	*9,67± 0,10	*4,90± 0,11
10.05.	7,47± 0,05	5,92± 0,01	13,39± 0,06	1,13± 0,07	*9,28± 0,05	*5,29± 0,02	*14,57± 0,03	*2,45± 0,11	7,47± 0,05	*5,40± 0,02	*12,87± 0,04	*1,79± 0,05
20.05.	4,54± 0,05	1,98± 0,01	6,52± 0,04	0,78± 0,02	4,72± 0,05	*2,72± 0,01	*7,44± 0,04	*0,66± 0,03	*5,72± 0,05	2,06± 0,03	*7,78± 0,04	0,75± 0,01
30.05.	3,97± 0,05	3,34± 0,05	7,31± 0,04	2,17± 0,06	*5,13± 0,07	*2,66± 0,03	*7,79± 0,04	*1,23± 0,05	*4,35± 0,05	*0,65± 0,01	*5,00± 0,04	*1,34± 0,01
10.06.	3,22± 0,05	0,39± 0,01	3,61± 0,04	0,85± 0,05	*3,97± 0,04	*0,58± 0,01	*4,55± 0,04	*1,32± 0,01	*2,22± 0,05	*1,48± 0,01	3,70± 0,04	*1,13± 0,07

Продовж. табл. 4.1

Дата відбору проб	Контроль				0,025%-й паклобутразол				0,3%-й декстрел				1%-й хлормекватхлорид			
	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль	Редук. цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль
2002 рік																
Листки																
01.05.	9,85± 0,03	0,55± 0,01	10,40± 0,03	8,39± 0,05	10,20± 0,35	*1,69± 0,12	*11,89± 0,22	*14,61± 0,06	*9,09± 0,15	*6,01± 0,18	*15,10± 0,04	*9,99± 0,11	*10,91± 0,23	*3,32± 0,05	*14,23± 0,29	*10,84± 0,05
10.05.	5,80± 0,05	2,23± 0,01	8,03± 0,05	5,38± 0,05	*11,01± 0,21	*0,83± 0,01	*11,84± 0,21	*11,17± 0,06	*8,47± 0,15	*1,77± 0,17	*10,24± 0,06	*10,84± 0,05	*8,91± 0,06	*1,83± 0,05	*10,74± 0,06	*6,69± 0,16
20.05.	5,27± 0,05	1,51± 0,03	6,78± 0,08	7,52± 0,01	5,18± 0,04	*0,52± 0,01	*5,70± 0,05	*13,48± 0,16	*4,53± 0,04	*1,69± 0,03	*6,22± 0,01	*14,01± 0,07	*6,66± 0,05	*0,62± 0,04	*7,28± 0,09	*8,17± 0,02
30.05.	3,24± 0,05	0,27± 0,03	3,51± 0,08	2,27± 0,01	*3,97± 0,05	*0,41± 0,02	*4,38± 0,04	*4,33± 0,11	*2,41± 0,12	*1,77± 0,11	*4,18± 0,01	*6,26± 0,02	*3,95± 0,05	*1,02± 0,05	*4,97± 0,11	*3,30± 0,05
10.06.	0,63± 0,05	0,96± 0,01	1,59± 0,04	6,50± 0,06	0,47± 0,05	*0,53± 0,01	*1,00± 0,04	*5,84± 0,11	0,66± 0,04	*0,63± 0,01	1,29± 0,12	*5,09± 0,01	*0,44± 0,01	*0,23± 0,11	*0,67± 0,11	*7,73± 0,10
2002 рік																
Стебла																
01.05.	7,27± 0,02	4,27± 0,01	11,54± 0,02	1,42± 0,05	*11,15± 0,05	4,13± 0,09	*14,28± 0,14	*1,93± 0,03	*9,64± 0,15	*2,41± 0,18	*12,05± 0,04	*3,49± 0,05	*8,16± 0,23	*3,94± 0,05	12,10± 0,29	*3,30± 0,05
10.05.	7,00± 0,02	2,32± 0,05	9,32± 0,03	0,39± 0,01	*8,10± 0,05	*3,89± 0,08	*11,99± 0,18	*1,98± 0,05	*8,62± 0,15	*3,26± 0,17	*11,88± 0,06	*0,76± 0,01	*7,56± 0,06	*2,23± 0,05	*9,79± 0,05	*3,58± 0,11
20.05.	6,13± 0,02	3,65± 0,12	9,78± 0,14	2,39± 0,05	*7,57± 0,01	*2,74± 0,02	*10,31± 0,06	*3,39± 0,11	*7,83± 0,04	3,31± 0,03	*11,14± 0,01	2,55± 0,05	*7,16± 0,05	*2,93± 0,04	10,09± 0,09	*3,49± 0,05
30.05.	3,00± 0,01	2,18± 0,01	5,18± 0,02	2,92± 0,05	*1,94± 0,01	2,06± 0,05	*4,00± 0,01	3,02± 0,03	*4,00± 0,12	2,19± 0,11	*6,19± 0,01	3,11± 0,05	*3,19± 0,05	*1,15± 0,05	*4,34± 0,11	*3,87± 0,05
10.06.	5,40± 0,05	0,75± 0,05	6,15± 0,09	1,32± 0,01	*2,50± 0,11	*2,26± 0,02	*4,76± 0,13	1,13± 0,07	*3,02± 0,01	0,65± 0,01	*3,67± 0,11	*3,49± 0,16	*3,43± 0,01	*2,06± 0,11	*5,49± 0,12	1,42± 0,05

Примітки: 1. Дати обробки рослин: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік – 25 квітня.

2. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

За дії декстрелу не відбувалося чітких морфологічних ефектів, і перерозподіл вуглеводів протягом онтогенезу був не таким однозначним.

Різне навантаження рослин урожаєм у контролі і досліді впливало на інтенсивність відтоку асимілятів з вегетативних органів. Аналіз результатів досліджень свідчить, що депонування вуглеводів у вегетативних органах рослин ріпаку дослідних варіантів протягом періоду росту забезпечувало приріст урожаю цієї культури у порівнянні з контролем. Тому за оптимальних погодних умов розвитку 2001 р. урожай насіння на одну рослину становив $*8,71 \pm 0,28$ г за дії паклобутразолу та $*10,62 \pm 0,36$ г за дії декстрелу проти $5,12 \pm 0,23$ г у контролі, а в посушливому 2002 р. – $*4,02 \pm 0,17$, $2,84 \pm 0,11$ і $3,06 \pm 0,14$ г відповідно (* різниця достовірна при $P \leq 0,05$). Під впливом хлормекватхлориду на одній рослині утворювалося $3,29 \pm 0,13$ г насіння [133].

Нами було встановлено, що застосування ретардантів та погодні умови вегетації суттєво впливали на вміст вуглеводів у насінні ріпаку (табл. 4.2).

Так, у рослин, що зазнали впливу ретардантів, було відмічено нижчий вміст різних форм вуглеводів порівняно з контрольними незалежно від погодних умов вегетації. Це має суттєве значення для технологічних характеристик насіння, оскільки відомо, що зменшення вмісту вуглеводів у насінні олійних культур чітко корелює із зростанням вмісту олії [6, 9, 24, 87, 93, 101, 116]. Разом з тим, несприятливі погодні умови 2002, 2003 років нівелювали різницю між контролем та дослідом.

Отже, обробка рослин озимого ріпаку сортів Галицький і Вотан у фазу бутонізації розчинами ретардантів супроводжувалося депонуванням цукрів і крохмалю в тканини вегетативних органів внаслідок зменшення інтенсивності їх використання на ростові процеси. Найефективнішим у даному випадку виявилось застосування 0,025%-го паклобутразолу.

**Вплив ретардантів на хімічний склад насіння озимого ріпаку
(% на суху речовину)**

Варіант досліду	Редуючі цукри	Сахароза	Сума цукрів	Крохмаль	Загальний азот	Білковий азот	Небілковий азот	Вміст фосфору	Вміст калію
2001 рік, сорт Галицький									
Контроль	1,62 ±0,05	1,75 ±0,07	3,37 ±0,09	2,73 ±0,02	3,76 ±0,01	2,58 ±0,02	1,19 ±0,01	6,67 ±0,03	1,32 ±0,03
0,025%-й ПБ	*1,33 ±0,03	*1,22 ±0,02	*2,55 ±0,08	*1,79 ±0,02	*3,40 ±0,01	*2,24 ±0,02	*1,14 ±0,01	*6,45 ±0,05	*1,47 ±0,03
0,3%-й ДК	*1,42 ±0,03	1,77 ±0,04	3,18 ±0,10	*1,97 ±0,02	*3,00 ±0,01	*2,12 ±0,01	*0,88 ±0,01	6,61 ±0,06	*0,83 ±0,02
2002 рік, сорт Галицький									
Контроль	1,51 ±0,02	1,80 ±0,04	3,31 ±0,11	2,73 ±0,02	3,24 ±0,01	2,20 ±0,01	1,02 ±0,01	5,67 ±0,05	1,09 ±0,03
0,025%-й ПБ	*1,39 ±0,03	*1,26 ±0,03	*2,65 ±0,12	*2,16 ±0,02	*3,08 ±0,02	*2,06 ±0,01	1,02 ±0,01	*6,28 ±0,09	*0,96 ±0,01
0,3%-й ДК	*1,39 ±0,03	1,69 ±0,03	3,08 ±0,14	*2,16 ±0,02	*3,79 ±0,01	*2,49 ±0,01	*1,30 ±0,01	5,52 ±0,04	1,08 ±0,02
1%-й ССС	*1,42 ±0,01	1,64 ±0,08	3,06 ±0,15	*1,71 ±0,01	*3,09 ±0,02	2,16 ±0,02	*0,93 ±0,01	*5,40 ±0,04	*1,41 ±0,06
2003 рік, сорт Вотан									
Контроль	1,56 ±0,03	1,79 ±0,04	3,35 ±0,12	3,01 ±0,02	3,44 ±0,01	2,24 ±0,01	1,19 ±0,01	5,48 ±0,04	0,78 ±0,03
0,025%-й ПБ	*1,40 ±0,06	*1,32 ±0,04	*2,72 ±0,10	*2,64 ±0,02	*3,69 ±0,01	*2,49 ±0,02	1,20 ±0,01	5,66 ±0,08	0,72 ±0,02
0,3%-й ДК	*1,30 ±0,01	*1,50 ±0,02	2,91 ±0,15	*2,35 ±0,02	*3,71 ±0,01	*2,32 ±0,02	*1,39 ±0,01	5,53 ±0,07	0,72 ±0,03
1%-й ССС	*1,41 ±0,02	1,72 ±0,01	3,12 ±0,13	*1,79 ±0,02	*3,56 ±0,01	*2,32 ±0,02	*1,24 ±0,01	5,41 ±0,07	*0,94 ±0,03

Примітки:

1. ПБ – паклобутразол, ДК – декстрел, ССС – хлормекватхлорид.
2. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік – 25 квітня, 2003 рік – 8 травня.
3. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

4.2. ПЕРЕРОЗПОДІЛ РІЗНИХ ФОРМ АЗОТУ, ФОСФОРУ І КАЛІЮ МІЖ ОРГАНАМИ РОСЛИНИ ЗА ДІЇ РЕТАРДАНТІВ

Важливим з точки зору росту і розвитку рослин є перерозподіл азотовмісних сполук між органами рослини в процесі вегетації. В літературі міститься значна кількість інформації щодо азотного метаболізму в рослині за дії ретардантів, але ці дані є досить суперечливими [34, 39, 47, 78, 126].

Зокрема, обробка рослин цукрового буряка різними концентраціями триазолпохідного препарату паклобутразолу у фазу сьомої-восьмої пари листків зумовила збільшення вмісту загального азоту у листках, яке відбулося за рахунок як білкової, так і небілкової фракцій. Разом з тим, використання етиленпродуценту декстрелу у цю ж фазу не викликало змін вмісту азоту у вегетативних органах дослідних рослин [157]. Обробка посівів моркви похідним четвертинних онієвих солей хлорхолінхлоридом викликало накопичення білків у коренеплоді з одночасним їх зменшенням в листках [39]. При застосуванні хлорхолінхлориду на насадженнях ягідних культур спостерігалось зростання вмісту азоту у вегетативних органах і посилення біосинтезу білків [83]. Схожі результати спостерігали при використанні цього ж препарату на зернових [125, 126], бобових [39] та технічних культурах [123].

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 [125, 126]. Зниження вмісту білка в зерні озимого жита спостерігалось і при обробці рослин препаратами кампозан М і дигідрел [79]. Аналогічні результати отримані при застосуванні етрелу та гідрелу на рослинах тютюну [31] і сої [265].

Дані щодо впливу ретардантів на перерозподіл азотовмісних сполук в олійних культурах є поодинокими [34, 163, 188, 226]. Разом з тим, відомо, що надлишок азоту в тканинах під час розвитку олійних рослин

призводить до накопичення білка і одночасного зменшення вмісту олії в насінні, а також до зменшення вмісту ненасичених жирних кислот, які значною мірою визначають якість олії [98, 264].

Результати наших досліджень свідчать, що зростання вмісту вуглеводів у вегетативних органах рослин озимого ріпаку під впливом ретардантів супроводжувалося зменшенням вмісту азоту в стеблах і листках практично по всіх варіантах досліду. Найбільш чітко ця закономірність прослідковувалася за дії 0,025%-го паклобутразолу. Посушливі умови вегетації 2003 року викликали зростання вмісту різних форм азоту в досліді порівняно з контролем (рис. 4.2). Таку особливість в олійних культурах за дії ретардантів і несприятливих факторів середовища відмічали і інші дослідники [116, 264].

Разом з тим, кількісний вміст азоту не може достатньою мірою характеризувати особливості азотного обміну. На нашу думку, для більш глибокого осмислення характеру змін донорно-акцепторних відносин за дії ретардантів доцільно проаналізувати динаміку різних форм азоту та їх співвідношення на різних етапах росту і розвитку (табл. 4.3).

В оптимальних умовах росту і розвитку спостерігалася тенденція до зниження співвідношення між білковим і небілковим азотом у рослин, оброблених ретардантами, незалежно від механізму їх дії, на відміну від посушливих умов вегетації 2002 і 2003 років.

Встановлено, що на перших етапах росту в типових погодних умовах вегетації (2001 р.) в листках рослин, оброблених ретардантами, відбувалося короткочасне збільшення відношення білковий / небілковий азот. Разом з тим, у періоди цвітіння та росту стручків спостерігалася однозначне зменшення вмісту білкового азоту у порівнянні з небілковим (як у стеблах, так і у листках рослин дослідних варіантів) [133].

На нашу думку, це свідчить про інтенсивний гідроліз білків у вегетативних органах і відтік азотовмісних сполук у нові атрагуючі центри – стручки, яких на оброблених ретардантами рослинах закладалося більше.

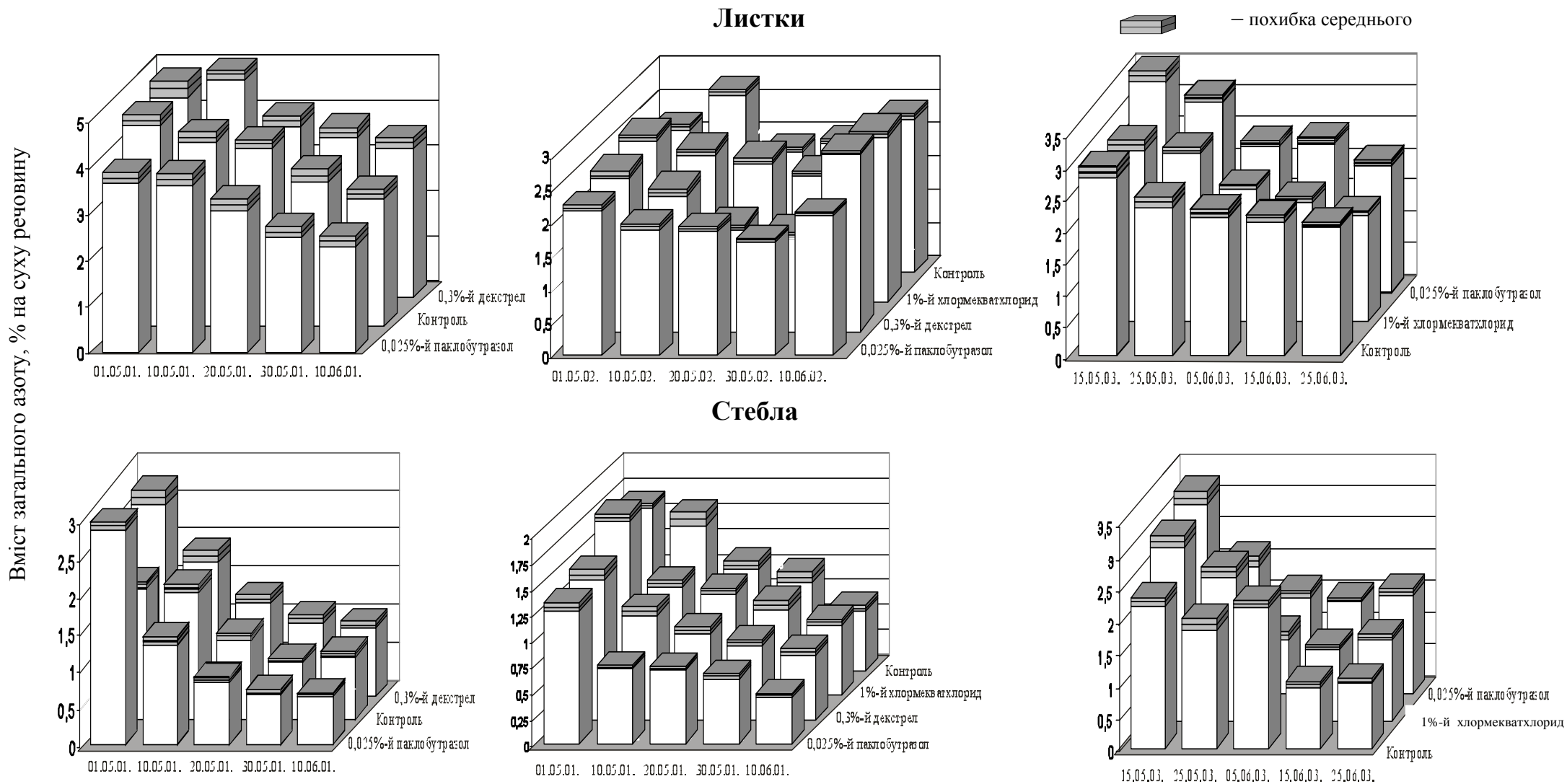


Рисунок 4.2. Вплив ретардантів на загальний вміст азоту у вегетативних органах озимого ріпаку.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня. 2001, 2002 роки – сорт Галицький, 2003 рік – сорт Вотан.

Інтенсивний відтік азоту з вегетативних у генеративні органи ріпаку (до 80% N¹⁵) у період цвітіння і росту плодів встановлено і в роботах інших авторів [297].

Таким чином, збільшення навантаження рослин урожаєм під впливом 0,025%-го паклобутразолу визначало посилення гідролізу білків і відтоку азотомісних сполук з вегетативних органів рослини до плодів, що формуються.

Таблиця 4.3

Вплив ретардантів на співвідношення між білковим і небілковим азотом у рослин озимого ріпаку (% на суху речовину)

2001 рік, сорт Галицький												
Дати відбору проб	Листки											
	Контроль			0,025%-й паклобутразол			0,3%-й декстрел					
	БА, %	НА, %	БА/НА	БА, %	НА, %	БА/НА	БА, %	НА, %	БА/НА	БА, %	НА, %	БА/НА
01.05.	3,50 ± 0,01	0,86 ± 0,01	4,10	*3,27 ± 0,04	*0,47 ± 0,02	6,96	*3,72 ± 0,01	*0,62 ± 0,04	6,00			
10.05.	3,49 ± 0,01	0,62 ± 0,02	5,63	*3,26 ± 0,02	*0,44 ± 0,01	7,41	*4,08 ± 0,04	0,66 ± 0,01	6,18			
20.05.	3,47 ± 0,01	0,40 ± 0,02	8,68	*2,72 ± 0,01	0,41 ± 0,03	6,63	*3,15 ± 0,02	*0,63 ± 0,02	5,00			
30.05.	2,83 ± 0,01	0,31 ± 0,03	9,13	*2,29 ± 0,01	0,27 ± 0,01	8,48	2,87 ± 0,01	*0,66 ± 0,01	4,45			
10.06.	2,19 ± 0,01	0,57 ± 0,01	3,84	*1,86 ± 0,01	*0,50 ± 0,01	3,72	*2,59 ± 0,01	*0,69 ± 0,01	3,75			
Стебла												
01.05.	1,38 ± 0,017	0,36 ± 0,01	3,83	*1,97 ± 0,03	*0,91 ± 0,02	2,16	*1,88 ± 0,02	*0,64 ± 0,01	2,94			
10.05.	1,34 ± 0,01	0,36 ± 0,01	3,72	*0,75 ± 0,01	*0,58 ± 0,01	1,30	*1,22 ± 0,01	*0,54 ± 0,01	2,26			
20.05.	0,94 ± 0,01	0,14 ± 0,03	6,71	*0,61 ± 0,02	0,21 ± 0,01	2,90	*0,76 ± 0,01	*0,46 ± 0,01	1,65			
30.05.	0,65 ± 0,01	0,12 ± 0,01	5,42	*0,51 ± 0,01	0,15 ± 0,01	3,40	*0,61 ± 0,01	*0,37 ± 0,01	1,65			
10.06.	0,74 ± 0,01	0,11 ± 0,02	6,73	*0,56 ± 0,03	0,08 ± 0,01	1,13	*0,61 ± 0,01	*0,29 ± 0,01	2,10			
2002 рік, сорт Галицький												
Дати відбору проб	Листки											
	Контроль			0,025%-й паклобутразол			0,3%-й декстрел			1%-й хлормекватхлорид		
	БА %	НА %	БА/НА	БА %	НА %	БА/НА	БА %	НА %	БА/НА	БА %	НА %	БА/НА
01.05.	1,64 ± 0,06	0,49 ± 0,02	3,35	1,48 ± 0,03	*0,6 ± 0,03	2,18	*2,08 ± 0,05	*0,29 ± 0,01	7,17	*1,90 ± 0,01	*0,59 ± 0,03	3,22
10.05.	2,14 ± 0,02	0,55 ± 0,01	3,90	*1,25 ± 0,01	*0,63 ± 0,01	1,98	*1,84 ± 0,01	*0,27 ± 0,01	6,80	*1,75 ± 0,01	*0,53 ± 0,02	3,30
20.05.	1,24 ± 0,01	0,62 ± 0,03	2,60	*1,41 ± 0,04	*0,48 ± 0,01	2,94	1,28 ± 0,01	*0,27 ± 0,01	4,74	*1,59 ± 0,04	*0,51 ± 0,02	3,12
30.05.	1,54	0,39	3,95	*1,32	0,37	3,57	*1,08	0,36	3,00	*1,45	*0,48	3,02

	±0,01	±0,02		±0,02	±0,01		±0,02	±0,01		±0,01	±0,01	
10.06.	1,80 ±0,01	0,50 ±0,02	3,60	1,81 ±0,02	*0,31 ±0,01	5,84	*2,15 ±0,02	0,45 ±0,01	4,78	*1,99 ±0,02	0,44 ±0,01	4,52
Стебла												
01.05.	1,22 ±0,02	0,44 ±0,01	2,77	*1,11 ±0,01	*0,13 ±0,01	8,54	*0,98 ±0,02	0,40 ±0,01	2,45	1,26 ±0,01	0,42 ±0,01	3,00
10.05.	1,22 ±0,02	0,27 ±0,02	4,52	*0,55 ±0,01	*0,17 ±0,01	3,24	*0,68 ±0,01	*0,35 ±0,01	1,94	*0,83 ±0,01	0,22 ±0,01	3,77
20.05.	0,80 ±0,01	0,21 ±0,01	3,81	*0,64 ±0,03	0,20 ±0,01	3,20	*0,55 ±0,01	*0,30 ±0,01	1,83	0,81 ±0,01	*0,16 ±0,01	5,06
30.05.	0,63 ±0,03	0,18 ±0,01	3,50	*0,52 ±0,01	*0,1± 0,008	4,73	0,52 ±0,01	0,21 ±0,01	2,48	0,71 ±0,01	0,14 ±0,01	5,07
10.06.	0,57 ±0,04	0,02± 0,005	2,85	*0,41 ±0,02	*0,04 ±0,001	10,25	*0,52 ±0,01	*0,13 ±0,008	4,00	0,62 ±0,01	*0,06 ±0,008	10,33
2003 рік, сорт Воган												
Дати відбо- ру проб	Листки											
	Контроль			0,025%-й паклубутразол			1%-й хлормекватхлорид					
	БА %	НА %	БА/ НА	БА %	НА%	БА/ НА	БА %	НА%	БА/ НА			
15.05.	2,23 ±0,02	0,58 ±0,01	3,85	*2,76 ±0,04	0,58 ±0,02	4,76	2,30 ±0,01	*0,40 ±0,02	5,75			
25.05.	2,02 ±0,01	0,34 ±0,01	5,94	*2,55 ±0,01	*0,47 ±0,01	5,43	*2,24 ±0,01	*0,42 ±0,01	5,33			
05.06.	1,81 ±0,01	0,38 ±0,01	4,76	*1,93 ±0,01	0,39 ±0,01	4,95	*1,72 ±0,02	0,38 ±0,01	4,53			
15.06.	1,79 ±0,01	0,34 ±0,01	5,27	*1,89 ±0,01	*0,47 ±0,01	4,02	*1,46 ±0,01	*0,45 ±0,01	3,24			
25.06.	1,76 ±0,01	0,28 ±0,01	6,29	*1,65 ±0,01	*0,36 ±0,02	4,58	*1,25 ±0,01	*0,44 ±0,01	2,84			
Стебла												
15.05.	1,89 ±0,02	0,32 ±0,01	5,91	*2,37 ±0,02	*0,61 ±0,02	3,89	*1,76 ±0,02	*0,93 ±0,01	1,89			
25.05.	1,53 ±0,01	0,33 ±0,01	4,64	*1,64 ±0,01	*0,38 ±0,01	4,32	1,49 ±0,01	*0,77 ±0,01	1,94			
05.06.	1,89 ±0,01	0,31 ±0,02	6,09	*1,30 ±0,01	*0,22 ±0,01	5,41	*1,00 ±0,01	0,27 ±0,01	3,70			
15.06.	0,74 ±0,01	0,22 ±0,01	3,36	*1,11 ±0,01	*0,33 ±0,01	3,36	*0,79 ±0,01	*0,32 ±0,01	2,47			
25.06.	0,86 ±0,01	0,18 ±0,01	4,78	*1,17 ±0,01	*0,38 ±0,01	3,08	0,90 ±0,01	*0,35 ±0,02	2,57			

Примітки:

1. Дати обробки рослин: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік – 25 квітня, 2003 рік – 8 травня.
2. БА – білковий азот, НА – небілковий азот.
3. *- різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Особливості перерозподілу різних форм азоту між вегетативними і генеративними органами рослин за дії ретардантів значною мірою визначалися погодними умовами вегетації. Зокрема, за посушливих умов розвитку рослин 20.05.2002 р. і 10.06.2002 р. в листках та 30.05.2002 р. в стеблах рослин дослідних варіантів спостерігалось більш високе співвідношення білкового азоту до небілкового у порівнянні з контролем. На нашу думку, це визначалося особливостями росту рослин за

несприятливих умов посухи.

При вивченні вмісту різних форм азоту в ріпаковому насінні встановлено, що застосування водних розчинів ретардантів у фазу бутонізації зумовлювало зниження вмісту цього елемента практично по всіх варіантах дослідів в порівнянні з контролем [133]. У надзвичайно посушливих і спекотливих умовах вегетації 2003 року вміст азоту в дослідних рослинах був дещо більшим, ніж у контролі (див. табл. 4.2). При цьому зменшувався вміст олії у варіантах із застосуванням паклобутразолу і декстрелу. Схожі закономірності спостерігали і в інших роботах [19, 264].

Відомо, що ріпаковий шрот є цінним і добре збалансованим за амінокислотним складом кормом для сільськогосподарських тварин [98, 158]. Він відзначається надзвичайно високим вмістом сірковмісних незамінних амінокислот. Зокрема, ріпаковий шрот переважає соняшниковий по вмісту цистеїну на 210%, а по вмісту іншої важливої незамінної амінокислоти лізину на 33% [132].

Тому важливо вивчити амінокислотний склад шроту за дії ретардантів. У літературі, як правило, зустрічаються дані про вміст амінокислот у листках [13, 32, 39, 40], стеблах [40, 62, 63] та підземній частині рослин [1, 13, 39] і значно рідше в плодах [84, 131] і насінні [47] зернових, плодово-ягідних та овочевих культур. Ці дані є досить суперечливими і вказують на те, що кількісний та якісний склад амінокислот залежить від погодно-кліматичних умов вегетації, виду та сорту рослин і регламентів застосування тих чи інших рістгальмуючих препаратів [143, 161]. Вивчення амінокислотного складу насіння олійних хрестоцвітих культур за дії ретардантів, очевидно, не проводилося.

Нами досліджено дію вискоєфективного триазолпохідного інгібітора росту рослин паклобутразолу на амінокислотний склад шроту ріпаку сорту Галицький у 2001 та 2002 роках (рис. 4.3). Встановлено зниження вмісту всіх сімнадцяти виявлених амінокислот незалежно від

погодних умов вегетації.

В 2001 році у досліді найбільш різко зменшувався вміст цистеїну і метіоніну (сірковмісні амінокислоти) та проліну, а найменше знижувався вміст аспарагінової і глютамінової кислот та гліцину і валіну. В посушливих умовах вегетації 2002 року різниця між дослідом і контролем була не такою значною. Максимально знижувався вміст ізолейцину та гістидину, а мінімально – метіоніну та глютамінової кислоти.

Результати наших досліджень свідчать, що більше 40% складають дев'ять моноаміномонокарбонних кислот (гліцин, аланін, серин, цистеїн, треонін, метіонін, валін, лейцин, ізолейцин), близько 25% – дві моноамінодикарбонні кислоти (аспарагінова та глютамінова кислоти), 20% – чотири циклічні амінокислоти (фенілаланін, триптофан, тирозин, гістидин) і менше 14% – дві діаміномонокарбонні кислоти (лізин, аргінін). Разом з тим, в умовах достатнього водозабезпечення та помірних температур під час вегетації (2001 р.) вміст усіх амінокислот був вищим, ніж в менш сприятливому 2002 році. Такі результати чітко корелюють із зниженням вмісту загального та білкового азоту за дії ретарданту та умов вегетації в 2001 і 2002 роках.

Найбільше в білку насіння знаходилося глютамінової кислоти, і під дією ретарданту її відсотковий вміст зростав, а найменше – метіоніну, і його кількість у дослідному варіанті зменшувалася. По роках дослідження як у досліді, так і в контролі відсоткова частка різних груп амінокислот практично не змінювалася.

Надходження та перерозподіл основних елементів мінерального живлення значною мірою визначають інтенсивність обмінних процесів у рослинах [126]. Незначна кількість робіт, що присвячена впливу ретардантів на ці процеси, містить суперечливу інформацію [23, 34, 39]. Так, обробка рослин цукрового буряка паклобутразолом і декстрелом зумовлювала зменшення вмісту калію в листках і зростання його в коренеплоді.

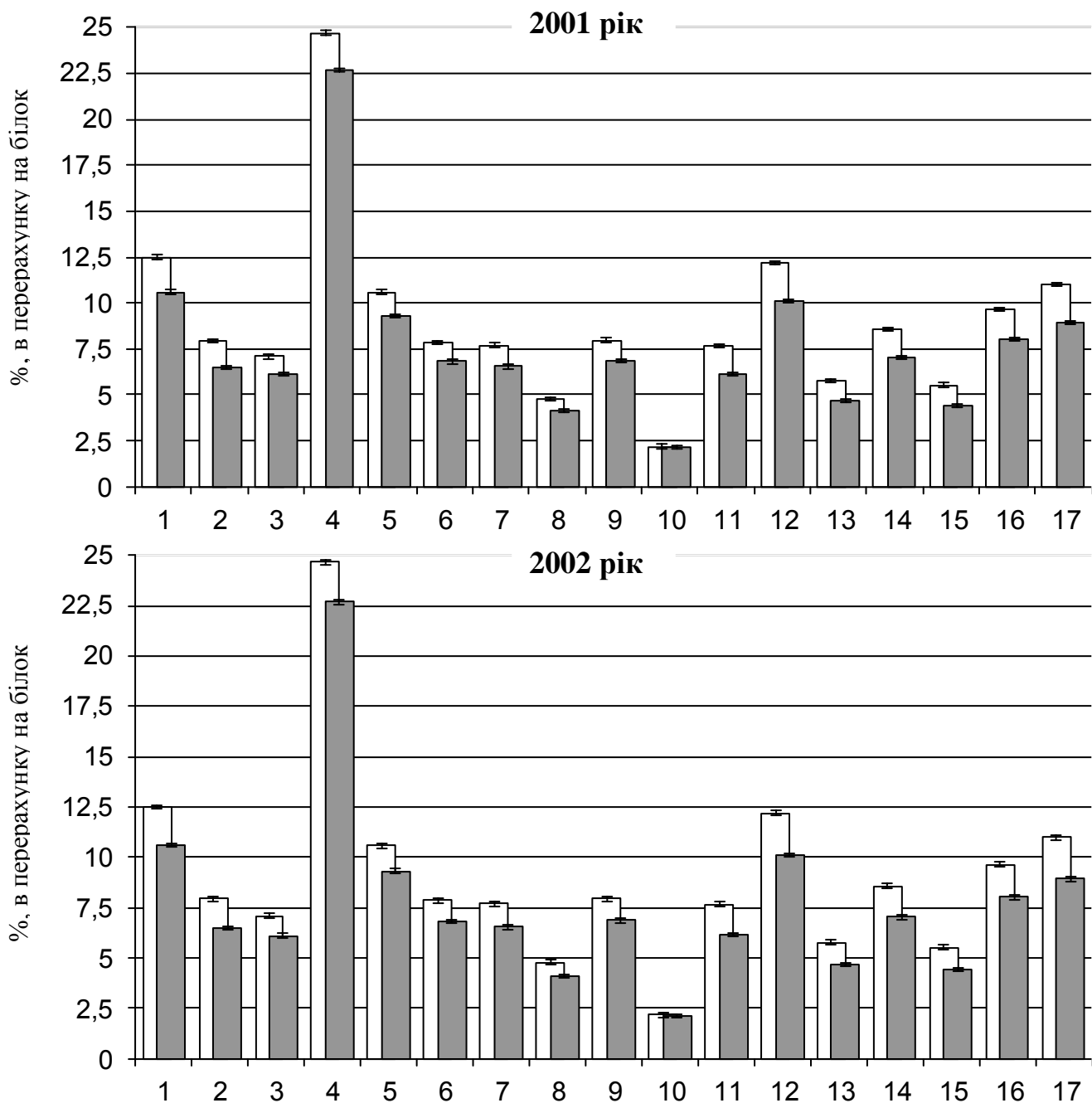


Рисунок 4.3 Вплив 0,025%-го паклобутразолу на вміст амінокислот у шроті насіння озимого ріпаку сорту Галицький.

1 – аспарагінова кислота, 2 – треонін, 3 – сирін, 4 – глютамінова кислота, 5 – пролін, 6 – гліцин, 7 – аланін, 8 – цистеїн, 9 – валін, 10 – метіонін, 11 – ізолейцин, 12 – лейцин, 13 – триптофан, 14 – фенілаланін, 15 – гістидин, 16 – лізин, 17 – аргінін. □ – контроль, ■ – 0,025%-й паклобутразол.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік – 25 квітня.

Динаміка вмісту фосфору була протилежною [157]. Разом з тим, при застосуванні хлормекватхлориду на цій же культурі результати були протилежними [34]. При використанні аналогічних препаратів на рослинах картоплі спостерігалось зростання вмісту обох елементів на початку

періоду вегетації і зменшення їх вмісту наприкінці [148]. Обробка рослин ячменю сумішшю хлорхолінхлориду з кампозаном М і 2-ХЕФК не змінювала у зерні вмісту фосфору і калію [110], як і застосування паклобутразолу на деревах манго [236] та хлорхолінхлориду на насадженнях винограду [49]. В інших джерелах звертається увага на те, що динаміка вмісту фосфору та калію у ягідних культурах в значній мірі залежить від періоду вегетації рослини та взаємного впливу елементів мінерального живлення і співвідношення між ними, концентрації препарату, фази онтогенезу та фону добрив [26, 39].

Разом з тим, вивчення впливу ретардантів на накопичення і перерозподіл основних елементів мінерального живлення у хрестоцвітих олійних культур, очевидно, не проводилося.

Як видно з результатів наших досліджень (табл. 4.4) вміст фосфору і калію суттєво змінюються в процесі вегетації як у контролі, так і в досліді.

Зокрема, у контролі і у варіанті з 0,025%-м паклобутразолом відбувалося поступове зменшення вмісту фосфору у листках і стеблах протягом вегетації, причому різниця між контролем і дослідом була недостовірною. Ця закономірність зберігалася як у типових умовах вегетації 2001 року, так і в посушливих умовах 2002 року. Звертає на себе увагу той факт, що в 2002 році вміст фосфору у листках і стеблах озимого ріпаку сорту Галицький був більш низький. Крім того, нами не встановлено чіткої залежності між вмістом фосфору у вегетативних органах дослідних рослин протягом вегетації і накопиченням його у насінні. Так, в 2001 році встановлено достовірне зменшення вмісту фосфору за дії 0,025%-го паклобутразолу, а в посушливих умовах 2002 року відбувалося збільшення вмісту даного макроелементу у насінні дослідного варіанту або різниця була не достовірною (див. табл. 4.2).

Загальновідомою є роль калію в регуляції ростових процесів, транспорту асимілятів до репродуктивних органів [106]. Встановлено, що низьке забезпечення рослин олійних культур цим елементом суттєво

гальмує синтез ліпідів [10, 19, 106].

Таблиця 4.4

Вплив ретардантів на вміст фосфору і калію у вегетативних органах рослин озимого ріпаку сорту Галицький (% на суху речовину)

Дати відбору проб	Фосфор		Калій	
	Листки			
	Контроль	0,025%-й паклобутразол	Контроль	0,025%-й паклобутразол
01.05.2001	5,7±0,24	5,2±0,24	4,12±0,12	*4,66±0,11
10.05.2001	5,5±0,20	5,4±0,26	3,95±0,12	*4,81±0,16
20.05.2001	5,1±0,18	4,8±0,18	3,31±0,09	*4,08±0,16
30.05.2001	4,1±0,21	4,2±0,16	3,22±0,13	*2,47±0,10
10.06.2001	4,3±0,23	4,8±0,15	3,02±0,11	*2,15±0,08
Стебла				
01.05.2001	5,8±0,28	6,2±0,31	5,70±0,23	*7,05±0,33
10.05.2001	5,2±0,22	5,6±0,21	5,42±0,26	4,85±0,23
20.05.2001	4,4±0,14	*5,3±0,22	4,19±0,19	*3,38±0,12
30.05.2001	4,5±0,16	4,2±0,21	2,97±0,11	2,97±0,10
10.06.2001	3,6±0,12	3,7±0,11	3,14±0,17	2,85±0,09
Листки				
01.05.2002	2,90±0,10	*3,65±0,05	2,59±0,11	2,45±0,08
10.05.2002	3,40±0,17	3,45±0,15	2,55±0,12	*2,92±0,05
20.05.2002	3,00±0,14	3,55±0,18	2,31±0,07	*2,84±0,06
30.05.2002	3,10±0,10	2,85±0,14	1,84±0,06	*2,31±0,11
10.06.2002	3,90±0,10	3,70±0,11	1,95±0,07	2,03±0,04
Стебла				
01.05.2002	4,65±0,25	4,55±0,25	2,89±0,13	2,99±0,14
10.05.2002	3,75±0,15	3,70±0,01	2,79±0,11	*2,33±0,08
20.05.2002	3,45±0,05	3,50±0,15	1,95±0,09	2,05±0,07
30.05.2002	2,95±0,05	*2,60±0,09	1,85±0,07	*2,11±0,04
10.06.2002	2,75±0,05	*2,35±0,11	2,15±0,10	*1,64±0,03

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

Результати наших досліджень свідчать, що за сприятливих погодних умов вегетації 2001 року у вегетативних органах озимого ріпаку сорту Галицький відмічався більш високий вміст калію у порівнянні з несприятливим вегетаційним періодом 2002 року. При цьому як у листках, так і у стеблах рослин у 2001 році за дії 0,025%-го паклобутразолу на ранніх етапах розвитку відмічався більш високий вміст калію (табл. 4.4). В період формування стручків і насіння відбувалося більш інтенсивне

зменшення вмісту калію у листках рослин дослідного варіанту у порівнянні з контролем. На нашу думку, це свідчить про посилення відтоку цього елемента до стручків за дії ретарданту. Разом з тим, за несприятливих умов вегетації 2002 року такої закономірності не спостерігалось.

Одночасно нами встановлено збільшення вмісту калію у насінні озимого ріпаку за дії найбільш ефективного ретарданту паклобутразолу в оптимальних погодно-кліматичних умовах 2001 року та зменшення його вмісту за стресових умов вегетації 2002 року (див. табл. 4.2). Разом з тим, специфічною була дія 1%-го розчину хлормекватхлориду. Препарат викликав збільшення вмісту калію і зменшення вмісту фосфору у насінні за несприятливих умов вегетації. Такі зміни супроводжувалися зростанням вмісту олії у насінні (див. рис. 5.1).

Отже, вміст фосфору і калію у вегетативних органах рослин протягом вегетації зменшувався. У посушливому 2002 р. вміст елементів живлення у листках і стеблах був нижчим, ніж у типовому за погодними умовами 2001 р. Застосування паклобутразолу сприяло більш інтенсивному накопиченню макроелементів у вегетативних органах на початку та їх зменшенню у порівнянні з контролем у кінці вегетації.

Таким чином, обробка рослин озимого ріпаку ретардантами посилювала процеси гідролізу білків у вегетативних органах і відтік азотовмісних сполук до плодів, причому посушливі умови вегетації сприяли накопиченню сполук азоту в листках, стеблах та насінні дослідних рослин. За дії 0,025%-го паклобутразолу в типових погодних умовах вегетації відбувалося збільшення вмісту калію у вегетативних органах рослин на ранніх етапах розвитку та зменшення його в період формування плодів, що супроводжувалося накопиченням елемента в насінні. Разом з тим, нами не встановлено чіткої залежності між вмістом фосфору у вегетативних органах дослідних рослин протягом вегетації та накопиченням його в насінні.

РОЗДІЛ V

ВПЛИВ РЕТАРДАНТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ

5.1. ВПЛИВ РЕТАРДАНТІВ РІЗНИХ ТИПІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ

Одним із основних завдань сучасного сільськогосподарського виробництва є пошук нових шляхів та способів підвищення урожайності та якості продукції. Умовою отримання значних досягнень у цьому напрямку є оптимізація рівня реалізації генетичного потенціалу рослин з одночасною мінімізацією впливу негативних факторів зовнішнього середовища в процесі їх онтогенезу.

Більш ефективно управляти продуктивністю рослин дають можливість синтетичні регулятори росту та розвитку, серед яких чільне місце займають ретарданти. Інтерес до даної групи сполук обумовлений широким спектром їх дії на рослини, можливістю спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку з метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму, в тому числі впливати на урожайність і якість сільськогосподарської продукції.

Літературні джерела містять достатньо інформації про застосування інгібіторів росту на різних сільськогосподарських культурах з метою підвищення їх урожайності. Зокрема, застосування на більшості злакових культур аналогів четвертинних солей амонію, фосфонію і сульфонію у фазу завершення куціння або виходу в трубку разом із поліпшенням стійкості до вилягання зумовлювало підвищення урожайності. Так, за дії хлорхолінхлориду в озимій і ярої пшениці урожайність зростала на 4-7 ц/га [39]. Застосування ретарданту було ще ефективнішим при вологих умовах вегетації та значних дозах азоту. В посушливих умовах вегетації даний препарат теж збільшував продуктивність дослідних рослин. З цією ж

метою четвертинні солі використовують також на овочевих [39, 148], технічних [23, 157], плодово-ягідних культурах [83, 137].

Відомо, що застосування онієвих сполук на деяких злакових є малоефективним, а використання етиленпродуцентів покращує їх продуктивність. Це стосується ячменю та жита, урожайність яких зростала внаслідок застосування дигідрелу та 2-ХЕФК [126], пшениці при обробці кампозаном [224]. Підвищення продуктивності за дії етиленпродуцентів відмічалось також на рослинах малини [83], картоплі [52], яблуні [91].

З метою оптимізації продукційного процесу останнім часом широко використовуються триазол- та пентанолпохідні препарати. У зв'язку з надзвичайно високою ретардантною активністю, і як наслідок – ефективністю дії, ця група інгібіторів застосовується при вирощуванні найрізноманітніших декоративних [231, 247] і сільськогосподарських культур: малини [83], апельсину [237], лимону [137] ячменю [126], рису [200], цукрового буряка [157], бавовнику [208], картоплі [39], перцю [180], сої [206]. Одночасно зустрічаються дані про незмінність, а іноді і зниження продуктивності сільськогосподарських культур під впливом триазолпохідних препаратів. Зокрема, обробка рослин пасльону перцеподібного паклобутразолом знижувала урожайність культури [166], а застосування цього ж препарату на рослинах персику не впливало на їх продуктивність [295].

Відомо, що з метою підвищення урожайності інгібітори росту застосовуються і на олійних культурах. Застосування хлорхолінхлориду та алару на рослинах соняшника сорту Передовик у вегетаційних умовах зумовлювало зростання урожаю насіння відповідно на 14 та 25% [296], а використання фолікуру на цій же культурі збільшувало продуктивність на 2,64 ц/га [150]. Під впливом фолікуру [256] і паклобутразолу [264] зростала урожайність і у рослин гірчиці. Разом з тим, зустрічається інформація про зниження продуктивності олійних культур під впливом ретардантів. Застосування ССС при польових дослідженнях на рослинах

соняшника значно зменшувало його урожайність [182]. Зниження урожайності спостерігалось також при обробці рослин чинолі паклобутразолом [253]. Це свідчить про необхідність більш глибокого подальшого вивчення дії ретардантів, уточнення регламентів їх застосування на олійних культурах.

Суперечливими є дані щодо застосування ретардантів на посівах озимого і ярого ріпаку. Так, при вивченні формування елементів продуктивності ярого ріпаку встановлено, що четвертинні онієві сполуки 3-DEC і 17-DMC ефективно діють на формування стручків головного стебла. При обробці рослин у фазу чотирьох листків урожайність зростала на 10-27%. Кількість насінин у стручку та маса 1000 насінин не змінювалась [99, 100]. Встановлено, що обробка рослин ріпаку препаратом BAS 111 W та внесення його в ґрунт підвищувало урожайність насіння на 6-15% [230]. Цей же препарат та уніконазол підвищували урожайність культури на 20-30% [195], а використання етефону і триапентанолу збільшувало урожай насіння на 3,7-8,3% [280]. Збільшення кількості стручків на рослині та насінин у стручку в сорту Shuang-72 досягали шляхом обробки насіння уніконазолом. Урожайність при цьому зростала на 18,9% [251].

Разом з тим, неоднозначними були результати трьохрічних досліджень із застосуванням триапентанолу на посівах озимого ріпаку. Протягом двох років спостерігали збільшення урожайності ріпаку на 7-9% за рахунок кількості стручків. На третій рік урожайність зменшилася на 7% у порівнянні з контролем, при цьому препарат не впливав на кількість насінин в стручку та масу 1000 насінин [190]. Інші літературні джерела свідчать, що використання незначних концентрацій церону перед початком цвітіння збільшувало урожайність рослин озимого ріпаку. Інші строки обробки і дози препаратів зменшували насінневу продуктивність [271]. Весняна обробка посівів озимого ріпаку триазолпохідними препаратами культар та баронет у фазу дозрівання насіння негативно впливала на

насіenneву продуктивність [227]. Зниження урожайності посівів озимого ріпаку спостерігали також при використанні препаратів триапентанол, паклобутразол і BAS 115 W у різні періоди вегетації [248]. Аналогічний ефект спостерігався при використанні триапентанолу весною з метою запобігання виляганню посівів ріпаку [246]. Але використання цього ж препарату восени з метою покращення зимостійкості не впливало на продуктивність рослин [189, 245].

Отже, дані щодо застосування інгібіторів росту і розвитку рослин з різним механізмом дії для оптимізації продукційного процесу в рослин озимого ріпаку носять суперечливий характер. Результати дії препаратів залежать від сорту, ґрунтово-кліматичних умов та регламентів їх застосування, тому потребують подальшого глибокого вивчення.

Результати проведених нами досліджень свідчать, що триазолпохідний препарат – паклобутразол та четвертинна сіль амонію – хлормекватхлорид зумовлювали зростання урожайності ріпаку за рахунок збільшення кількості гілочок першого порядку, кількості стручків на них та кількості насінин в одному стручку. Маса 1000 насінин при цьому достовірно не змінювалася (табл. 5.1).

Ми вважаємо, що причиною цього явища є зміна в системі джерело – стік внаслідок інгібування активності верхівкових меристем рослин під впливом ретардантів. При цьому надлишок асимілятів надходив до стручків, кількість яких за дії препаратів збільшувалася. Разом з тим, дія етиленпродуценту декстрелу на продукційний процес була не ефективною, що, на нашу думку, пояснюється швидким розкладанням препарату в рослині.

Встановлено, що погодні умови вегетації значно впливали на урожайність культури [82] (табл. 5.1-5.3). Найбільш високі показники урожайності відмічені в ті роки, коли кліматичні умови були помірно теплими та помірно вологими. Спекотливі та посушливі умови вегетації 2002 та особливо 2003 років зумовили зниження продуктивності рослин як

у контролі, так і у досліді. З'ясовано, що особливо чутливими виявилися рослини до нестачі вологи і високих температур у період від початку

Таблиця 5.1

**Вплив ретардантів на біологічну урожайність озимого ріпаку
(Польові дрібноділяночні дослідження)**

Варіант досліді	Кількість стручків на одній рослині, шт.	Кількість насінин в одному стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г	Урожай з однієї рослини, г
2002 рік, сорт Галицький				
Контроль	24,60±0,45	24,69±0,31	5,03±0,06	3,06
0,025%-й ПБ	*29,87±0,68	*26,26±0,30	*5,12±0,05	4,02
0,3%-й ДК	*22,27±0,40	25,04±0,31	5,10±0,25	2,84
1%-й ССС	24,17±0,51	*25,96±0,30	5,25±0,14	3,29
2003 рік, сорт Вотан				
Контроль	27,99±0,71	14,14±0,19	4,57±0,12	1,81
0,025%-й ПБ	*36,10±1,06	*15,49±0,33	4,76±0,08	2,66
0,3%-й ДК	26,20±1,10	14,40±0,19	4,68±0,13	1,77
1%-й ССС	29,04±0,90	*14,87±0,20	4,52±0,07	1,95
2004 рік, сорт Галицький				
Контроль	52,38±1,76	25,43±0,44	3,59±0,08	4,78
0,025%-й ПБ	*60,30±2,30	*28,13±0,51	3,65±0,09	6,19
1%-й ССС	*58,44±1,56	24,90±0,54	3,51±0,08	5,11
2004 рік, сорт Вотан				
Контроль	46,65±2,16	26,48±0,54	3,51±0,08	4,34
0,025%-й ПБ	51,96±1,57	27,31±0,48	3,56±0,04	5,05
1%-й ССС	*64,75±2,27	*23,65±0,50	3,60±0,06	5,51

Примітки:

1. ПБ – паклобутразол, ДК – декстрел, ССС – хлормекватхлорид.
2. Дати обробки: 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня; 2004 рік – 24 квітня.
3. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

бутонізації до закінчення формування плодів (квітень-травень). Нестача вологи в цей час гальмувала ріст та розвиток рослин, а високі температурні показники викликали опіки бутонів і квітів, що і зумовило зниження продуктивності рослин. Крім цього, у 2003 році рослини були пошкоджені і ослаблені льодовою кіркою, що теж негативно вплинуло на урожайність.

Разом з тим, рослини, оброблені ретардантами, виявилися краще пристосованими до несприятливих факторів середовища і, як наслідок, характеризувалися більш високою продуктивністю.

Найбільш ефективним виявилось застосування 0,025%-го паклобутразолу як за умов достатнього водозабезпечення, так і за посушливих умов вегетації. За дії препарату зростала кількість додаткових пагонів першого порядку на 10-20% (див. табл. 3.3), кількість стручків на одній рослині на 10-30%, кількість насінин в одному стручку на 3-10%. Внаслідок цього біологічна урожайність насіння ріпаку зростала на 15-45% (табл. 5.1), а технічна – на 5-30% (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Вплив ретардантів на технічну урожайність озимого ріпаку

Варіант досліджу	Урожай з 9м ² , г	Урожай з 1 га, ц	Приріст, ц/га
2002 рік, сорт Галицький			
Контроль	867,67±20,26	9,64	-
0,025%-й ПБ	*1105,01±34,64	12,28	2,64
1%-й ССС	*948,02±20,81	10,53	0,89
0,3%-й декстрел	833,33±37,02	9,26	-0,38
2003 рік, сорт Вотан			
Контроль	549,12±21,84	6,10	-
0,025%-й ПБ	*720,67±28,11	8,01	1,91
1%-й ССС	580,33±20,52	6,45	0,35
0,3%-й декстрел	535,30±21,67	5,95	-0,15
2004 рік, сорт Галицький			
Контроль	3736,65±110,33	41,52	-
0,025%-й ПБ	*4384,80±154,41	48,72	7,2
1%-й ССС	*4159,81±112,36	46,22	4,7
2004 рік, сорт Вотан			
Контроль	3203,33±105,51	35,59	-
0,025%-й ПБ	3371,67±105,15	37,46	1,87
1%-й ССС	*3485,17±105,34	38,72	3,13

Примітки:

1. ПБ – паклобутразол, ССС – хлормекватхлорид.
2. Дати обробки: 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня; 2004 рік – 24 квітня.
3. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Менш ефективним було застосування 1%-го розчину

хлормекватхлориду. Причому погодні умови вегетації відчутно впливали в даному випадку на дослідні рослини. Під впливом хлормекватхлориду кількість додаткових пагонів зростає на 5-20%, кількість стручків на одній рослині на 5-35%, кількість насінин в одному стручку на 1-5%. Таким чином, біологічна урожайність зростає на 7-10%, а технічна – на 6-12%

При застосуванні 0,3%-го розчину декстрелу зростання урожайності не спостерігалось, що, на нашу думку, робить не перспективним подальше застосування препаратів цієї групи у ріпаківництві [82].

З метою вивчення ефективності застосування сучасного онієвого ретарданту хлормекватхлориду для оптимізації продуктивності озимого та ярого ріпаку було проведено напіввиробничі дослідження на сільськогосподарських угіддях СВАТ “Поділля” с. Міжлісся Барського району Вінницької області.

У фазу бутонізації обробляли посіви озимого ріпаку німецького сорту Вотан та ярого ріпаку вітчизняного сорту Ольга 0,5 та 1%-м водними розчинами препарату. Ефективнішим виявилось застосування 1%-го розчину ретарданту порівняно з 0,5%-м (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вплив різних концентрацій хлормекватхлориду на урожайність (ц/га) озимого та ярого ріпаку при напіввиробничих дослідженнях, 2006 р.

Варіант дослідження	Озимий ріпак. Сорт Вотан	Ярий ріпак. Сорт Ольга
Контроль	27,87±0,75	15,23±0,39
1%-й хлормекватхлорид	*31,87±0,61	*17,02±0,45
0,5%-й хлормекватхлорид	30,50±0,83	15,98±0,41

Примітки:

1. Дати обробки: озимий ріпак – 10 травня 2006 р., ярий ріпак – 24 червня 2006 р.
2. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Застосування хлормекватхлориду зумовлювало зростання урожаю порівняно з контролем в озимого ріпаку сорту Вотан відповідно на 2,63 ц/га (9,44%) та 4,00 ц/га (14,35%).

При використанні препарату на посівах ярого ріпаку сорту Ольга

урожайність відповідно зростала на 0,75 ц/га (4,58%) та 1,79 ц/га (11,76%).

В 2007 році проведено виробничі дослідження хлормекватхлориду в концентрації 0,75% на посівах озимого ріпаку сорту Вотан площею 1 гектар. Препарат застосовували одночасно з інсектицидом фастак у фазу бутонізації. Застосування препарату зумовило зростання урожаю з 24,98 ц/га у контролі до 27,86 ц/га у досліді, тобто на 2,88 ц/га, що становило 11,53%.

Результати проведених нами досліджень свідчать, що найбільш суттєве зростання урожайності ріпаку при застосуванні різнонаправлених регуляторів росту відбувається у варіанті з обробкою насіння ІОК і ПЕГ та сходів ХМХ + ПЕГ за рахунок збільшення кількості стручків на рослині на 42% та урожайності 28% (табл. 5.4.).

Таблиця 5.4.

Характеристика врожайності озимого ріпаку сорту Сенатор Люкс

Варіант	Кількість стручків на рослину	Врожайність, г/м ²
Контроль без обробки	112	252
Насіння ІОК і ПЕГ	114	260
Насіння ІОК і ПЕГ, Сходи ХМХ + ПЕГ	159	322
Сходи ХМХ + ПЕГ	103	287
Обробка ХМХ в фазу бутонізації	112	298
НСР ₀₅	6	7

Отже, проведені нами дослідження свідчать, що найбільш ефективно підвищував продуктивність посівів ріпаку незалежно від погодних умов вегетації 0,025%-й розчин паклобутразолу. Даний метод підвищення продуктивності озимого ріпаку захищений деклараційним патентом № 64920 А від 15 березня 2004 р. Менш ефективним виявилось застосування 1%-го розчину хлормекватхлориду та комплексного застосування хлормекватхлориду та ІОК. Застосування 0,3%-го розчину етиленпродуценту декстрелу виявилось не ефективним.

5.2. ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕТАРДАНТІВ

Рослинні олії є однією із 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 із оптимальним профілем жирних кислот та вмістом жиророзчинних вітамінів [35, 98, 132].

Останнім часом все частіше виробники рослинних олій у розвинених країнах світу надають перевагу ріпаковій олії перед соняшnikовою. Це визначається наступними причинами: по-перше, вирощування ріпаку є більш економічно вигідним порівняно з соняшником. По-друге, ріпак є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, а його посіви покращують агрофізичні та мікробіологічні характеристики ґрунту, збагачують його органікою на відміну від соняшника, який надзвичайно виснажує його. По-третє, ріпакова олія добре збалансована за жирнокислотним складом, вона містить більше корисних ненасичених жирних кислот, ніж соняшnikова [35, 158]. Особливо це стосується лінолевої кислоти, яка є антагоністом холестерину та ліноленової, що відіграє важливу роль у кисневому обміні нервових клітин. Ріпаківий шрот широко використовується для відгодівлі худоби та птиці, він містить до 40% добре збалансованого за амінокислотним складом білка (див. Розділ 4). В зв'язку з цим, важливим є вивчення кількісних та якісних характеристик ріпакової олії за дії ретардантів як важливих складових продуктивності культури.

Останніми роками селекція культури направлена на зменшення вмісту насичених вищих жирних кислот, зокрема пальмітинової, і зростання ненасичених жирних кислот [289]. Надзвичайно важливим у даному напрямку є зменшення вмісту ерукової та ліноленової кислот за

рахунок зростання олеїнової та лінолевої [29, 199], а також зниження вмісту сірковмісних тіоглікозидів – глюкозинолатів.

Старі сорти ріпаку містили до 50% ерукової, до 15% ліноленої, до 10% пальмітинової кислот і близько 8% глюкозинолатів. У сучасних сортів та гібридів вміст ерукової кислоти становить менше 5%, а у сортів типу канола менше 2%. Причому зменшення вмісту ерукової кислоти супроводжується зростанням вмісту олеїнової. Важливим завданням селекції є зменшення вмісту ліноленої кислоти нижче 10% за рахунок зростання лінолевої, а також зниження вмісту глюкозинолатів до 1% [29].

Разом з тим, у літературі досить рідко зустрічається інформація про вплив регуляторів росту на вміст олії в насінні олійних культур, її хімічний склад та якісні характеристики. Як правило, така інформація має суперечливий характер [179, 209, 256].

При вивченні впливу паклобутразолу на хімічний склад насіння гірчиці в умовах Індії було встановлено, що в насінні оброблених рослин збільшувався вміст крохмалю, білка, однак зменшувався вміст олії у порівнянні з контролем [264]. З літературних джерел відомо, що на олійність суттєво впливають погодні умови [121]: при дозріванні насіння за умов підвищених температур вміст олії менший, ніж при дозріванні насіння при більш низьких температурах [98].

Результати наших досліджень свідчать, що за типових умов вегетації 2001 р. обробка 0,025%-м паклобутразолом та 0,3%-м декстрелом призводила до достовірного збільшення, а за посушливих умов розвитку рослин 2002 р. практично не впливала на олійність насіння ріпаку [82] (рис. 5.1). За особливо посушливих і спекотних умов під час бутонізації і цвітіння в 2003 році спостерігалось навіть зниження вмісту олії у насінні дослідних рослин. Разом з тим, застосування 1%-го розчину хлормекватхлориду зумовлювало стабільне зростання вмісту олії в насінні порівняно з контролем незалежно від погодних умов вегетації.

В цілому, посушливі умови розвитку рослин у 2002 р. та 2003 р.

призводили до зменшення вмісту олії в насінні у порівнянні з попереднім роком по всіх варіантах дослідів. Як правило, таке зменшення супроводжується зростанням вмісту білкового азоту, сахарози і крохмалю (див. Розділ 4), про що зазначається в ряді літературних джерел [116, 264].

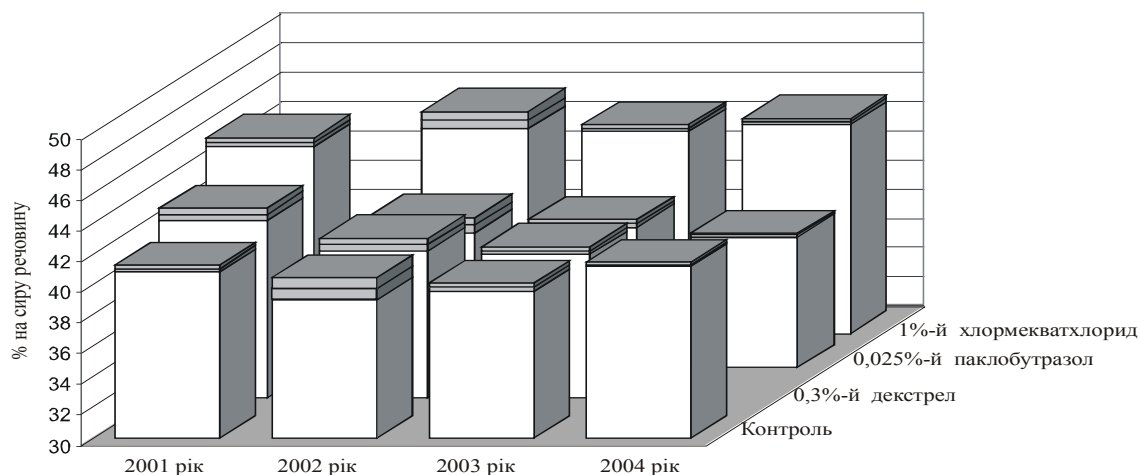


Рисунок 5.1. Вплив ретардантів на вміст олії у насінні озимого ріпаку.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня, 2004 рік – 24 квітня. 2001, 2002 роки – сорт Галицький; 2003, 2004 роки – сорт Вотан.

Встановлено, що використання 1% хлормекватхлориду (ХМХ), індолоцтової кислоти (ІОК) концентрацією 10мг/кг та ПЕГ 0,5 мл на 1 кг насіння ріпаку сорту Сенатор Люкс у різні фази онтогенезу рослин із застосуванням полі етиленгліколю впливало на вміст олії в насінні ріпаку.

(рис.5.2.)

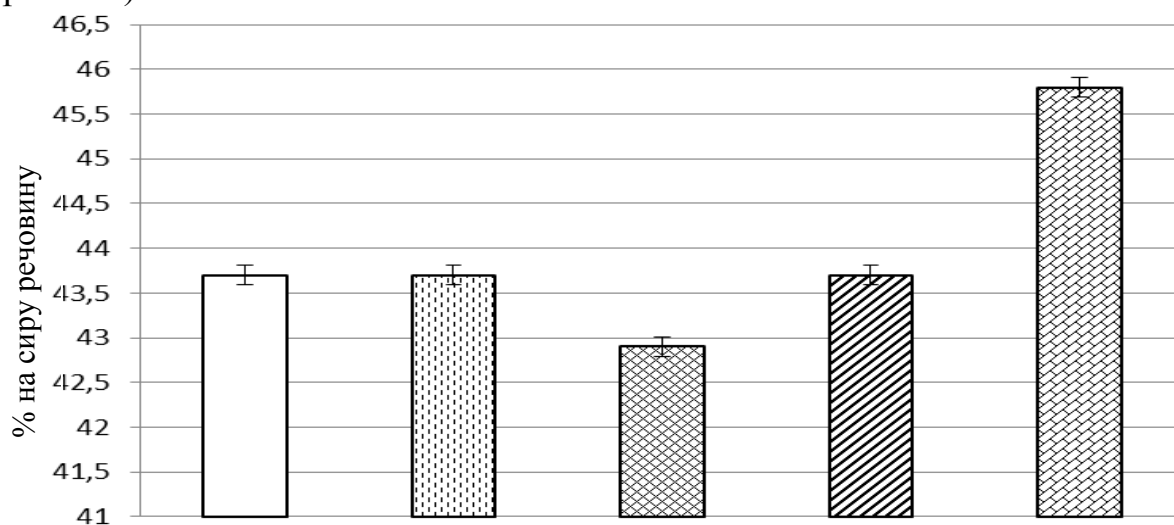


Рис. 5.2. Вплив регуляторів росту на вміст олії в насінні ріпаку сорту Сенатор Люкс (%)

□ - контроль; ▤ - насіння ІОК + ПЕГ; ▦ - насіння ІОК + ПЕГ, сходи ХМХ + ПЕГ; ▧ - сходи ХМХ + ПЕГ; ▨ - ХМХ фазу бутонізації.

Зокрема при обробці насіння ІОК і ПЕГ вміст олії становив $43,71 \pm 0,03\%$, при обробці насіння ІОК і ПЕГ та сходів ХМХ і ПЕГ $42,9 \pm 0,03\%$, у варіанті з ХМХ при обробці у фазу бутонізації $45,8 \pm 0,04\%$, та при обробці сходів ХМХ і ПЕГ $43,7 \pm 0,03\%$.

Таким чином найбільш ефективним для збільшення олійності культури було застосування ХМХ в фазу бутонізації, за дії якого вміст олії зростав на $1,9\%$ у порівнянні з контролем $43,7 \pm 0,06\%$.

Відомо, що в процесі дозрівання насіння олійних культур відбувається зменшення кислотного числа і зростання числа омилення та йодного числа олії [20, 28, 141]. Проведені нами дослідження свідчать про суттєвий вплив ретардантів на якісні характеристики ріпакової олії (табл. 5.5). Зокрема, під впливом усіх трьох препаратів зросло число омилення (показник загальної кількості вільних і зв'язаних жирних кислот), ефірне число (показник вмісту зв'язаних жирних кислот) та вміст гліцерину і зменшувалося кислотне число (показник вмісту вільних жирних кислот). Зменшення кислотного числа і зростання ефірного числа олії рослин, оброблених ретардантами, свідчить про збільшення вмісту зв'язаних жирних кислот в олії [238]. Співвідношення між кількістю вільних та зв'язаних вищих жирних кислот в олії свідчить, що в 2001, 2002 і 2004 роках у дослідних рослин воно зменшувалося в порівнянні з контрольними, а за несприятливих умов вегетації 2003 року зросло. Йодне число (показник вмісту ненасичених жирних кислот в олії) стабільно зросло лише при застосуванні хлормекватхлориду. Таким чином, якість олії насіння рослин ріпаку, оброблених хлормекватхлоридом, була найбільш високою у порівнянні з іншими ретардантами та контролем [82]. В екстремальних умовах вегетації 2003 року відбувалося погіршення якісних характеристик ріпакової олії, отриманої з дослідних рослин.

Оскільки насіння ріпаку переробляється не одночасно, а тривалий

час зберігається на складах, де вологість повітря і температурні умови зберігання можуть значно коливатися, важливим є значення показників активності ліпаз (тригліцеридгідролаз) (К.Ф. 3.1.1.3) насіння [25].

У насінні олійних культур розрізняють кислі та лужні ліпази, активність яких є оптимальною при рН 4,7 та 8,5. Незважаючи на низьку

Таблиця 5.5

Вплив ретардантів на якісні характеристики ріпакової олії

Рік	Сорт	Варіант досліджу	Кислотне число, мг КОН на 1 г олії	Ефірне число, мг КОН на 1 г олії	Співвідношення <u>кислотне число</u> ефірне число	Число омилення, мг КОН на 1 г олії	Йодне число, г І на 100 г олії	Вміст гліцерину, %	Активність кислих ліпаз, мл 0,1 н. NaOH 10 г гомогенату	Активність лужних ліпаз, мл 0,1 н. NaOH 10 г гомогенату
2001	Галицький	Конт-роль	5,95 ±0,28	221,06 ±9,55	0,027	227,23 ±9,84	107,25 ±1,36	12,09 ±0,52	62,40 ±2,43	29,86 ±0,70
		0,025%-й ПБ	*3,92 ±0,17	233,61 ±9,19	0,017	237,00 ±9,49	100,99 ±2,78	12,77 ±0,50	*54,13 ±2,59	*25,60 ±0,69
		0,3%-й ДК	*4,11 ±0,18	223,13 ±10,45	0,018	227,25 ±10,62	*97,50 ±1,53	12,20 ±0,08	58,00 ±2,54	*26,26 ±0,71
2002	Галицький	Конт-роль	3,93 ±0,10	198,07 ±12,92	0,020	201,99 ±13,23	98,57 ±1,11	10,83 ±0,16	47,33 ±0,81	27,07 ±0,81
		0,025%-й ПБ	*3,36 ±0,12	235,10 ±12,91	0,014	238,42 ±13,24	95,61 ±1,12	*12,85 ±0,16	*55,36 ±2,90	26,67 ±0,71
		0,3%-й ДК	3,55 ±0,18	220,70 ±13,08	0,016	224,44 ±13,23	99,85 ±1,53	*12,07 ±0,17	*54,33 ±2,47	25,07 ±1,22
		1%-й ССС	*2,99 ±0,17	231,73 ±13,93	0,013	234,73 ±14,07	*100,69±1,12	*12,67 ±0,21	53,06±1,99	25,07 ±0,25
2003	Вотан	Конт-роль	4,49 ±0,20	189,08 ±12,09	0,024	193,57 ±13,23	99,00 ±1,46	10,34 ±0,16	45,85 ±0,77	23,91 ±0,62
		0,025%-й ПБ	*5,61 ±0,21	211,54 ±11,13	0,027	217,43 ±11,41	97,38 ±2,93	*11,57 ±0,06	48,11 ±0,93	22,02 ±0,59
		0,3%-й ДК	*7,85 ±0,21	180,05 ±7,15	0,044	187,90 ±7,47	98,98 ±2,56	9,85 ±0,39	46,92 ±0,95	*21,09 ±0,40
		1%-й ССС	*6,73 ±0,20	183,11 ±11,72	0,037	189,84 ±12,04	100,27 ±1,27	10,02 ±0,19	47,13 ±1,39	22,64 ±0,39
2004	Вотан	Конт-роль	4,87 ±0,37	180,30 ±10,64	0,027	185,17 ±11,01	98,07 ±1,24	9,86 ±0,14	57,17 ±2,11	24,11 ±1,21
		0,025%-й ПБ	4,67 ±0,18	186,09 ±11,46	0,025	190,78 ±11,64	92,65 ±2,20	10,18 ±0,17	51,93 ±2,47	21,73 ±1,07
		1%-й ССС	4,36 ±0,18	188,36±12,44	0,023	194,72 ±12,62	*105,53 ±1,94	*10,30 ±0,08	49,03 ±2,29	21,02 ±0,97

Примітки:

1. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня, 2004 рік – 24 квітня. 2. ПБ – паклобутразол, ДК – декстрел, ССС – хлормекватхлорид.
3. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

порівняно з іншими ферментами специфічність, кислі та лужні ліпази насіння виконують різні функції [107]. Кислі ліпази є більш активними і вони розщеплюють ди- та тригліцериди. Локалізовані дані ліпази в спеціалізованих депо тригліцеридів – сферосомах. Найпоширенішою в рослинах кислую ліпазою є тригліцеролацил-гідролаза (сперматоліпаза) [77], яка належить до триацилгліцеринових ліпаз [16, 149].

Лужні ліпази є більш специфічними і діють лише на моногліцериди. Зосереджені лужні ліпази в тимчасових спеціалізованих органелах гліоксисомах, які виникають після фізіологічної зрілості насіння як пристосування до проростання. Характерним є те, що лужні ліпази в насінні ріпаку синтезуються *de novo* на мембранах гранулярної ЕПС і у вигляді секреторних пухирців переносяться прямо до олеосом або гліоксисом в той час, коли в клітині є достатня кількість моногліцеридів внаслідок активності кислих ліпаз [16, 25, 267]. Прикладом лужних ліпаз є моногліцеролацил-гідролаза (триацетиназа, трибутериназа) [50], яка належить до моноацилгліцеринових ліпаз.

Проведені нами дослідження підтверджують дані літератури. Протягом досліджуваного періоду незалежно від природно-кліматичних умов вегетації, культури, сорту та умов і тривалості зберігання активність кислій ліпази значно перевищувала активність лужної ліпази. Аналогічні результати констатували і інші дослідники [134].

Одержані результати свідчать, що за типових погодних умов вегетації 2001 і 2004 років обробка рослин ретардантами призводила до зменшення активності кислих і лужних ліпаз у порівнянні з контролем. На нашу думку, це є важливою складовою отримання високоякісної олії протягом усього періоду зберігання насіння [82]. За посушливих умов розвитку 2002 р. та 2003 р. не спостерігалось суттєвих змін в активності лужних ліпаз насіння, однак активність кислих ліпаз під впливом ретардантів зростала.

Проведені нами дослідження дії ретардантів на вміст вищих жирних

кислот в ріпаковій олії свідчать про суттєвий вплив препаратів (табл. 5.6.) на їх профіль. В олії насіння ріпаку сортів Вотан і Галицький містяться пальмітинова, олеїнова, ліолева, ліноленова, гадаленова і ерукова кислоти, харчова цінність і значення яких для організму людини і тварин різні [82, 133, 142, 146, 151, 185]. Одним з важливих практичних завдань є зменшення в олії вмісту ліноленової кислоти, яка при зберіганні надає їй гіркомого смаку. Ретарданти викликали зменшення вмісту цієї кислоти, яке супроводжувалося, як правило, зростанням вмісту лінолевої кислоти, що є позитивним фактором. Присутність ерукової кислоти в олії є небажаною, оскільки вона негативно впливає на серцево-судинну систему і печінку, а це значно обмежує використання ріпакової олії для харчування людей. Разом з тим, деякі літературні джерела містять інформацію, що ерукова кислота є важливою при використанні ріпакової олії у виробництві біодизельного пального для двигунів внутрішнього згорання [27]. В літературі відмічалось, що при дозріванні за умов посухи вміст ерукової кислоти у олії ріпаку зростає [98, 185].

Наші дані підтверджують цю точку зору – за посушливих умов вегетації 2002 р. та 2003 р. її вміст у насінні контрольного варіанту був вищим, ніж у типових за погодними умовами 2001 та 2004 роках. Встановлено, що застосування паклобутразолу зумовлювало зростання вмісту ерукової кислоти у порівнянні з контролем, а хлормекватхлорид та декстрел знижували або не змінювали її вмісту. Одержані нами результати дослідження свідчать, що при обробці рослин ріпаку у фазу бутонізації паклобутразолом, декстрелом та хлормекватхлоридом незалежно від погодних умов вегетації вміст ерукової кислоти не виходив за межі 2%, що є високим показником харчової якості олії.

Нами було встановлено, що посушливі умови вегетації сприяли збільшенню відсотка насичених жирних кислот як у контролі, так і у досліді. Виявлено, що при застосуванні 0,025%-го паклобутразолу співвідношення ненасичені ВЖК / насичені ВЖК змінювалося в бік

насичених жирних кислот.

Таблиця 5.6.

**Вплив ретардантів на вміст вищих жирних кислот у ріпаковій олії
(% на суху речовину)**

Рік	Варіант досліджу	Пальмітинова кислота	Олеїнова кислота	Лінолева кислота	Ліноленова кислота	Гадаленова кислота	Ерукова кислота	Співвідношення ненасичені к-ти / насичені к-ти
2001	Контроль	5,21± 0,05	58,55± 0,28	22,85± 0,27	11,80± 0,08	1,35± 0,01	0,25± 0,01	18,19
	0,025%-й ПБ	*5,55± 0,02	*57,32± 0,12	*23,28± 0,02	11,63± 0,08	*1,24± 0,01	*0,99± 0,01	17,02
	0,3%-й ДК	*5,59± 0,04	58,26± 0,11	22,74± 0,03	11,59± 0,06	*1,53± 0,01	0,28± 0,01	16,88
2002	Контроль	5,63± 0,02	58,56± 0,36	21,71± 0,04	11,50± 0,05	1,54± 0,01	1,56± 0,09	16,76
	0,025%-й ПБ	*5,98± 0,02	57,16± 0,28	*23,71± 0,11	*10,05± 0,07	*1,31± 0,03	1,79± 0,08	15,72
	0,3%-й ДК	*5,44± 0,03	59,73± 0,32	21,93± 0,20	*11,02± 0,01	*1,18± 0,06	*0,69± 0,01	17,38
	1%-й ССС	*5,07± 0,14	59,62± 0,13	21,83± 0,02	11,34± 0,10	*1,31± 0,01	*0,85± 0,04	18,72
2003	Контроль	5,45± 0,05	60,98± 0,28	21,13± 0,09	9,99± 0,03	1,87± 0,01	0,58± 0,02	17,35
	0,025%-й ПБ	5,60± 0,08	60,08± 0,22	21,15± 0,07	9,75± 0,08	1,88± 0,01	*1,54± 0,02	16,86
	0,3%-й ДК	5,51± 0,04	61,26± 0,27	20,87± 0,08	9,87± 0,07	*1,98± 0,01	0,51± 0,02	17,15
	1%-й ССС	*5,24± 0,03	61,20± 0,31	21,25± 0,04	9,84± 0,06	*1,98± 0,01	*0,50± 0,01	18,08
2004	Контроль	5,73± 0,02	60,06± 0,04	21,41± 0,03	9,77± 0,02	2,16± 0,01	0,89± 0,01	16,45
	0,025%-й ПБ	*6,57± 0,01	*59,63± 0,03	*21,59± 0,02	*9,27± 0,01	*2,05± 0,01	0,87± 0,01	14,22
	1%-й ССС	*5,39± 0,01	*60,20± 0,02	*22,66± 0,03	*8,88± 0,03	2,18± 0,01	*0,69± 0,01	17,55

Примітки:

1. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня, 2004 рік – 24 квітня.

2. ПБ – паклобутразол, ДК – декстрел, ССС хлормекватхлорид.

3. 2001, 2002 роки – сорт Галицький, 2003, 2004 роки – сорт Вотан.

4. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Одночасно за дії 1%-го хлормекватхлориду зростала частка ненасичених

жирних кислот незалежно від умов вегетації. При застосуванні декстрелу чіткого впливу на цей показник не виявлено (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Співвідношення між ненасиченими та насиченими вищими жирними кислотами в ріпаковій олії за дії ретардантів

Показники	2001 рік, сорт Галицький			2002 рік, сорт Галицький				2003 рік, сорт Вотан			
	К	ПБ	ДК	К	ПБ	ДК	ССС	К	ПБ	ДК	ССС
Ненасичені ВЖК, мг/г сирової речовини	397,3 ±6,43	406,2 ±2,31	397,2 ±2,10	376,8 ±5,42	368,4 ±5,42	378,6 ±5,42	*417,9 ±2,91	383,3 ±4,22	373,6 ±3,90	376,3 ±4,44	*415,1 ±4,21
Насичені ВЖК, мг/г сирової речовини	21,8 ±0,64	*23,9 ±0,37	23,5 ±0,55	22,5 ±0,22	23,4 ±0,23	21,8 ±0,91	22,3 ±0,25	22,1 ±0,61	22,2 ±0,94	21,9 ±0,52	22,9 ±0,43
Сума ВЖК, мг/г сирової речовини	419,1 ±7,07	430,1 ±2,68	420,7 ±2,65	399,3 ±5,64	391,8 ±5,65	400,4 ±6,33	*440,2 ±3,16	405,4 ±4,83	395,8 ±4,84	398,2 ±4,96	*438,1 ±4,64
Співвідношення ненасичені к-ти насичені к-ти	18,19	17,02	16,88	16,76	15,72	17,38	18,72	17,35	16,86	17,15	18,08

Примітки: 1. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня. 2. К – контроль, ПБ – 0,025%-й паклобутразол, ДК – 0,3%-й декстрел, ССС – 1%-й хлормекватхлорид. 3. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Результати наших досліджень свідчать про суттєвий вплив рістрегулюючих препаратів на якісні характеристики ріпакової олії. Зокрема у варіанті з обробкою насіння ІОК і ПЕГ та обробкою в фазу бутонізації ХМХ зросло число омилення у порівнянні з контролем (табл. 5.8.).

Таблиця 5.8.

Вплив регуляторів росту на якісні характеристики олії ріпаку сорту Сенатор Люкс

Показники	Контроль без оброки	Насіння ІОК+ПЕГ	Насіння ІОК+ПЕГ Сходи ХМХ+ПЕГ	Сходи ХМХ+ПЕГ	Обробка ХМХ в фазу бутонізації
Йодне число (г І на 100 г олії)	100,9±1,83	103,75±1,66	*114,53±1,67	*110,04±1,55	*112,08±1,30
Число омилення (мг КОН на 1 г олії)	219,70±1,33	*229,81±1,34	215,84±1,25	216,67±1,27	*228,06±1,61
Кислотне число (мг КОН на 1 г олії)	1,48±0,03	*1,72±0,02	*1,63±0,01	*1,83±0,02	*1,91±0,01

Примітки:

1. ХМХ – хлормекватхлорид, ПЕГ – поліетиленгліколь, ІОК – індоліл оцтова кислота.
2. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Встановлено, що йодне число зросло у всіх варіантах дослідження.

Найбільше зростання даного показника спостерігалось у варіанті при обробці насіння ІОК і ПЕГ, при обробці сходів ХМХ і ПЕГ, а також при застосуванні ХМХ в фазу бутонізації у порівнянні з контролем. Проведеними нами дослідженнями встановлено, що у всіх дослідних варіантах спостерігалось зростання кислотного числа, що є негативним фактом, але показники кислотного числа не перевищували гранично допустимих концентрацій і це дає можливість використовувати дану олію у харчових цілях (Рис.5.8.).

Таким чином, якість олії в оброблених регуляторами росту рослин ріпаку є більш високою у порівнянні з контролем. Найефективнішим виявилось застосування хлормекватхлориду у фазу бутонізації.

Харчова цінність ріпакової олії значною мірою визначається профілем жирних кислот. В олії насіння ріпаку сорту Сенатор Люкс була встановлена присутність пальмітинової, пальмітолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленої, арахінової, годоїнової і ерукової кислот, харчова цінність і значення яких для організму людини і тварин різні.

Аналіз вмісту ерукової кислоти в олії ріпаку сорту Сенатор Люкс за дії регуляторів росту свідчить, що при застосуванні регуляторів росту відбувалося достовірне зростання даного показника (табл. 5.9.). За результатами даного аналізу встановлено, що придатною для вживання є олія, отримана з рослин оброблених хлормекватхлоридом у фазу бутонізації та при обробці насіння ІОК і ПЕГ.

Таблиця 5.9.

Вплив регуляторів росту рослин на вміст вищих жирних кислот у олії ріпаку сорту Сенатор Люкс (% на сиру речовину)

Варіант досліджу ВЖК	Контроль без оброки	Насіння ІОК+ПЕГ	НасінняІОК+ПЕГ Сходи ХМХ+ПЕГ	Сходи ХМХ+ПЕГ	Обробка ХМХ в фазу бутонізації
Пальмітинова	4,44±0,02	4,13±0,18	4,4± 0,05	*4,22±0,04	*4,11±0,02
Пальмітолеїнова	0,13±0,01	0,14±0,02	0,17± 0,01	0,15± 0,01	0,12 ±0,01
Стеаринова	1,94±0,03	1,78±0,12	*1,68 ± 0,01	*1,68±0,02	*1,74±0,03
Олеїнова	58,95±0,33	59,54±0,58	*56,09±0,35	58,08±0,01	60,23±0,02
Лінолева	18,26± 0,0	*19,77±0,04	*19,02±0,04	*19,57±0,07	18,45±0,01

α-Ліноленова	8,62±0,26	8,71±0,13	8,73±0,20	8,71± 0,05	8,45± 0,05
Арахінова	1,14±0,02	1,05± 0,05	1,14± 0,05	1,08± 0,01	1,08± 0,01
Гондоїнова	2,87±0,02	*1,16±0,15	*1,29±0,01	*1,46±0,03	*1,84±0,10
Ерукова	3,65±0,17	3,71± 0,05	*7,48±0,35	*5,06±0,19	3,83±0,08
Ненасичені ВЖК	92,48±0,86	93,03±0,96	92,78±0,96	93,03±0,35	92,92±0,26
Насичені ВЖК	7,52±0,07	6,96±0,35	7,22±0,1	6,97±0,07	6,93±0,05
Співвідношення ненасичені к-ти насичені к-ти	12,29	13,37	13,89	13,35	13,41

Примітки:

1. ХМХ – хлормекватхлорид, ПЕГ – поліетиленгліколь, ІОК – індоліл оцтова кислота.

2. *- різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Тобто, обробка регуляторами росту сприяла збільшенню відсотка ненасичених жирних кислот по всіх варіантах дослідів. (табл. 5.8.).

Отже, регулятори росту рослин з різним напрямком дії - хлормекватхлорид та індолілоцтова кислота у комплексі з поліетиленгліколем покращували якість олії.

Важливим показником якості насіння ріпаку є вміст у ньому глюкозинолатів [285]. Основними їх представниками є глюконапін, глюкобрасиканпін, прогойтрин.

Самі по собі вони не є шкідливими для сільськогосподарських тварин і людини. Небезпечними є продукти їх розпаду. Шкідливість цих сірковмісних сполук полягає в тому, що вони викликають втрату апетиту, зниження приросту живої маси, гальмують ріст [132]. Причинами цих порушень є гіпертрофія щитовидної залози внаслідок порушення метаболізму йоду. Ферментом, що гідролізує тіоглікозиди, є мірозиназа (тіоглікозидаза) (Н.Ф. 3.2.1.1.3) [146]. Вона характерна для насіння олійних хрестоцвітих культур. Особливо багатою на мірозиназу є біла гірчиця, звідки її і добувають [95].

При вивченні відсоткового вмісту глюкозинолатів у ріпаковому насінні урожаїв 2001-2004 рр. встановлено, що посушливі та спекотливі умови вегетації збільшують їх вміст на 70-80%. Таку ж закономірність спостерігали і інші дослідники (табл. 5.10) [185]. Застосування ретардантів паклобутразолу та хлормекватхлориду зумовлювало їх зменшення у

несприятливих умовах вегетації на 10-25% у порівнянні з контролем. Разом з тим, в оптимальних умовах вегетації препарати викликали збільшення вмісту тіоглікозидів на 5-15%. При застосуванні етиленпродуценту декстрелу чіткого впливу ретарданту на цей показник не виявлено.

Таблиця 5.10

**Вплив ретардантів на вміст глюкозинолатів у насінні озимого ріпаку
(% на масу сирої речовини)**

Рік	Контроль	0,025%-й паклобутразол	0,3%-й декстрел	1%-й хлормекватхлорид
2001	1,44±0,05	1,50±0,06	1,63±0,08	-
2002	2,51±0,13	2,29±0,12	*1,84±0,09	*1,85±0,07
2003	2,54±0,04	*2,01±0,11	2,54±0,03	*1,66±0,07
2004	1,41±0,05	1,62±0,06	-	*1,62±0,03

Примітки:

1. Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня; 2002 рік – 25 квітня; 2003 рік – 8 травня; 2004 рік – 24 квітня.
2. 2001, 2002 роки – сорт Галицький, 2003, 2004 роки – сорт Вотан.
3. * - різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Важливим показником якості ріпакового шроту, який використовується для відгодівлі сільськогосподарських тварин і птиці, є амінокислотний склад сирого протеїну, якого міститься більше 20%. Відомо, що він краще збалансований за цим показником порівнюючи з шротом зернових та бобових культур і наближається за своїм складом до тваринного білка. Особливо це стосується незамінних сірковмісних амінокислот – цистеїну та метіоніну, сумарна кількість яких становить більше 5% проти 3,5% у сої [132] (рис. 5.3).

Проведені нами дослідження свідчать, що найбільш ефективний триазолпохідний ретардант паклобутразол у концентрації 0,025% зменшував вміст усіх сімнадцяти виявлених амінокислот незалежно від погодних умов вегетації. В 2001 році у досліді найбільш різко зменшувався вміст цистеїну і метіоніну (сірковмісні амінокислоти) та проліну, а найменше знижувався вміст аспарагінової і глютамінової кислот та гліцину і валіну. В 2002 році різниця між дослідом і контролем була не

ТАКОЮ ЗНАЧНОЮ.

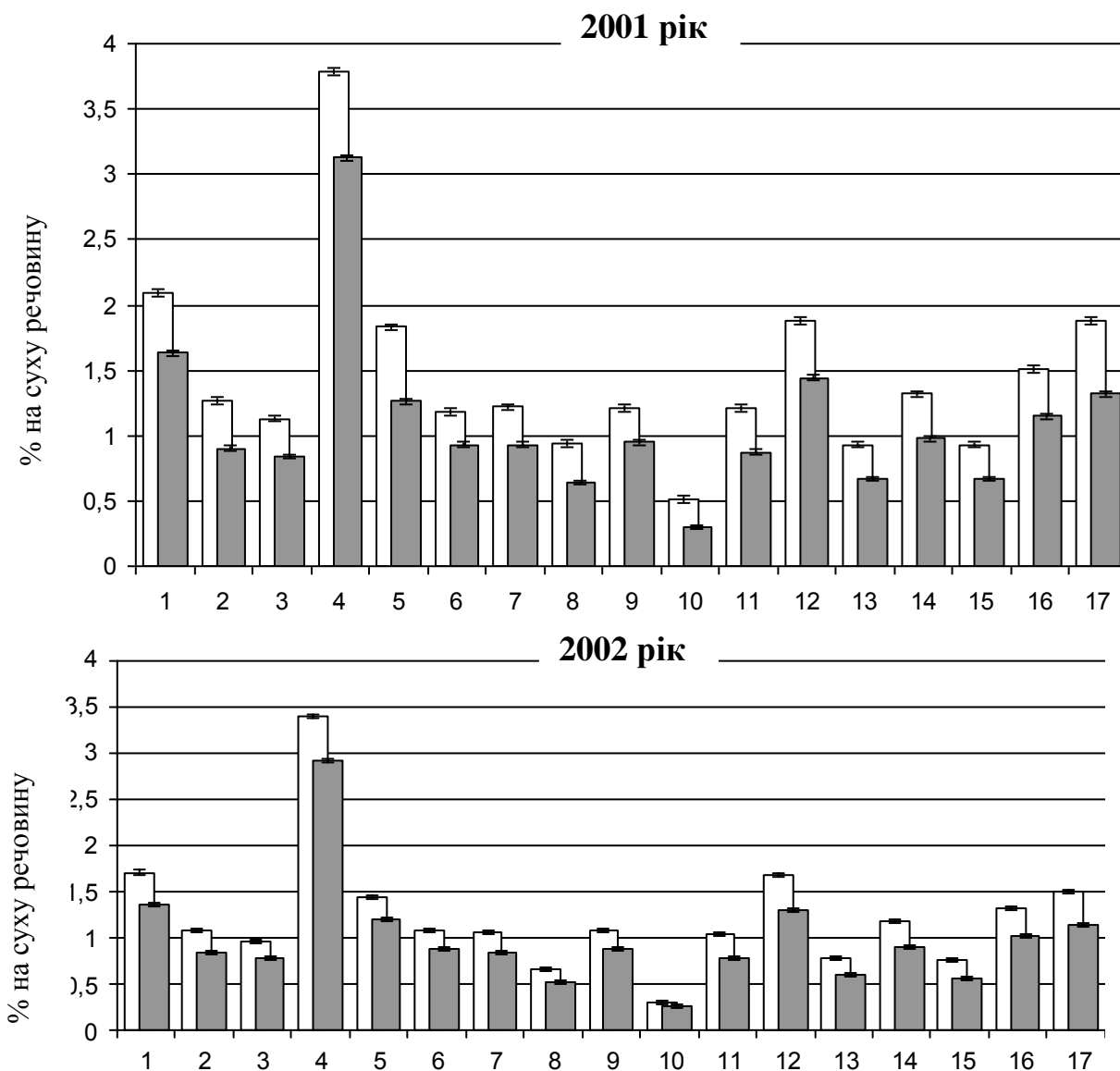


Рисунок 5.3. Вплив 0,025%-го паклобутразолу на вміст амінокислот в шроті насіння озимого ріпаку сорту Галицький.

1 – аспарагінова кислота, 2 – треонін, 3 – сирін, 4 – глютамінова кислота, 5 – пролін, 6 – гліцин, 7 – аланін, 8 – цистеїн, 9 – валін, 10 – метіонін, 11 – ізолейцин, 12 – лейцин, 13 – триптофан, 14 – фенілаланін, 15 – гістидин, 16 – лізин, 17 – аргінін. □ – контроль, ■ – 0,025%-й паклобутразол.

Дати обробки: 2001 рік – 26 квітня, 2002 рік – 25 квітня.

Максимально знижувався вміст ізолейцину та гістидину, а мінімально – сірковмісного метіоніну та глютамінової кислоти.

Таким чином, за дії ретардантів відбувається зменшення вмісту амінокислот та білкового азоту в насінні. Оскільки відомо, що існує обернена залежність між вмістом білків і ліпідів у насінні ріпаку, то такі зміни зумовлюють підвищення олійності дослідних рослин у порівнянні з

контрольними.

Важливим з точки зору токсиколого-гігієнічних норм є контроль вмісту залишкових кількостей препаратів у насінні ріпаку. Одержані нами дані свідчать, що вміст ретардантів паклобутразолу і хлормекватхлориду не перевищують граничнодопустимих концентрацій.

Дослідження залишкових кількостей препарату хлормекватхлорид згідно з ДСанПіН. 8.8.1.2.3.4.-000-2001 визначали методом тонкошарової хроматографії (метод дослідження згідно НТД – МУ № 1909-78) [97] в токсикологічній лабораторії Вінницької обласної санітарно-епідеміологічної станції. Встановлено, що залишкова кількість хлормекватхлориду в насінні озимого ріпаку сорту Галицький не перевищує норми по НТД 0,1 мг/кг і становить нижче 0,05 мг/кг.

Дослідження залишкових кількостей препарату паклобутразол [90] проводили в токсикологічній лабораторії Вінницького обласного управління ветеринарної медицини методом газорідинної хроматографії на хроматографі «Кристал 2000 М» фірми Хроматек (м. Харків, Україна). Екстрагування дослідного матеріалу здійснювали згідно з ГОСТ 13496.20-87. Встановлено лише слідові концентрації препарату в насінні.

Отже, застосування 0,025%-го розчину паклобутразолу та 1%-го розчину хлормекватхлориду призводило до покращення продуктивності рослин озимого ріпаку сортів Галицький і Вотан. Використання 1%-го розчину хлормекватхлориду збільшувало вихід олії з насіння та покращувало її якісні характеристики. Залишкові кількості вказаних препаратів у ріпаковому насінні не перевищували граничнодопустимих концентрацій, тому їх використання в сільськогосподарському виробництві є перспективним.

ВИСНОВКИ

Обробка рослин озимого ріпаку на початку бутонізації ретардантами з різними механізмами дії призводила до модифікації гормонального статусу, характеру функціонування донорно-акцепторної системи, суттєвих анатомо-морфологічних змін вегетативних органів, перерозподілу потоків асимілятів і мінеральних речовин в бік формування репродуктивних господарсько-цінних органів – стручків.

За дії ретардантів відбувалося інгібування лінійного росту пагонів з одночасним посиленням галуження стебла і утворенням додаткових гілочок першого порядку. Це супроводжувалося суттєвим потовщенням стебла в першу чергу за рахунок паренхіми первинної кори, збільшення поперечних розмірів склеренхімних волокон та потовщення їх клітинних оболонок. Такі зміни сприяли посиленню механічної міцності стебла і зменшували вилягання, що створювало технологічні переваги при збиранні урожаю. Найефективнішим було застосування 0,025%-го паклобутразолу.

Під впливом препаратів закладалася більша кількість листків і подовжувався термін їх активного функціонування на рослині. Одночасно зменшувалася площа листової поверхні у рослин дослідних варіантів, що супроводжувалося збільшенням товщини листків за рахунок розростання стовпчастої і губчастої паренхіми.

Використання 0,025%-го розчину паклобутразолу на рослинах озимого ріпаку сорту Вотан істотно впливало на вміст у листках різних форм фітогормонів терпенової природи. Під впливом ретарданту зменшувалася активність вільних і зв'язаних форм гіберелінів з одночасним зростанням вмісту вільних і зв'язаних форм абсцизової кислоти, що зумовлювало зміни у морфогенезі рослин.

Зменшення атрагуючої активності зон вегетативного росту за дії антигіберелінових препаратів призводило до змін у накопиченні і перерозподілі різних форм вуглеводів між органами озимого ріпаку. У

листяках і стеблах рослин, оброблених ретардантами, збільшувався сумарний вміст цукрів і крохмалю протягом вегетації у порівнянні з контролем. Процес накопичення вуглеводів у вегетативних органах посилювався за посушливих умов вегетації.

Застосування ретардантів на рослинах озимого ріпаку сортів Галицький і Вотан у фазу бутонізації призводило до короткочасного збільшення співвідношення вмісту білкового азоту до небілкового у вегетативних органах. У подальшому формування нових атрагуючих центрів – стручків на додаткових гілочках першого порядку і збільшення попиту на асиміляти призводило до зниження цього показника внаслідок відтоку продуктів гідролізу азотовмісних сполук з вегетативних органів до стручків.

Обробка рослин ріпаку озимого сортів Галицький, Вотан і ярого сорту Ольга паклобутразолом і хлормекватхлоридом та обробка насіння ріпаку сорту Сенатор Люкс ІОК і ПЕГ з обробкою сходів ХМХ і ПЕГ призводила до зростання врожайності культури за рахунок збільшення на рослинах кількості гілочок першого порядку та стручків на них. Маса 1000 насінин при цьому практично не змінювалася. Найефективнішим було застосування 0,025%-го паклобутразолу.

Застосування ретардантів призводило до збільшення вмісту олії в насінні, якісні характеристики якої поліпшувались. Про це свідчать зменшення кислотного числа при одночасному зростанні йодного числа, числа омилення та вмісту гліцерину, а також збільшення вмісту лінолевої кислоти за рахунок зменшення вмісту ліноленової кислоти. Застосування паклобутразолу призводило до збільшення вмісту ерукової кислоти та глюкозинолатів, однак ці показники не перевищували рівня дозволених. Проаналізувавши вміст ерукової кислоти в олії ріпаку сорту Сенатор Люкс за дії регуляторів росту встановлено достовірне зростання даного показника. За результатами даного аналізу встановлено, що придатною для вживання є олія отримана з рослин оброблених хлормекватхлоридом у

фазу бутонізації та при обробці насіння ІОК і ПЕГ.

Розроблені регламенти застосування ретардантів на озимому ріпаку відповідають сучасним токсиколого-гігієнічним вимогам. Залишкова кількість препарату хлормекватхлориду в насінні становить менше 0,05 мг/кг при допустимій нормі 0,1 мг/кг, а препарат паклобутразол виявлений лише в слідових концентраціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авуджян З. С. Влияние хлорхолинхлорида на распределение свободных аминокислот в корнях и наземной части проростков пшеницы / З. С. Авуджян, Э. Х. Ширакян // Докл. АН Арм. ССР. – 1970. – Т. 50, № 4. – С. 247-250.
2. Агапова М. В. Активность пероксидазы и абсцизовой кислоты в осенне-зимний период у растений яблони в связи с морозоустойчивостью / М. В. Агапова, М. Ю. Лесникова // Вопросы экологической физиологии растений : межвуз. сб. науч. тр. / гл. ред. Л. А. Бойко. – Пермь : ПГУ, 1986. – С. 3-10.
3. Аладина О. Н. Эффективность применения ретардантов на крыжовнике при обработке маточных растений в разные фазы развития / О. Н. Аладина, Н. П. Карсункина, И. В. Скоробогатова // Известия ТСХА. – 2006. – Вып. 2. – С. 74-83.
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. Мокроносов. – М. : Наука, 1990. – С. 74-77.
5. Артемов И. В. Рапс / И. В. Артемов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 43, [1] с. – (Корма – основа интенсификации животноводства).
6. Барменков Я. П. К синтезу и распаду жиров в растениях : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора биол. наук : спец. 03.00.12 „Физиология растений” / Я. П. Барменков. – Л. : 1957. – 27 с.
7. Баскаков Ю. А. Синтетические регуляторы роста растений в свекловодстве / Ю. А. Баскаков // Передвижение ассимилятов в растениях и проблема сахаронакопления / отв. ред. В. А. Печенов. – Фрунзе : Илим, 1986. – С. 76-91.
8. Биотесты для соединений с ретардантной активностью / Л. Д. Прусакова, В. И. Кефели, С. И. Чижова [и др.] // Экологические аспекты регуляции роста и продуктивности растений : материалы науч. конф. / под ред. О. В. Титовой, В. И. Кефели. – Ярославль : ЯрГУ, 1991. – С. 260-265.
9. Біохімія : підруч. / [М. Є. Кучеренко, Р. П. Виноградова, Ю. Д. Бабенюк та ін.]. – К. : Либідь, 1995. – 464 с.
10. Биохимия культурных растений : в 7 т. / под общ. ред. Н. Н. Иванова. – М. - Л. : Сельхозгиз, 1936-1940.
Т. 3 : Масличные культуры / ред. т. А. И. Ермаков. – 1938. – 399 с.

11. Блиновский И. К. Пути повышения эффективности и экологической безопасности применения ретардантов в плодоводстве / И. К. Блиновский, Г. Л. Соркина, Д. В. Калашников. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1991. – 56, [1] с. – (Сер. "Пр-во, хранение и перераб. плодоовощной продукции и картофеля" / ВАСХНИЛ, ВНИИ информ. и техн.-экон. исслед. агропром. комплекса).
12. Блиновский И. К. Эффективность синергических ретардантных смесей на яблоне / И. К. Блиновский, Д. В. Калашников // Регуляторы роста растений / под ред. В. С. Шевелухи. – М. : Агропромиздат, 1990. – С. 88-95.
13. Бокарев К. С. Влияние серного аналога ССС – бромистого диметил-β-брометилсульфония на некоторые физиологические и биохимические показатели картофеля / К. С. Бокарев, Р. П. Иванова // Физиология растений. – 1974. – Т. 21, вып. 1. – С. 196-199.
14. Большой практикум по физиологии растений. Минеральное питание. Физиология клетки. Рост и развитие : учеб. пособие [для студентов биол. спец. вузов] / И. А. Чернавина, Н. Г. Потапов, Л. Г. Косулина, Т. Е. Кренделева ; под ред. Б. А. Рубина. – М. : Высш. школа, 1978. – 408 с.
15. Бочкарева Э. Б. Морозостойкость озимых масличных крестоцветных культур и методы ее определения для целей селекции : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 „Растениеводство” / Э. Б. Бочкарева. – Л., 1979. – С. 6-9.
16. Брокерхоф Х. Липолитические ферменты / Х. Брокерхоф, Р. Дженсен ; пер. с англ. Т. П. Левчук и др. ; под ред. А. Е. Браунштейна и Е. В. Горячевой. – М. : Мир, 1978. – 396 с.
17. 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. : Наук. думка, 1984. – С. 58-60.
18. Василенко В. Е. Токсиколого-гигиеническая характеристика ретардантов / В. Е. Василенко, И. К. Блиновский // Регуляторы роста растений / под ред. В. С. Шевелухи. – М. : Агропромиздат, 1990. – С. 115-132.
19. Верещагин А. Г. Обмен запасных жиров в растениях / А. Г. Верещагин // Успехи современной биологии. – Т. XLV, вып. 1. – М. : Изд-во АН Союза ССР, 1958. – С. 114-127.
20. Верещагин А. Г. Шестнадцатый Международный симпозиум по

- липидам растений (1-4 июня 2004 г., Будапешт, Венгрия) / А. Г. Верещагин // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, № 3. – С. 467-474.
21. Взаимодействие ретардантов с физиологически активными терпеноидами / Г. С. Муромцев, З. Н. Павлова, Л. М. Краснопольская, Л. А. Нагубнова // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1989, № 1. – С. 116-123.
 22. Влияние мивала на некоторые показатели водообмена растений / Г. И. Пахомова, В. Е. Петров, Н. Н. Ишмухаметова, Ц. Л. Бакуридзе // Физиологические механизмы адаптивных реакций растений. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1987. – С. 108-114.
 23. 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.
 24. Волынец А. П. Взаимодействие эндогенных регуляторов роста и гербицидов / А. П. Волынец ; науч. ред. Ю. В. Ракитин. – Мн. : Наука и техника, 1980. – 144 с.
 25. 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.
 26. Галамба В. В. Вплив препарату ТУР на вміст НРК в рослинах картоплі, врожайність та якість бульб / В. В. Галамба // Картоплярство. – 1985. – Вип. 16. – С. 48-49.
 27. Герц А. І. Жирнокислотний склад насіння *Brassica rapa* L. за різних умов світлозабезпечення / А. І. Герц // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія біологія. – Вип. 16 (2005). – Ужгород, 2005. – С. 74-78.
 28. Голдовский А. М. О химическом строении природных жиров / А. М. Голдовский // Биохимия и физиология масличных растений : сб. науч. тр. / отв. ред. В. М. Суслов. – Майкоп, 1967. – Вып. II. – С. 72-111.
 29. Горелова С. В. Наследственное содержание эруковой кислоты в семенах ярового рапса : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.04 „Биохимия”, 03.00.15 „Генетика” / С. В. Горелова. – Л., 1989. – 13 с.
 30. Горобець Н. М. Ріст та формування озимої пшениці при використанні азотних добрив і регуляторів росту в Північній частині степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Горобець Наталія Миколаївна. – Дніпропетровськ, 2000. – С. 10-15.

31. 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.
32. Груздев Л. Г. Обмен азотистых веществ в растениях пшеницы, обработанных хлорхолинхлоридом / Л. Г. Груздев, В. П. Крищенко // Физиология растений. – 1975. – Т. 22, вып. 1. – С. 181-187.
33. Гудвин Т., Мерсер Э. 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.
34. Гуляев Б. І. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б. І. Гуляєв, А. Б. Карлова, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39, № 5. – С. 401-408.
35. Дауд Ибрагим Хамиль. Химический состав, кормовые достоинства зеленой массы и зерен рапса : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Дауд Ибрагим Хамиль. – К., 1982. – С. 8-12.
36. 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.
37. Деева В. П. Генотипическая реакция растений тритикале к химическим регуляторам роста / В. П. Деева, Л. В. Хотылева, З. И. Шелег // V съезд Белорусского общества генетиков и селекционеров, 25-27 июня 1986 г. : тезисы докл. – Горки : Белорусское общество генетиков и селекционеров. – Ч. 1. – 1986. – С. 42-43.
38. 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.
39. Деева В. П. Ретарданты – регуляторы роста растений / В. П. Деева ; ред. Ю. В. Ракитин. – Мн. : Наука и техника, 1980. – 176 с.
40. Деева В. П. Физиология устойчивости сортов растений к гербицидам и ретардантам / В. П. Деева, З. И. Шелег. – Мн. : Наука и техника, 1976. – 248 с.
41. Денисик Г. І. Природнича географія Поділля / Г. І. Денисик. – Вінниця : ЕкоБізнесЦентр, 2006. – 184 с.
42. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход / К. Дерфлинг ; пер. с нем. Н. С. Гельман ; под ред. В. И. Кефели. – М. : Мир, 1985. – 304 с.
43. Дія паклобутразолу на активність гіберелінів і вміст абсцизової

- кислоти в листках деяких сільськогосподарських рослин / В. Г. Кур'ята, В. А. Негрецький, В. В. Рогач [та ін.] // Физиология и биохимия культ. растений. – 2005. – Т. 37, № 5. – С. 452-458.
44. Доля В. С. Влияние хлорхолинхлорида на устойчивость растений сахарной свеклы к пониженным температурам : сб. науч. тр. ТСХА / В. С. Доля, А. С. Заришняк. – М., 1986. – 151 с.
45. 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).
46. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, М. И. Иконникова. – Л. : Колос, 1972. – С. 263-319.
47. Ефремова Л. Н. Действие хлорхолинхлорида на уменьшение полегаетости озимой пшеницы, урожай и качество зерна / Л. Н. Ефремова // Тр. Белгород. с.-х. опыт. станции. – 1970. – Вып. 4. – С. 59-66.
48. 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).
49. Задонцев А. И. Хлорхолинхлорид в растениеводстве / А. И. Задонцев, Г. Р. Пикуш, А. Л. Гринченко. – М. : Колос, 1973. – 360 с.
50. 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.
51. Игнатъев Л. А. Влияние азотных, фосфорных удобрений и ретарданта ССС на зерновую продуктивность яровой пшеницы / Л. А. Игнатъев // Агрехимия. – 2006. – № 6. – С. 45-53.
52. Изменение содержания абсцизовой кислоты в меристематических тканях клубней картофеля под действием доноров этилена / Н. П. Кораблева, Л. С. Сухова, Л. А. Назаренко, Г. А. Вороненко // Физиология и биохимия культ. растений. – 1986. – Т. 18, № 1. – С. 60-64.
53. Изменение содержания фитогормонов в проростках разного возраста ярового ячменя при внесении регуляторов, ингибирующих рост / И. В. Скоробогатова, Е. В. Захарова, Н. П. Карсункина [и др.] //

- Агрохимия. – 1999. – № 9. – С. 57-59.
54. 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.
55. Интенсивная технология производства рапса / [К. С. Орманджи и др.]. – М. : Росагропромиздат, 1990. – С. 12-16. – (Науч.-техн. прогресс в АПК).
56. 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.
57. Кабузенко С. Н. Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физические и биохимические особенности растений на ранних этапах онтогенеза : дис. ... доктора биол. наук : 03.00.12 / Кабузенко Светлана Николаевна. – Симферополь, 1996. – С. 3-8.
58. Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є. О. Казаков – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
59. Калашников Д. В. Разработка и применение ретардантных смесей на яблоне : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 03.00.05 „Ботаника” / Д. В. Калашников. – М., 1989. – 20 с.
60. Калашников Д. В. Теоретическое обоснование применения смеси ретардантов на яблоне / Д. В. Калашников, И. К. Блиновский, А. В. Кокурин // Физиолого-биохимические основы применения регуляторов роста в Сибири : труды конф., 26 февраля – 1 марта 1985 г. / отв. ред. Р. К. Салаяев, К. З. Гамбург. – Иркутск : СИФИБР, 1986. – С. 108-112.
61. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві / Ф. Л. Калінін. – К. : Урожай, 1989. – 168 с.
62. Капля А. В. Изменение ростовых процессов и морозостойкости плодовых растений под действием хлорхолинхлорида / 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.
63. Капля А. В. Физиология действия ретардантов на плодовые культуры / А. В. Капля, Т. А. Мороз, А. И. Тернавский. – К. : Вища школа, 1978. – 148, [2] с.

64. Каптюшина Г. А. Азотистый обмен пшеницы при действии на растения хлорхолинхлорида / Г. А. Каптюшина, И. К. Рахимбаев, М. В. Кузьмина // Тр. Ин-та ботаники Каз. ССР. – 1970. – Вып. 28. – С. 123-144.
65. 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.
66. Каримов Х. Х. Действие абсцизовой кислоты на синтез нуклеиновых кислот в прорастающих семенах хлопчатника / Х. Х. Каримов, С. В. Донцова // Физиология растений. – 1989. – Т. 36, вып. 2. – С. 332-338.
67. Кефели В. И. Гормональные аспекты взаимодействия роста и фотосинтеза / В. И. Кефели, Н. Н. Протасова // Фотосинтез и продукционный процесс / отв. ред. А. А. Ничипорович. – М. : Наука, 1988. – С. 153-163.
68. 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.
69. 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).
70. Киризий Д. А. Влияние дефолиации и затенения на фотосинтез и продуктивность в системе донорно-акцепторных отношений растительного организма / Д. А. Киризий // Физиология и биохимия культ. растений. – 2003. – Т. 35, № 2. – С. 95-108.
71. Киризий Д. А. Оценка потенциальных возможностей фотосинтетического аппарата сахарной свеклы при искусственной дефолиации / Д. А. Киризий, Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культ. растений. – 1994. – Т. 27, № 4. – С. 368-373.
72. Киризий Д. А. Роль акцепторов ассимилятов в регуляции фотосинтеза и распределения углевода в растении / Д. А. Киризий // Физиология и биохимия культ. растений. – 2003. – Т. 35, № 5. – С. 382-391.
73. Козлов В. Е. Изменение зимостойкости линий пшеницы из сорта Ульяновка при воздействии гиббереллином и хлорхолинхлоридом / В. Е. Козлов // Физиолого-биохимические основы применения

- регуляторов роста в Сибири : труды конф., 26 февраля – 1 марта 1985 г. / отв. ред. Р. К. Салаяев, К. З. Гамбург. – Иркутск : СИФИБР, 1986. – С. 45-46.
74. Комбикорма, комбикормовое сырьё. Метод определения остаточных количеств пестицидов : ГОСТ 13496.20-87. – М. : Издательство стандартов, 1987. – 7 с. – (Издание официальное).
 75. Кораблева Н. П. Использование гидрела для длительного хранения картофеля / Н. П. Кораблева, Л. С. Сухова // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 3. – С. 46-47.
 76. 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.
 77. Крокер В. Физиология семян / В. Крокер, Л. Бартон ; пер. с англ. Н. В. Цингер ; под ред. и с предисловием А. В. Попцова. – М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1955. – 399 с.
 78. 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.
 79. Курчий Б. А. Влияние этефона на анатомо-морфологическое строение стебля озимой ржи / Б. А. Курчий, Ф. Л. Калинин // Физиология и биохимия культ. растений. – 1989. – Т. 21, № 5. – С. 459-463.
 80. Курчій Б. О. Біологічна роль абсцизової кислоти і етилену та їхній синтез в рослинах за дії стресів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук : спец. 03.00.04 „Біохімія” / Б. О. Курчій. – К., 2002. – 39 с.
 81. Кур'ята В. Г. Анатоомо-морфологічні особливості рослин ріпаку при дії ретардантів / В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач // Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм : міжнар. наук. конф., 1-4 жовтня 2001 р. : матеріали конф. – Тернопіль, 2001. – С. 30-33.
 82. Кур'ята В. Г. Дія ретардантів на морфогенез і продуктивність рослин озимого ріпаку / В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач, Б. І. Гуляєв // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – Т. 36, № 2. – С. 167-172.
 83. 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.
 84. Курьята В. Г. Влияние хлорхолинхлорида на рост, урожайность и

- качество ягодных культур / В. Г. Курьята, Г. Л. Ременюк, Л. С. Прокопенко // Физиология растений. – 1985. – Т. 17, № 4. – С. 366-372.
85. Курьята В. Г. Воздействие ретардантов на ассимиляционный аппарат, морфогенез и рост растений / В. Г. Курьята, Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культ. растений. – 1999. – Т. 31, № 1. – С. 3-12.
86. Курьята В. Г. Действие ретардантов на мезоструктуру листьев малины / В. Г. Курьята // Физиология и биохимия культ. растений. – 1998. – Т. 30, № 2. – С. 144-149.
87. Ліпіди. – К. : Вища школа, 1985. – С. 111-121.
88. Лясковский М. И. Влияние хлорхолинхлорида на формирование стебля озимой пшеницы и ее устойчивость к полеганию / М. И. Лясковский, Ф. Л. Калинин // Физиология и биохимия культ. растений. – 1976. – Т. 8, вып. 1 – С. 36-43.
89. Матевосян Г. Л. Новый физиологический подход к фитотермофизиологическому применению регуляторов роста растений / Г. Л. Матевосян // Резервы повышения урожайности овощных культур : сб. науч. тр. / гл. ред. А. Д. Бурмистров. – Л., 1989. – С. 4-9.
90. Мельников Н. Н. Пестициды и регуляторы роста растений : справочник / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М. : Химия, 1995. – 574, [1] с.
91. Меронченко В. О. Вплив ретардантів на вміст етилену в пагонах яблуні / В. О. Меронченко, Н. П. Веденічева, Л. І. Мусатенко // Український ботанічний журнал. – 1999. – Т. 56, № 1. – С. 30-33.
92. 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.
93. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен) : [учеб. пособие] / под ред. М. И. Прохоровой. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – 272 с.
94. 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.
95. Методи визначення глюкозинолатів в ріпакових кормах : методичні рекомендації / [підготували Г. Т. Дем'янчук, М. С. Микитин]. – Івано-Франківськ, 1992. – 13 с.

96. Методические рекомендации по определению фитогормонов / АН УССР, Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. – К. : Наук. думка, 1988. – 78 с.
97. 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.
98. Милащенко Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
99. Милювене Л. Возможность применения соединений четвертичных солей аммония в технологии выращивания рапса / Л. Милювене // Физиология и биохимия культ. растений. – 2000 – Т. 32, № 4. – С. 288-295.
100. Милювене Л. Эффект соединения 17-DMC на уровень фитогормонов и рост рапса *Brassica napus* / Л. Милювене, Л. Новицкене, В. Гавелене // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 5. – С. 733-737.
101. Минкевич И. А. Масличные культуры / И. А. Минкевич, В. Е. Борковский. – [изд. 3-е, перераб. и доп.]. – М. : Сельхозгиз, 1955. – 415 с.
102. Мокроносов А. Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функций роста / А. Т. Мокроносов // Фотосинтез и продукционный процесс : сб. ст. / отв. ред. А. А. Ничипорович. – М. : Наука, 1988. – С. 109-121.
103. Мокроносов А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза / А. Т. Мокроносов. – М. : Наука, 1981. – 196 с.
104. Мокроносов А. Т. Фотосинтез: Физиолого-экологические и биохимические аспекты : [текст] / А. Т. Мокроносов, В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова ; под ред. И. П. Ермакова. – [2-е изд., испр. и доп.]. – М. : Академия, 2006. – 448 с. – (Высшее проф. образование. Естественные науки).
105. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // Аграрная наука. – 1993. – № 3. – С. 21-24.
106. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підруч. [для студ. біол. спец. вищ. навч. закл.] / М. М. Мусієнко. – [2-е вид., доп. і перероб.]. – К. : Либідь, 2005. – 808 с.
107. Негруцкий С. Ф. Липидный обмен растений : [учеб. пособие] / С. Ф. Негруцкий. – Донецк : Донецкий ун-т, 1976. – 96 с.
108. Неревуцький С. Г. Удосконалення технологічних заходів по

- підвищенню продуктивності озимого ріпаку в умовах Південної України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 „Рослинництво” / С. Г. Неруцький. – К., 2002. – С. 5-11.
109. Никелл Л. Дж. Регуляторы роста растений: применение в сел. хоз-ве / Л. Дж. Никелл ; перевод с англ. В. Г. Кочанкова ; под ред. и с предисловием В. И. Кефели. – М. : Колос, 1984. – 192 с.
110. Ниловская Н. Т. Применение смесей химических веществ в качестве ретардантов при выращивании ячменя / Н. Т. Ниловская, Э. В. Морозова, Л. М. Карецкая // Рукопись деп. во ВНИИТЭИагропром. – М., 1990. – 7 с.
111. Оптимизация организменной жаростойкости растений с использованием регулятора роста мивала / Н. Л. Лосева, Г. С. Клементьева, В. И. Трибунских [и др.] // Физиологические механизмы адаптивных реакций растений. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1987. – С. 67-79.
112. 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.
113. 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.
114. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / [авт. колектив : В. Л. Петрунук, В. Ф. Марієвський, В. Я. Шевчук та ін.]. – К. : Юнівест Маркетинг, 1996. – С. 94-95.
115. Пестициди і агрохімікати України : практичний довідник для фахівців сільського господарства. – Дніпропетровськ : Арт-Прес, 2006. – 319 с.
116. Подсолнечник / под общ. ред. В. С. Пустовойта. – М. : Колос, 1975. – 590 с.
117. Подшиваленко А. В. Эффективность применения регуляторов роста на картофеле / А. В. Подшиваленко // Современные проблемы естествознания. Биология. Химия : сб. тез. обл. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Ярославль : ЯрГУ, 1997. – С. 91-93.
118. Полевой В. В. Физиология роста и развития растений : учеб. пособие / В. В. Полевой, Т. С. Саламатова. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. – 238, [1]

- с.
119. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. – К. : Наук. думка, 1976. – 334 с.
 120. Применение гидрела для предупреждения прорастания клубней картофеля при хранении с одновременным сокращением потерь от болезней / Л. В. Метлицкий, Н. П. Кораблева, Л. С. Сухова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 1982. – Т. XVIII, вып. 1. – С. 111-119.
 121. Прокофьев А. А. Некоторые физиологические особенности плодов и семян масличных растений / А. А. Прокофьев // Биохимия и физиология масличных растений : сб. науч. тр. / отв. ред. В. М. Суслов. – Майкоп, 1967. – Вып. II. – С. 112-139.
 122. Прусакова Л. Д. Новые ретарданты и их физиологические свойства / Л. Д. Прусакова // 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. – С. 90.
 123. Прусакова Л. Д. Оценка ретардантной активности триазолов в α -амилазном биотесте на эндосперме ярового ячменя / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова, В. В. Павлова // Физиология растений. – 2004. – Т. 51, № 4. – С. 626-630.
 124. Прусакова Л. Д. Применение производных триазола в растениеводстве / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агрохимия. – 1998. – № 10. – С. 37-44.
 125. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова, В. Г. Головатый. – 1989. – С. 27-33.
 126. Прусакова Л. Д. Синтетические регуляторы онтогенеза растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений ; под ред. Н. И. Якушкиной. – М., 1990. – С. 84-124.
 127. Разумов В. А. Массовый анализ кормов : справочник / В. А. Разумов. – М. : Колос, 1982. – 176 с.
 128. Реєстр сортів рослин України на 2001 рік. – К., 2000.
Ч. 2 : Технічні, кормові, картопля, овочеві, баштанні, пряно-ароматичні та ефіроолійні, гриби. – 2000. – 52 с.
 129. Реєстр сортів України на 1997 рік. Олійні, технічні, прядивні та кормові культури. – Ч. 2. – Офіц. вид. – К. : Юнівест Маркетинг, 1996. – 66 с.
 130. Рейнбольд А. М. Регуляторы роста растений с ретардантными свойствами / А. М. Рейнбольд // Агрохимия. – 1986. – № 5. – С. 116-

- 133.
131. Ременюк Г. Л. Направленность ростовых процессов и некоторых сторон обмена веществ у ягодных культур под воздействием хлорхолинхлорида : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.12 / Ременюк Галина Леонтьевна. – Винница, 1989. – 130 с.
132. Ріпак / [за ред. В. Д. Гайдаша]. – Івано-Франківськ : Сівервія ЛТД, 1998. – 224 с.
133. Рогач В. В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія – 2005. – № 3-4 (24). – С. 28-33.
134. Рогач Т. І. Дія хлормекватхлориду на активність ліпаз та якісні характеристики соняшникової олії при проростанні насіння / Т. І. Рогач // Сучасний стан та перспективи розвитку біо- та агроценозів в умовах постійного техногенного забруднення : міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 жовтня 2006 р. : матеріали конф. – Трускавець – Дрогобич : ДДПУ ім. Івана Франка, 2006. – С. 76-79.
135. Романовская О. И. 2-хлорэтилфосфоновая кислота и ее препараты – поступление, перемещение, разложение, метаболизм и остатки в растениях / О. И. Романовская, О. И. Крейцберг // Этиленпродуценты в растениеводстве: Физиологическое действие и применение. – Рига : Зинатне, 1989. – С. 9-31.
136. Романовская О. И. Применение этиленпродуцентов в растениеводстве / О. И. Романовская // Этиленпродуценты в растениеводстве: Физиологическое действие и применение. – Рига : Зинатне, 1989. – С. 116-123.
137. Роснадзе Г. Р. Применение ретардантов на культуре лимона / Г. Р. Роснадзе // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – Т. 22, № 11. – С. 46-48.
138. 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.
139. Савенков В. П. Удобрение ярового рапса / В. П. Савенков // Агрохимия. – 1993. – № 5. – С. 39-44.
140. Сахненко В. В. Агроекологічне обґрунтування інтегрованої системи захисту ріпаку / В. В. Сахненко. – Вінниця : СПД Данилюк В. Г.,

2007. – 184 с.

141. Свешникова И. Н. Локализация и накопление запасных веществ в плодах и семенах масличных растений / И. Н. Свешникова, М. А. Асикритова // Биохимия и физиология масличных культур : сб. науч. тр. / отв. ред. В. М. Суслов. – Майкоп, 1967. – Вып. II. – С. – 140-157.
142. Ситнік І. Д. Динаміка синтезу вмісту жирних кислот в процесі досягання насіння ріпаку / І. Д. Ситнік // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Спеціальний випуск 3 (23). – Т. II. – Миколаїв, 2003. – С. 215-219.
143. Соловей Э. П. Применение регуляторов роста в культуре малины с прерывистым (через год) плодоношением / Э. П. Соловей, И. К. Блиновский // Физиолого-биохимические основы применения регуляторов роста в Сибири : труды конф., 26 февраля – 1 марта 1985 г. / отв. ред. Р. К. Саляев, К. З. Гамбург. – Иркутск : СИФИБР, 1986. – С. 112-116.
144. Соломина В. Ф. Содержание абсцизовой кислоты в картофеле, обработанном синтетическими регуляторами роста / В. Ф. Соломина, В. Ф. Сапидиди // Морфофизиологические и экономические особенности растительного мира Центрального Казахстана. – Караганда, 1986. – С. 39-44.
145. 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.
146. Тежерова Л. Н. Влияния сроков уборки и условий хранения на качество и урожайные свойства семян рапса : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.05 „Селекция и семеноводство” / Л. Н. Тежерова. – Л., 1987. – 17 с.
147. Ткачук О. О. Вплив ретардантів на вміст абсцизової кислоти та гіберелоподібних речовин у листках картоплі / О. О. Ткачук, В. Г. Кур'ята, В. А. Негрецький // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2005. – № 3-4 (24). – С. 34-37.
148. 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.
149. Физиология семян / [К. Н. Данович, А. М. Соболев, Л. П. Жданова и

- др. ; отв. ред. А. А. Прокофьев]. – М. : Наука, 1982. – 317 с.
150. Фоликур и ронилан ФЛ на подсолнечнике / В. И. Якуткин, С. М. Ломовской, Е. А. Торговкина [и др.] // Защита растений. – 1995. – № 12. – С. 35.
 151. Харченко Л. Н. Биологическая роль запасных липидов семян растений и возможность изменения их жирнокислотного состава / Л. Н. Харченко // Физиология и биохимия культ. растений. – 1980. – Т. 12, № 1 – С. 70-82.
 152. Харченко Л. Н. Закономерности накопления липидов и перспективы направленного изменения качества масла семян масличных культур (подсолнечника и горчицы) : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора биол. наук : 03.00.12 „Физиология растений”, 06.01.05 „Селекция и семеноводство” / Л. Н. Харченко. – Краснодар, 1981. – 42 с.
 153. Химический энциклопедический словарь / гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Современная энциклопедия, 1983. – С. 661.
 154. Хлорхолинхлорид в садоводстве: от эмпирических методов до физиологически обоснованных технологий / А. В. Капля, Т. А. Мороз, А. Н. Двойнос, А. В. Панталиенко // Биология – Продовольственной программе / под ред. А. А. Созинова. – К. : Вища школа, 1987. – С. 109-130.
 155. Чайлахян М. Х. Механизмы клубнеобразования у растений / М. Х. Чайлахян // Регуляция роста и развития картофеля : докл. Всесоюз. совещ., дек. 1988 г. / отв. ред. М. Х. Чайлахян, А. Т. Мокроносов. – М. : Наука, 1990. – С. 48-62.
 156. Чижова С. И. Содержание абсцизовой кислоты и рост растений ярового ячменя под действием триазолов / С. И. Чижова, В. В. Павлова, Л. Д. Прусакова // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, № 1. – С. 108-114.
 157. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Шевчук Оксана Анатоліїна. – К., 2005. – 156 с.
 158. Шпаар Д. Рапс – культура с будущим / Д. Шпаар, М. Норберт, В. Самерсов // Новости сельского хозяйства. – 1999. – Т. 31. – С. 26-29.
 159. Экзогенные и эндогенные регуляторы роста и развития растений. – Кишинев : Штиинца, 1985. – 119 с.
 160. Эрдели Г. С. Изобутираты – новый класс ретардантов : монография / Г. С. Эрдели, Г. Н. Хожаинова, Г. Шиллинг. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1992. – 159 с.

161. Abdel Rasoul M. Effect of CCC and B-9 at different water regimes on some metabolic aspects of maize plants / M. Abdel Rasoul, A. Gabr, H. el-Zeiny, // *Ann. Agr. Sc.* – 1988. – Vol. 33, № 1. – P. 49-65.
162. Abeles F. B. Ethylene in plant biology / F. B. Abeles – New-York : Acad. press, 1973. – 302 p.
163. 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.
164. Adamczewski K. Ocena nowych retardantow w uprawach zboz / Kazimierz Adamczewski, Pankracy Bubniewicz // *Pestycydy.* – 1994. – № 4. – P. 17-28.
165. Addo-Quaye A. A. The influence of paclobutrazol on the distribution and utilization of ¹⁴C-labelled assimilate fixed at anthesis in oil-seed rape (*Brassica napus* L.) / A. A. Addo-Quaye, R. W. Daniels, D. H. Scarisbrick // *J. Agr. Sc.* – 1985. – Vol. 105, № 2. – P. 365-373.
166. Adriansen E. Vaekstregulerende mildler til Solanum / E. Adriansen // *Gartner Tid.* – 1985. – Vol. 101, № 37. – P. 1123-1125.
167. 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.
168. Anderson H. Improving winter hardiness in winter oats by seed treatment with tetacyclacis / H. Anderson, N. Huband // *Britisk crop protection conferece weeds.* – 1985. – № 2. – P. 569-573.
169. Anon. Wachstumsreglereinsatz im Getreide unter den Gesichtspunkten Absatz und Erzeugung / Anon // *Chemie Techn. in Landwirtschaft.* – 1986. – Vol. 37, № 4. – P. 122.
170. Antognozzi E. Attivita 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.
171. Antognozzi E. Effetti del Paclobutrazolo (PP 333) sull'attivita 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.
172. Antognozzi E. Modificazioni isto-anatomiche in radici, fusti e foglie di olivo (*Olea europaea* L.) trattato con Paclobutrazolo / Evasio Antognozzi, Giuseppe Frenguelli, Francesco Ferranti // *Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia.* – 1987. – № 41. – P. 845-854.
173. Antognozzi E. Osservazioni preliminari sull'impiego del Paclobutrazolo

- (PP 333) in piante di olivo in vivaio / Evasio Antognozzi, Pietro Preziosi, Fausto Romani // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1987. – № 41. – P. 313-337.
174. Antognozzi E. Risultati di trattamenti con fitoregolatori esogeni sull'attività vegetativa e produttiva dell'olivo / Evasio Antognozzi, Francesca Catalano // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1985. – № 39. – P. 199-206.
 175. Armstrong E. L. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators / E. L. Armstrong, H. I. Nicol // Austral. J. Exp. Agric. – 1991. – Vol. 31, № 2. – P. 245-250.
 176. Baranyk P. Uplatneni regulatoru rustu v systemu vyroby repky / P. Baranyk, A. Fabry // Vyuziti regulatoru rustu v rostlinne vyrobe. – 1987. – P. 52-55.
 177. Barnes A. Anatomy of zea mays and Glycine max seedling treated with triazole plant growth regulators / A. Barnes, A. Walser, T. Davis // Biol. Plant. – 1989. – Vol. 31, № 5. – P. 370-375.
 178. 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. – Vol. 118, № 2. – P. 445-452.
 179. Baylis A. D. The effects of lodging and a paclobutrazol – chlormequat chloride mixture on the yield and quality of oilseed rape / A. D. Baylis, I. T. J. Wright // Ann. Appl. Biol. – 1990. – Vol. 116, № 2. – P. 287-295.
 180. 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.
 181. Bhatt R. Response of plant growth regulators on flowering and fruiting in Alphonso mango trees / R. Bhatt, S. Kumar // Gujarat. Agr. Univ. Res. J. – 1997. – Vol. 22, № 2. – P. 88-95.
 182. Bhattacharjee A. Effect of CCC, SADH and dikegulac growth modification of a sunflower cultivar and its yield / A. Bhattacharjee, K. Gupta // J. Indian Bot. – 1984. – Vol. 63, № 4. – P. 335-340.
 183. Bode J. The influence of (2-chloroethyl)-trimethylammonium-chloride (CCC) on growth and photosynthetic metabolism of young wheat plants (*Triticum distivam* L.) / J. Bode, A. Wild // Plant Physiol. – 1984. – Vol. 116, № 5. – P. 435-446.
 184. Bode J. Water relations in young growing wheat leaves after application of (2-chloroethyl)-trimethylammonium-chloride (CCC) to the root of wheat

- seedlings / J. Bode, A. Wild // Z. Naturforsch. – 1985. – Vol. 40, № 9-10. – P. 745-747.
185. Bouchereau A. Water stress effects on rapeseed quality / A. Bouchereau, N. Clossais-Besnard, A. Bensaoud // Eur. J. Agron. – 1996. – Vol. 5, № 1-2. – P. 19-30.
 186. Brenneman T. B. Suppression of foliar and soilborne peanut diseases in bahiagrass rotations / T. B. Brenneman, D. R. Summer, R. E. Baird // Phytopathology. – 1995. – Vol. 85, № 9. – P. 948-952.
 187. Broschewitz B. Einsatz von Wachstumsreglem im Winterraps / B. Broschewitz, P. Steinbach // Raps. – 1999. – Vol. 17, № 1. – P. 12-15.
 188. Bruns G. Influence of a triazole plant growth regulator on root and shoot development and nitrogen utilisation of oilseed rape (*Brassica napus* L.) / Gundula Bruns, R. Kuchenbuch, J. Jung // Z. Acker und Pflanzenbau. – 1990. – Vol. 165, № 4. – P. 257-262.
 189. Budzyński W. The influence of triapentenol used in autumn on wintering, lodging and yielding of winter rape / W. Budzyński, T. Ojczyk // Rostl. výroba. – 1995. – Vol. 41, № 5. – P. 201-205.
 190. 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.
 191. Buta I. G. Effect of paclobutrazol on abscisic acid levels in wheat seedlings / I. G. Buta, D. W. Spaulding // J. Plant Growth Regul. – 1991. – Vol. 10, № 2. – P. 59-61.
 192. Cathey G. M. Effects of planting date on response of five cotton cultivars to meriquat chloride / G. M. Cathey, W. R. Meredith // Plant growth regulator. Soc. of America. Ann. Meeting. – 1983. – № 10. – P. 251-252.
 193. 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.
 194. 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.
 195. Child R. D. Effects of some experimental triazole retardants on yield of oilseed rape / R. D. Child, G. Arnold, E. C. Hislop // Proceedings. – Vol. 2. – 1985. – P. 561-567.
 196. Comparative growth analysis of mepiquat chloride – treated cotton cultured under controlled environment / J. T. Cothren, D. W. Albers, M. J. Urwiler, D. S. Guitrie // Plant growth regulator Soc. of America, Annual Meeting, 10 Proc. – 1983. – P. 253-261.

197. Comparative shoot growthretarding activities of paklobutrazol and XE-1019 / T. Davis, H. Gehlot, C. Williams, N. Sankhla // Proceedings. – 1987. – P. 121-124.
198. Devlin R. M. Plant growth regulator soc. of America. Effect of paclobutrazol and flurprimidol on the germination and growth of wheat and radish / R. M. Devlin, Z. K. Koszanski // Proceedings. – 1985. – P. 237-242.
199. Diepenbrock W. Das Ertragspotential von Winterraps / W. Diepenbrock // Raps. – 1999. – Vol. 17, № 4. – P. 166-169.
200. Eastin E. F. Evaluation of a pyridazinon for rice yield enhancement / E. F. Eastin // Cereal Res. Communic. Szeged. – 1984. – Vol. 12, № 3/4. – P. 267-269.
201. Eberhardt S. Erfahrungen mit dem Wachstumsregulator Baronet bei Winterraps (*Brassica napus*) in Jugoslawien / S. Eberhardt // Pflanzenschutz-Nachr. Bayer. – 1988. – Vol. 41, № 3. – P. 365-372.
202. Eir Vierteljahrhundert Wachstumsregler im Pflanzenschut zgesetzt taermann Hans-Theo // Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst. – 2000. – P. 230.
203. Fabry A. Vliv biologicky aktivnich latek na prezimovani a utvareni vynosove schopnosti odrud ozime repky bez kyseliny ernove / A. Fabry, J. Vasak // Rostl. Vyroba. – 1986. – Vol. 32, № 9. – P. 999-1008.
204. Ferranti F. Anatomia delle foglie di tre cultivar di colza (*Brassica napus* L.) durante il ciclo ontogenetico / F. Ferranti, G. Frenguelli, E. D. Tittone // Ann. Fac. agr. Univ. studi Perugia. – 1990. – Vol. 44, Pt. 1. – P. 451-464.
205. Ferrarese M. L. L. Effects of fatty acids on carbohydrates and lipids of canola seeds during germination / M. L. L. Ferrarese, C. R. S. Baleroni, O. Ferrares-Filho // Braz. Arch. Biol. and Techn. – 1998. – Vol. 41, № 3. – P. 315-319.
206. Fletcher R. A. Triadimefon reduces transpiration and increases yield in water stressed plants / R. A. Fletcher, V. Nath // Physiol. Plantarum. – 1984. – Vol. 62, № 3. – P. 422-426.
207. Frommhold I. Einfluss von Ethephon (Camposan) auf die Jungpflanzenentwicklung bei Wintergerste / I. Frommhold // Angew. Bot. – 1985. – Vol. 59, № 5/6. – P. 409-414.
208. Gathe G. W. Cotton / G. W. Gathe // Plant Growth regul. Chem. Boca Raton, Fla. – 1983. – № 1. – P. 233-252.
209. Gendy A. Studies on the effect of nitrogen fertilization and growth regulators on seed-yield and some quality criteria of oilseed-rape

- (*Brassica napus* L.) / A. Gendy, R. Marquard // Fett Wiss Technol. – 1989. – Vol. 91, № 9. – P. 353-357.
210. Giulivo C. Effect of ethylene and other growth regulators on water balance of fruit trees / C. Giulivo, A. Masia, A. Pitacco // Acta hortic. Wageningen. – 1986. – Vol. 179. – P. 431-432.
 211. Giulivo C. Esperimenti preliminary sugli effetti di alcuni fitoregolatori sul potenziale idrico e sulla resistenza stomatica del pesco e del peperone / C. Giulivo, A. Masia, A. Pitacco // Agr. Mediterr. – 1989. – Vol. 119, № 2. – P. 119-125.
 212. Green C. Response of *Hordeum distichon* cv. Igri (2-row) and *H. hexastichon* cv. Plaisant (6-ow) winter barley to foliar applications of chlormequat / C. Green, H. McDonald // Field Crops Res. – 1987. – Vol. 16, № 2. – P. 129-137.
 213. Grossmann K. Influence of the triazole growth retardant BAS 111..W on phytohormone levels in senescing intact pods of oilseed rape / K. Grossmann, J. Kwiatkowski, C. Häuser // Plant Growth Regul. – 1994. – Vol. 14, № 2. – P. 115-118.
 214. 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. 16-41.
 215. Hedden P. Effects of the triazole plant growth retardant BAS 111..W on gibberellin levels in oilseed rape, *Brassica napus* / P. Hedden, S. J. Croker, W. Rademacher // Physiol. plant. – 1989. – Vol. 75, № 4. – P. 445-451.
 216. 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. hort. Sc. – 1988. – Vol. 63, № 4. – P. 213-223.
 217. 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.
 218. 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.
 219. Iremiren G. Effects of Paclobutrazol and nitrogen-fertilizer on the growth and yield of maize / G. Iremiren, P. Adewumi, S. Aduloji // J. Agricult.

- Sci. – 1997. – Vol. 128, № 6. – P. 425-436.
220. Jung J. Growth regulation in crop plants with new types of triazole compounds / J. Jung, M. Luib, H. Sauter // J. Agron. Crop Sc. – 1987. – Vol. 158. – P. 324-332.
 221. Jung J. Plant growth regulating chemicals – cereal grains / J. Jung, W. Rademacher // Plant. Growth regul. Chem. Boca Ration. – 1983. – № 1. – P. 253-271.
 222. Jung J. Plant growth regulation with triazoles of the dioxanyl type / J. Jung, C. Rentzea, W. Rademacher // J. Plant Growth Regulat. – 1986. – Vol. 4, № 4. – P. 181-188.
 223. Khalil Iqtidar A. Chlorophyll and carotenoid contents in cereals as affected by growth retardants of the triazole series / A. Khalil Iqtidar // Cereal Res. Commun. – 1995. – Vol. 23, № 1-2. – P. 1-2.
 224. Klasen M. Erfahrungen mit Wachstumsregulatoren / M. Klasen, G. Landbau // Landw. Z. Rheinland. – 1985. – Vol. 152, № 17. – P.1212-1214.
 225. Koshuchowa S. Der einfluss von CCC auf die Entwicklung des Roggenhalmes / S. Koshuchowa, H. W. Miiller, K. Adolf // Biol. Plant. – 1982. – Vol. 24, № 1. – P. 20-27.
 226. 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.
 227. Lembcke G. Erfahrungen und erste Ergebnisse beim Einsatz von Wachstumsregulatoren im Winterraps / G. Lembcke, J. Gebert, G. Hoffmann // Feldwirtschaft. – 1989. – Vol. 30, № 3. – P. 130-132.
 228. 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.
 229. Luftensteiner H. W. Welche 00-Sorte für den Herbstanbau in Osterreich / H. W. Luftensteiner // Raps. – 1987. – Vol. 5, № 3. – P. 136-137.
 230. Luib M. BAS 111.W – ein neuer Bioregulator for Raps. Meded / M. Luib, J. Jung, W. Rademacher // Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. – 1986. – Vol. 51, № 2 a. – P. 493-497.
 231. Lurssen K. Triapenthenol – a new plant growth regulator / K. Lurssen, W. Reiser // Pesticide Sc. – 1987. – Vol. 19, № 2. – P. 153-164.
 232. Maage F. The effect of growth regulators on bud dormancy and winter injuri in red raspberry / F. Maage // Acta hortic. Wageningen. – 1986. – Vol. 179, № 1. – P. 149-156.
 233. Macfarlane Smith W. H. Effects of the growth regulator triapenthenol on

- height and seed yield of forage rape / W. H. Macfarlane Smith, J. M. Dinsmore // *Ann. appl. Biol.* – 1988. – № 112. – P. 68-69.
234. Mailer R. J. Effects of water stress on glucosinolate and oil concentrations in the seeds of rape (*Brassica napus* L.) and turnip rape (*Brassica rapa* L. var. *silvestris* [Lam.] Briggs) / R. J. Mailer, P. S. Cornish // *Austral. J. Exp. Agr.* – 1987. – Vol. 27, № 5. – P. 707-711.
235. Marian F. Estimation of growth regulators applied on winter rape (*Brassica napus* L.) in field experiments / F. Marian, R. Jozef // *Plant Growth Regulators : Proc. 4th Int. Symp., Pamporovo, Sept. 28 – Okt. 4, 1986.* – Pt. 1. – Sofia, 1987. – P. 848-855.
236. Mataa M. Kagoshima daigaku nogakubu gakujutsu hokoku / Mebelo Mataa, Shigeto Tominaga // *Bull. Fac. Agr. Kagoshima Univ.* – 1998. – Vol. 14, № 48. – P. 1-6.
237. Mauk C. S. Influence of growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission, and ¹⁴C-assimilate partitioning in citrus / C. S. Mauk, M. G. Bausher, G. Yelenosky // *J. Plant Growth Regulat.* – 1986. – Vol. 5, № 2. – P. 111-120.
238. May W. E. Free fatty acid contents in developing seed of three summer rape cultivars in Ontario / W. E. May, D. J. Hume // *Can. J. Plant Sci.* – 1995. – Vol. 75, № 1. – P. 111-116.
239. Metz N. TOPFLOR – ein neuer Wachstumsregler im Zierpflanzenbau / N. Metz, C. Jäger // *Vortr. 49 Dtsch. Pflanzenschutztag., Heidelberg, 26-29 Sept. 1994.* – *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirt. Berlin-Dahlem.* – 1994. – № 301. – P. 131.
240. Morvan A. 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 // *New Phytologist.* – 1997. – Vol. 136, № 1. – P. 81-89.
241. Nagy M. Changes caused by CCC treatment in the endogenous gibberellin content during the swelling of *Phaseolus vulgaris* L. seed / M. Nagy, C. Hodur // *Acta agron. Acad. Sci. Hung.* – 1984. – Vol. 33, № 1-2. – P. 611-614.
242. Naylor R. E. L. The effect of chlormequat chloride on lodging of triticale and wheat at different nitrogen levels / R. E. L. Naylor, J. Su // *Ann. Appl. Biol.* – 1988. – Vol. 112, № 5. – P. 96-97.
243. Naylor Robert E. L. Effect of the growth regulator triapenthenol on height of two cultivars of spring oilseed rape / E. L. Naylor Robert, Lindsay Waldren, Andrew Connon // *Tests Agrochem. and Cultiv.* – 1987. – № 8 (*Ann. Appl. Biol.*, 110, Suppl.). – P. 130-131.

244. Nitshe K. Influence of the growth retardant tetcyclacis on cell division and cell elongation in plants and cell cultures of sunflower, soybean, and maize / K. Nitshe, K. Grossmann, E. Sauerdrey // *J. Plant Physiol.* – 1985. – Vol. 118, № 5. – P. 209-218.
245. Ojczyk T. Wpływ baronetu 70 WG stosowanego jesienią na zimowanie, wyleganie i plonowanie rzepaku ozimego / Teresa Ojczyk // *Acta Acad. agr. ac techn. olsten. Agr.* – 1996. – № 63. – P. 195-203.
246. Pałosz T. Nowa metoda stosowania retardantów w rzepaku ozimym / T. Pałosz, A. Sienkowski // *Mater. 30 Ses. nauk. Inst. ochr. rosl.*, [Poznan, 1990]. – Cz. 2. – Poznan, 1990. – P. 327-330.
247. Pan Ruichi, Luo Yunxiu // *Yuanyi xuebao = Acta hortic. sin.* – 1994. – Vol. 21, № 3. – P. 269-272.
248. Paul V. H. Results of 7 years investigations on the effects of growth regulators in double-00 oilseed rape / V. H. Paul // *Meded. Fac. land bouwwetensch. : Rijksuniv. Gent.* – 1990. – Vol. 55, № 3 b. – P. 1259-1266.
249. Paul V. H. Zum Einsatz von Wachstums-Regulatoren einer neuen Generation in Winterraps. Erfahrungen aus Sjahrigen Versuchen / V. H. Paul // *Raps.* – 1987. – Vol. 5, № 4. – P. 182-184, 186-188.
250. Qiu Jin, Chen Ping, Zhong Ran, Chen De-hai, Yang Shengchang // *Xiamen daxue xuebao, Ziran kexue ban = J. Xiamen Univ. Natur. Sci.* – 2005. – Vol. 44, № 6. – P. 851-855.
251. Qiu Jun, Hu Jin, Song Wen-jian, Xie Xiu-juan, He Rong-miao // *Zhejiang daxue xuebao. Nongye yu shengming kexue ban = J. Zhejiang Univ. Agr. and Life Sci.* – 2004. – Vol. 30, № 2. – P. 153-158.
252. Rajascharan K. Endogenous abscisic acid and indole-3-acetic acid and somatic embryogenesis in cultured leaf explants of *Rennisetum purpureum* Schum. Effects in vivo and in vitro of glyphosate, fluridone and paclobutrazol / K. Rajascharan, M. B. Hein, I. K. Vasil // *Plant Physiol.* – 1987. – Vol. 84, № 1. – P. 47-51.
253. Rao M. S. S. Comparison of chinoli (*Brassica campestris subsp. Oleifera* × *subsp. chinensis*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments / M. S. S. Rao, N. J. Mendham // *J. Agr. Sci.* – 1991 – Vol. 117, № 2. – P. 177-187.
254. Rood S. Gibberellins and the regulation of height growth / S. Rood, S. Smienk, D. Pearce // *Proceedings.* – 1987. – P. 139-144.
255. Ryynanen L. Effect of abscisic acid, cold hardening, and photoperiod on recovery of cryopreserved in vitro shoot tips of silver birch / L. Ryynanen

- // Cryobiology. – 1998. – Vol. 36, № 1. – P. 32-39.
256. Saini J. S. Influence of chlormequat on the growth and yield of irrigated and rainfed indian mustard (*Brassica juncea*) in the field / J. S. Saini, R. S. Jolly, O. S. Singh // Exp. Agr. – 1987. – Vol. 23, № 3. – P. 319-324.
257. 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.
258. Sanders I. Ethylene metabolism and action / I. Sanders, A. Smint, M. Hall // Physion. Plantarum. – 1986. – Vol. 66, № 4. – P. 723-726.
259. 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.
260. Schilling G. Neue Ergebnisse zum Mechanismus der N-Wirkung in der Pflanze / G. Schilling // Mikronährstoffforschung. – Jena. – 1985. – P. 61-64.
261. Schonberger H. Ertragsphysiologie und Bestandesaufbau bei Winterraps / Hansgeorg Schonberger // Raps. – 1998. – Vol. 16, № 1. – P. 9-11.
262. 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.
263. Setia R. C. Influence of paclobutrazol on growth and development of fruit in *Brassica juncea* (L.) Czern. and Coss. / R. C. Setia, N. Setia, Anuradha // Plant Growth Regulation. – 1996. – Vol. 20, № 2. – P. 307-325.
264. 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.
265. Sharma R. Effect of growth regulators on nodule formation and some biochemical parameters in soybean / R. Sharma, E. O. Kwon // Plant Physion. Biochem. – 1987. – Vol. 14, № 2. – P. 146-152.
266. Simko I. Vplyv 2,3-dichloriromoslunu sodneho (DCIB-Na) na tuberizaciju zemiakov in vinto / I. Simko // Roste. Vyroba. – 1990. – Vol. 36, № 2. – P. 11-21.
267. Skubisz G. A method for the determination of rape stalk bending stress / G. Skubisz // Zesz. probl. post. nauk rol. – 1993. – № 399. – P. 213-217.
268. Skubisz G. Determination of the mechanical properties of winter rape stalks / G. Skubisz // Zesz. probl. post. nauk rol. – 1993. – № 399. – P.

- 219-225.
269. Skubisz G. Results of bending-breaking investigation of rape stalk / G. Skubisz, Z. Muller // Zesz. probl. post. nauk rol. – 1991. – № 397. – P. 65-68.
 270. Sleiman A. I. Einfluss der Saatgutbehandlung mit Wachstumsregulatoren auf die Keimung und den Feldaufgang von Winterraps / A. I. Sleiman, B. Boelcke, M. Seiffert // Qualitätssatgut. – Prod. Ertragsbeeinfluss. Halle (Saale). – 1988. – № 3. – P. 600-610.
 271. Smith L. J. The effects of Cerone on plant structure and seed yield of winter oilseed rape / L. J. Smith, D. H. Scarisbrick // GCIRC Bull. – 1986. – № 3. – P. 39-41.
 272. Song Wen-jian, Lin Fei-rong, Zhou Wei-jun // Zhejiang nongye daxue xuebao = J. Zhejiang Agr. Univ. – 1999. – Vol. 25, № 3. – P. 333-336.
 273. 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.
 274. 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.
 275. Swietlik D. The effect of paclobutrazol on mineral nutrition of apple seedlings / D. Swietlik, S. S. Miller // J. Plant Nutrit. – 1985. – Vol. 8, № 5. – P. 369-382.
 276. Tang Zhi-peng, Jiang Ye, Gan Lin, Xiang Xing-yao // Hunan nongye daxue xuebao = J. Hunan Agr. Univ. – 2006. – Vol. 32, № 2. – P. 135-170.
 277. Tari I. Abaxial and adaxial stomatal density, stomatal conductances and water status of bean primary leaves as affected by paclobutrazol / I. Tari // Biol. Plant. – 2003. – Vol. 47, № 2. – P. 215-220.
 278. 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.
 279. Teleky A. A repce hozamnövelése NEVIROL-készítményekkel / Amália Teleky // Nehézvegyip. kut. intéz. közl. – 1985. – № 16. – P. 39-47.
 280. Teutsch T. Was bringen Wachstumsregler im Winterraps / T. Teutsch // Top agrar. – 1988. – № 3. – P. 58-60.
 281. Treharne K. Growth regulation of arable crops / K. Treharne, R. Child, H. Anderson // Plant growth substances. – 1986. – P. 368-374.
 282. Tukey L. Plant growth regulator absorption through roots / L. Tukey //

- Acta hortic. Wageningen. – 1986. – Vol. 179, № 1. – P. 199-206.
283. Urwiler M. Influence of ethephon on soybean reproductive development / M. Urwiler, C. Stutte // Crop. Sc. – 1986. – Vol. 26, № 5. – P. 975-979.
284. Varkonda S. Rozvoj vyuzitia regulatorov rastu rastlin / S. Varkonda, M. Henselova, L. Ujhelyiova // Agrochemia : Bratislava. – 1988. – Vol. 28. – 8 p.
285. Vincenc J. Studium glukosinolátů v semeni řepky v průběhu dozrání / Jaroslav Vincenc // Acta Univ. agr. A (Brno). – 1992. – Vol. 40, № 1-2. – P. 41-45.
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. Wample Robert L. The influence of Paclobutrazol, a new growth regulator, on sunflowers / Robert L. Wample, Elaine D. Culver // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1983. – Vol. 108, № 1. – P. 122-125.
288. Wang Shion I. Effect of paclobutrazol on water stress-induced abscisic acid in apple seedling leaves / Shion I. Wang, Tung Sun, L. Ji Zuo // Plant Physiol. – 1987. – Vol. 84, № 4. – P. 1051-1054.
289. Wiberg E. Fatty acid distribution and lipid metabolism in developing seeds of laurate-producing rape (*Brassica napus* L.) / E. Wiberg, A. Banas, S. Stynme // Planta. – 1997. – Vol. 203, № 3. – P. 341-348.
290. Wiesman Z. Vegetative growth retardation, improved rooting and viability of olive cuttings in response to application of growth retardants / Zeev Wiesman, Shimon Lavee. // Plant Growth Regul. – 1994. – Vol. 14, № 1. – P. 83-90.
291. Wilen R. W. Effect of foliar application of structural analogs of abscisic acid on frost tolerance in two Brassica species / R. W. Wilen, B. Ewan, S. R. Abrams // Crop Dev. Center Res. Rep. 1992–1993. – Saskatoon, 1994. – P. 72-73.
292. Williamson J. G. Growth responses of peach roots and shoots to soil and foliar-applied paclobutrazol / J. G. Williamson, D. C. Coston, L. W. Grimes // Hortscience. – 1986. – Vol. 21, № 4. – P. 1001-1003.
293. Yamaji H. 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 // Plant Physiol. – 1991. – Vol. 138, № 6. – P. 763-776.
294. Yoshikawa F. Paclobutrazol can increase of peach growers in California / F. Yoshikawa, G. Martin, J. LaRue // Proceedings. – 1987. – P. 280-287.
295. Young R. S. Peach growth response from PP 333 (Paclobutrazol) / R. S.

- Young // Plant Growth regulator Soc. of America. Annual Meeting, 10 Proc. – 1983. – P. 192-194.
296. 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.
297. Zhang Q. Z. Nitrogen transportation in oilseed rape (*Brassica napus* L.) plant during flowering and early siliqua developing / Q. Z. Zhang, A. Kullmann, Y. Geisler // J. Agron. and Crop. Sci. – 1991. – Vol. 167. № 4. – P. 229-235.
298. Zhou Weijun, Xi Haifu, Ye Oingfu, Shen Huicong // Zhongguo nongye kexue = Sci. agr. sin. – 1995. – Vol. 28, № 3 – P. 8-13.

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО

РОГАЧ ВІКТОР ВАСИЛЬОВИЧ
КУР'ЯТА ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ
ПОЛИВАНИЙ СТЕПАН ВОЛОДИМИРОВИЧ

**ДІЯ РЕТАРДАНТІВ НА МОРФОГЕНЕЗ,
ПРОДУКТИВНІСТЬ І СКЛАД ВИЩИХ
ЖИРНИХ КИСЛОТ ОЛІЇ РІПАКУ**

Оригінал-макет виготовлено автором
