



**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЩОБИНСЬКОГО**

**Шаталюк Галина Сергіївна
Кур'ята Володимир Григорович**

**ДІЯ ГІБЕРЕЛІНУ І РЕТАРДАНТІВ
НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ,
МОРФОГЕНЕЗ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ
АГРУСУ**

Вінниця - 2021

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО**

**Шаталюк Галина Сергіївна
Кур'ята Володимир Григорович**

**ДІЯ ГІБЕРЕЛІНУ І РЕТАРДАНТІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ,
МОРФОГЕНЕЗ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРУСУ**

Вінниця – 2021

УДК 581.1:[661.162.6:582.707](043.5)

Рецензенти:

Вдовенко С. А. – доктор сільськогосподарських наук, професор
Вінницького національного аграрного університету

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

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького державного
педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського
«20» січня 2021 року (протокол № 7)*

Шаталюк Г. С., Кур'ята В.Г.

Дія гібереліну і ретардантів на ростові процеси, морфогенез та продуктивність
агрису : монографія / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята. – Вінниця, **ТОВ «Друк»**,
2021. – 96. с.

ISBN 978-617-7721-98-3

У монографії узагальнено літературні та експериментальні дані про вплив
гібереліну та ретардантів на формування і функціонування донорно-
акцепторної системи рослин в зв'язку з продуктивністю культури агрусу.
Проаналізовано вплив гібереліну і ретардантів різних типів (триазолпохідного
препарату тебуконазолу та етиленпродуценту есфону) на ростові процеси,
фотосинтетичний апарат, морфоенез, накопичення та перерозподіл потоків
асимілятів і елементів мінерального живлення між органами рослини.

Для фізіологів рослин, агрономів, студентів, викладачів, аспірантів,
докторантів біологічних спеціальностей.

ISBN 978-617-7721-98-3

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБЕРЕЛІНІВ ТА АНТИГІБЕРЕЛІНОВИХ ПРЕПАРАТІВ У РОСЛИННИЦТВІ.....	8
1.1. Загальна характеристика гіберелінів та особливості їх дії на рослину.....	8
1.2. Загальна характеристика ретардантів.....	12
1.3. Сучасний стан застосування препаратів у рослинництві.....	17
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	25
2.1. Біологічна і господарська характеристики культури агрусу.....	25
2.2. Кліматичні умови періоду проведення дослідження.....	27
2.3. Характеристика препаратів.....	29
2.4. Методи дослідження.....	32
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНУ ТА РЕТАРДАНТІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ І МОРФОГЕНЕЗ АГРУСУ.....	34
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНУ І РЕТАРДАНТІВ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ВУГЛЕВОДІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У РОСЛИН АГРУСУ.....	42
4.1. Накопичення і перерозподіл різних форм вуглеводів у органах агрусу за дії гібереліну та ретардантів.....	42
4.2. Вплив гібереліну та ретардантів на вміст азоту, фосфору і калію у вегетативних органах агрусу в період вегетації.....	46
РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ АГРУСУ.....	53
5.1. Врожайність агрусу за дії гібереліну та ретардантів різних типів.....	53
5.2. Дія есфону на швидкість дозрівання ягід агрусу.....	57
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

2-ХЕФК	2-хлоретилфосфонова кислота
6-БАП	6-бензиламінопурин
АБК	абсцизова кислота
АЦК	1-аміноциклопропан-1-карбонова кислота
GK ₃	гіберелова кислота
ГМК	гідразид малеїнової кислоти
ДНК	дезоксирибонуклеїнова кислота
ДХІБ	2,3-дихлорізобутират
ДЯК	N, N-диметилгідразин бурштинової кислоти
ІОК	індолілоцтова кислота
ССС	хлорхолінхлорид
PP ₃₃₃	паклобутразол
SAM	s-аденозилметионін

ВСТУП

Актуальність проблеми. Сучасний стан розвитку фітофізіології дозволяє проаналізувати процеси накопичення і перерозподілу фотоасимілятів між органами рослини з позицій концепції донорно-акцепторних відносин («source-sink»-система). Донорна і акцепторна сфери рослини пов'язані системою прямих і зворотних зв'язків (гормональних, трофічних), що забезпечує взаємну корекцію процесів росту і фотосинтезу. У якості донора розглядають процеси фотосинтезу, а в якості акцептора – процеси росту, накопичення резервних речовин і зони активного метаболізму при автотрофному живленні [42, 165, 259]; або взаємодію між органами запасу та процесами росту на гетеротрофному етапі розвитку проростка [205, 226]. Відомо також, що запасні речовини різних типів відіграють роль буфера між фотосинтезом як «джерелом» асимілятів і ростом структурної речовини вегетативних, запасуючих і репродуктивних органів як «стоком» асимілятів. Що і визначає до певної міри незалежність ростових процесів від фотосинтезу [42]. При цьому питання проміжного депонування асимілятів та елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослини як додаткового резерву, що використовується на процеси карпогенезу (формування плодів і насіння) вивчено недостатньо. Застосування фітогормонів та синтетичних регуляторів росту дає можливість штучно змінювати активність і співвідношення ростових та фотосинтетичних процесів, морфогенез, навантаження рослин плодами [166, 195, 200]. Використання препаратів із протилежним механізмом дії дозволяє штучно змодельювати різний ступінь напруження донорно-акцепторних відносин та з'ясувати, які морфологічні і фізіологічні зміни спричиняють перерозподіл потоків асимілятів між органами рослини [249, 254, 255].

Відомо, що гібереліни істотно посилюють процеси вегетативного росту [228]. З-поміж екзогенних фіторегуляторів широко використовують також групу синтетичних інгібіторів ростових процесів – ретардантів. Механізм фізіологічної дії представників цієї групи полягає в тому, що вони є антигіберелінами – блокують синтез або фізіологічну дію вже синтезованого

гібереліна в рослині [228, 232]. Численими дослідженнями підтверджено, що застосування ретардантів зумовлює штучні зміни морфогенезу [121, 160, 256], регулює активність ростової функції [166, 174, 195], фотосинтетичну продуктивність як одиниці площі листка, так і рослини та ценозу загалом [202, 207], впливає на процеси карпогенезу, навантаження рослин плодами та насінням [195, 200, 262]. Застосування ретардантів часто призводить до істотного зростання продуктивності сільськогосподарських культур [230, 206, 207]. У сучасному сільському господарстві, садівництві і виноградарстві широко використовують гібереліни та інгібітори їх біосинтезу, а глобальний ринок цих препаратів знаходиться в діапазоні 500 мільйонів доларів США [228]. При цьому дія ретардантів різних типів на ягідні культури вивчена недостатньо. Зокрема, відсутні дослідження, щодо впливу гіберелінів та різних типів ретардантів на морфогенез, особливості формування фотосинтетичного апарату, накопичення, перерозподіл асимілятів та елементів мінерального живлення між органами рослин агрусу у зв'язку з продуктивністю культури.

Для забезпечення населення України плодівничою продукцією важливим є вирощування ягідних культур з раннім досяганням плодів, високою врожайністю, скороплідністю, великим коефіцієнтом розмноження, технологічністю і можливістю механізації збору врожаю. Ягоди містять багато біологічно активних речовин, є дієтичним харчовим продуктом, а також цінною сировиною для переробної промисловості [46].

Згідно зчинними, мінімальна річна норма споживання плодів та ягід на одну людину має складати 68 кг, тоді як за останні роки фактично цей показник становив всього 48-53,3 кг [94]. Отже, рівень споживання українцями продуктів плодівництва та ягідництва на 21,6% менший за мінімальні норми [46].

Збір врожаю є одним з найскладніших за організацією і виконанням комплексних робіт у виробництві плодів. Процес збирання плодів здійснюється вручну, оскільки зберігається висока вразливість до механічних пошкоджень. Зауважено, що в Україні дуже мало промислових насаджень агрусу, за винятком південних районів [245].

Серед переваг агрусу – висока самоплідність, «дружність» досягання та висока транспортабельність плодів. Ягоди агрусу дуже різноманітні за розміром, формою та забарвленням, відрізняються за своїми смаковими якостями та ароматом. У північній зоні України рослина має особливе значення, оскільки там обмежені умови для вирощування теплолюбних плодкових культур, звідси його образна назва – «північний виноград». Очевидно тому агрус здавна називають північним виноградом [69, 70].

Сучасний асортимент агрусу представлений в основному сортами європейського та європейсько-американського походження, різних термінів досягання з переважанням раннього та середнього, здебільшого стійкими до борошнистої роси й універсального призначення.

Плоди агрусу використовуються як при недокрів'ї, шлунково-кишкових захворюваннях, у профілактиці та лікуванні гіпертонії, склерозу судин, тромбозів, інфарктів [16, 89].

Ягоди агрусу містять фруктози – 2,0 – 3,8 %, сахарози – 0,1 – 0,6 %, глюкози – 1,2 – 3,6 % сирої маси, вітаміни коливаються в межах від 20 до 50 мг на 100 г сирої маси, зокрема А – 0,1, В₁ – 0,04, В₂ – 0,02 та РР – 0,06 мг на 100 г сирої маси [23, 72, 99]. В 100 г свіжих ягід агрусу містить 250 мг калію, 75 мг фосфору, 30 мг кальцію, 0,5 мг заліза [130]. У плодах агрусу найбільший вміст пектинових речовин у зелених ягодах влітку: в кінці червня – на початку липня він становить 1,4 – 1,9 % [50, 142].

Окремі дослідження присвячено проблемі застосування фізіологічно активних речовин на культурі агрусу [43], проте практично відсутні роботи щодо застосування ретардантів різних типів на цій культурі. Залишаються маловивченими фізіологічні, біохімічні зміни в рослинах після обробки ретардантами, що обмежує практичне застосування цих препаратів. Звідси випливає необхідність поглиблених досліджень щодо застосування регуляторів росту на культурі агрусу.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ
ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБЕРЕЛІНІВ ТА
АНТЕГІБЕРЕЛІНОВИХ ПРЕПАРАТІВ У РОСЛИННИЦТВІ

**1.1. Загальна характеристика гіберелінів та особливості їх дії на
рослину**

Серед фітогормонів рослин одним із найважливіших класів гормонів є гібереліни. Вони належать до класу дитерпенів і складаються з ізопренових залишків, які утворюють чотири кільця. Гібереліни були відкриті як метаболіти аскоміцетів *Gibberella fujikuroi* (конідіальна стадія *Fusarium moniliforme*), що вражали рисові плантації [210, 242]. У 20-х роках японські дослідники встановили, що цей гриб викликає хворобу «баканае», у проростків рису, яка спричиняє характерне слабо-зелене забарвлення рослин та інтенсивне подовження стебел й листя. Уражені проростки стають надзвичайно високими, тонкими, однак через недорозвиненість механічних тканин стебла вилягають, звідки й походить назва хвороби: «баканае» – це «скажені пагони».

У 1912 р. японський ботанік К. Савада висловив припущення, що захворювання викликає речовина, яка виділяється грибом. У 1926 р. Е. Куросава експериментально довів, що у результаті обробки проростків рису стерилізованим субстратом культурального середовища, на якому вирощувався гриб, у здорових рослин з'являлися типові симптоми хвороби. 1939 році науковці Токійського університету на чолі з Ябутою виділили із культурального середовища, на якому вирощували гриб, кристалічну субстанцію і назвали її гібереліном. У субстанції, яка була представлена сумішшю речовин, 1954 р. Б. Кросс отримав чисту речовину – гіберелову кислоту (GK_3), а 1959 р. цей же дослідник встановив її будову [30].

Пізніше гібереліни були виявлені й у вищих рослинах. Перший гіберелін вищої рослини був виділений із недозрілого насіння квасолі, і як довів Мак-

Міллан (MacMilan) в 1960 р., він виявився ідентичним гібереліну GA₁, виділеному раніше з *G. Fujikuroi* [30].

Всі гібереліни – тетрациклічні карбонові кислоти, тому їх і називають гібереловими кислотами (GA). Їм було присвоєно номенклатурні номери: GA₁, GA₂.....GA_n. За допомогою методу газово-рідинної хроматографії гібереліни (GA₄ - і (GA₇ були ідентифіковані в насінні яблуні, GA₁ – у проростках огірка, (GA₁, GA₅, GA₈, GA₉, GA₁₃ – у цибулинах тюльпану, GA₃, GA₄, GA₇, GA₈, GA₉ – в проростках томатів, GA₁, GA₅, GA₆, GA₈, GA₂₀ – у проростках квасолі [217, 253]. Встановлено, що фізіологічна активність різних гіберелінів суттєво різниться. Найбільш поширеними і біологічно активними фітогормонами цієї групи є гіберелові кислоти GA₃, GA₇, GA₁ і GA₄. GA₇ – єдиний із відомих гіберелінів, який перевищує за активністю загальноприйнятій GA₃ (у деяких випадках – сотні разів) [87].

У рослинах біологічно активні гіберелові кислоти (складаються з 19 атомів вуглецю – C₁₉) синтезуються на кінцевих етапах синтезу гіберелінів із біологічно неактивних GK (C₂₀). Ферментом, який каталізує стадію перетворення неактивних GK в активні, є гіберелін-3β-гідроксилаза [198].

Для різних видів рослин характерний якісний і кількісний склад гіберелінів, який змінюється на певних стадіях росту й розвитку. Для кожного виду є домінуючі (активні, або «робочі») гібереліни, які залучені до фізіологічних процесів, та гібереліни, які є проміжними ланками синтезу цих фітогормонів [54, 169].

Гібереліни впливають на різні процеси, що відбуваються у рослині, а саме: ріст, розвиток, проростання, ріст паростків, розмір та форму листя, ріст стебла та коренів, індукцію появи квітів та їхній розвиток, запилення, розміри фруктів, адаптацію до умов середовища [170, 178, 181], збільшення швидкості фотосинтезу і вмісту хлорофілу в клітинах [197, 258]. Гібереліни регулюють процеси проростання насіння, координують розтяг клітин та їхній поділ, індукують цвітіння квіткових рослин, детермінують стать тощо [180, 218, 229].

На сьогодні у рослинах, бактеріях і грибах ідентифіковано 136 різних форм гіберелінів, 25 із них виявлено у різних видів грибів [187, 252]. У бактерій були ідентифіковані 4 GA: GA₁, GA₃, GA₄ і GA₂₀ [183], інші ж гібереліни не виявляють високої активності та є попередниками біосинтезу інших форм [169]. Серед них GK₁ і GK₄ є найбільш активними [219].

Вивчення гіберелінів відбувається у таких напрямках: біосинтезу та різноманіття; біологічні функції та вплив на фізіологічні процеси; здійснення пошуку нових форм гіберелінів [14, 209]. Досліджено гібереліни водоростей [239], бактерій та грибів [209], папоротей [199] та лишайників, мохів [231]. Найбільш детально проаналізовано вплив гіберелінів на процеси росту насінневих рослин.

Гібереліни запобігають генетичній карликовості рослин, а саме при обробці карликових форм кукурудзи, гороху, салату *Lactuca sativa* та інших культур шляхом обприскування рослин розчином гібереліну вдається довести їх до нормальних розмірів [240]. У карликових форм гороху це легко вдається при замочуванні насіння до посіву на кілька годин у слабкому розчині гібереліну. Крім прискорення зростання стебел у висоту, гібереліни збільшують розміри та змінюють форму листя, викликають утворення і зростання великих безнасінних плодів, прискорюють цвітіння і плодоношення рослин [87, 145].

Дефіцит гібереліну у рослинах виявляється у скороченні числа і довжини бічних коренів [173]. Вони можуть індукувати ріст і розвиток пагонів, а також пригнічувати ріст коренів завдяки дії сигнальної системи - DELLA-білків [211, 215, 248]. DELLA-білки є репресором відгуку рослин на гібереліни. Встановлено, що відповідь рослин на гібереліни залежить від деградації DELLA-білків, які конститутивно пов'язані з промоторами гібереліно-регульованих генів. Так, мутанти рослин із втратою функцій генів, що кодують DELLA-білки, мають підвищену чутливість до гіберелінів, і навпаки, мутанти з посиленням їх функцій і трансгенні рослини з надекспресією генів DELLA-білків є карликовими [247].

Незважаючи на те, що відомо безліч даних про шляхи біосинтезу гіберелінів у рослин і грибів, про синтез гіберелінів у бактерій відомо небагато. У дослідженнях шляхів біосинтезу гіберелінів у *Azospirillum lipoferum* і *Azospirillum brasilense* доведено, що перші стадії регулюються за допомогою цитохром Р₄₅₀-залежних монооксигеназ [167], а пізні стадії гідроксилювання – 2-оксоглутарат-залежними діоксигеназами (2ODD), як і у вищих рослин [167]. Крім того, на *Azospirillum sp.* продемонстровано, що бактерії можуть утворювати гібереліни *in vitro* [224], а також в асоціації з вищими рослинами [167]. Інокуляція карликового рису, нездатного синтезувати гібереліни, діазотрофними бактеріями роду *Azospirillum* істотно стимулювала зростання рослин. Даний ефект пояснюють зі здатністю бактерій метаболізувати екзогенно додану GA₂₀ в біологічно активну форму GA₁ [83].

Вплив гіберелінів на ріст і продукційний процес ягідних культур залишається недостатньо вивченим. Найбільш широкі перспективи застосування гіберелінів у виноградарстві, де при обприскуванні суцвіть розчином гібереліну урожайність безнасінних сортів винограду підвищується майже вдвічі [28, 29, 77]. Застосування гібереліну в технології вирощування столових сортів винограду дозволяє підвищити якість врожаю (збільшити масу грона, масу ягід у гроні) і продуктивність кущів.

Гіберелін позитивно впливає на процеси плодоутворення у насінневого сорту винограду, збільшуючи урожай Мускату бурштинового від 50 % до 118,5 % залежно від способу обробки [78]. Гіберелін підвищує цукристість соку на 1,6 %, а кислотність – на 0,06 %, що загалом покращує органолептичні якості свіжого винограду, сприяє більш рівномірному розвитку і одночасному дозріванню всіх ягід на гроні. Під впливом гібереліну грона стають більш щільними, відсоток великих ягід збільшується [78].

Вплив гіберелінів на ріст і продукційний процес інших ягідних і плодових культур залишається недостатньо вивченим. Обробка гібереліном черешні в період цвітіння стимулює процес запліднення квітів. Максимальний позитивний ефект відзначено за несприятливого температурного режиму в

період цвітіння. За сприятливих погодних умов у цей період його дія на запліднення нівелюється. Встановлено позитивний вплив на ступінь зав'язування плодів черешні за дворазової обробки рослин гібереліном по цвітінню і формуванню зав'язі. Спостерігалось формування повноцінної зав'язі, збільшення розміру плодів черешні, прискорення термінів дозрівання і поліпшення біохімічних показників якості [109].

GA₃ застосовують у квітникарстві для збільшення кількості квіткових бутонів, квітів або суцвіть. При застосуванні GA₃ на рослинах *Tulipage sneriana* L. спричиняє раннє проростання цибулини, поліпшення росту, цвітіння [201], що було зафіксовано для чорного ірису [159], гвоздики [191], глідіолусу [163], духмяного горошку, туберози [161, 234] та тюльпану. Гібереліни широко застосовується для вдосконалення виробництва фруктів та овочів.

1.2. Загальна характеристика ретардантів

Найголовнішим завданням рослинництва є інтенсифікація виробництва сільськогосподарської продукції з одночасним скороченням енергетичних витрат. При їх вирішенні виникають труднощі, які пов'язані з пошуком шляхів підвищення якості продукції, дотриманням гігієнічних нормативів, екологічними наслідками застосування препаратів, що потребує розробки нових технологій вирощування сільськогосподарських культур [13, 76].

Новими елементами аграрних технологій є застосування регуляторів росту рослин синтетичного та природного походження як засобів оптимізації та підвищення продуктивності [5, 10]. У сільському господарстві все більшого значення набувають синтетичні регулятори росту рослин [58], їх застосовують для репресії ростових процесів, підвищення стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища, покращення якості продукції та ін. [112, 141, 192]. Застосування регуляторів росту дозволяє регулювати найважливіші фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинних організмах, впливати на зростання урожайності та поліпшення якості продукції.

З-поміж регуляторів росту, крім аналогів фітогормонів широко застосовують модифікатори їх дії, серед яких найбільш важливою групою є ретарданти [61]. Це – антигіберелінові препарати, які або інгібують синтез гіберелінів, або блокують утворення гормон-рецепторного комплексу, унеможливаючи рістстимулюючу дію фітогормону [58, 61]. Відомо, що застосування ретардантів уповільнює лінійний ріст, при цьому часто підвищується урожайності сільськогосподарських культур [212, 213, 222]. Разом з тим, їх дія не обмежується гальмуванням лінійного росту, сучасні препарати використовують для запобігання вилягання злакових [82, 114, 157], посилення росту кореневої системи, регулювання процесів плодоношення і дозрівання рослин [141], підвищення продуктивності рослин [45, 98] та їх стійкості до несприятливих умов середовища [148, 192, 260].

Останнім часом встановлено, що рістгальмуюча дія ретардантів супроводжується накопиченням надлишку асимілятів та їх перерозподілом між органами рослини у зв'язку зі зміною донорно-акцепторних відносин [58]. Ретарданти також змінюють гормональний статус рослинного організму [20, 58, 153], вуглеводний та азотний обміни [57, 135, 146], підвищують морозостійкість [60], зимостійкість [73], посухостійкість, стійкість рослин до фітопатогенів [115].

За сучасними уявленнями ретардантні властивості виявляють п'ять груп сполук [5, 58, 61]:

- четвертинні амонієві сполуки: хлормекватхлорид (хлорхолінхлорид, ССС),— морфол, фосфон Д, пікс, АМО-1618, бромхолінхлорид (ВСС), мепікватхлорид, мефлюїдид, 3- DEC, 17- DMC;
- гідразидпохідні препарати: гідразид малеїнової кислоти (ГМК, МГ-натрій), — N, N-диметилгідразид бурштинової кислоти (ДЯК, В-9, алар-85, кілар-85);
- етиленпродуценти (2-ХЕФК, етефон, етрел, гідрел, дигідрел, декстрел, кампозан М, церон);

- триазолпохідні препарати: паклобутразол, уніконазол, тебуконазол, пиридазин (BAS –111);
- ізобутирати: ФВ-450, МЕНДОК, ДХІБ, тебапас.

Найбільш часто у практиці сільськогосподарства широко використовуються четвертинні солі амонію, триазолпохідні та етиленпродуценти.

Уперше у якості ретарданту 1950 року випробуваний препарат АМО-1618, який належить до четвертинних амонієвих солей, має потужні ретардантні властивості, проте надзвичайно вузький видовий спектр дії. Вперше дії препарату під його впливом показало, що рослини набувають розеткового габітусу внаслідок інгібування поділу клітин в апікальній зоні стебла [222]. Екзогенний гіберелін блокував рістгальмуючу дію препарату. Пізніше виявилось, що ретарданти є речовинами антигіберелінової дії [84, 85]: четвертинні амонієві сполуки інгібують активність ент-каурен-синтази при утворенні копаліпірофосфату з геранілгераніолдифосфату [21], що унеможлиблює синтез гіберелінів [30].

Найбільшого поширення серед препаратів цієї групи отримав хлормекватхлорид (β -хлоретилтриметиламонійний хлорид) – біла кристалічна речовина, молекулярна маса – 158,1 Д, температура розкладання – 300 °С, розчинність у воді – 74 % за 20 °С. Добре розчиняється в ацетоні, спиртах і погано у вуглеводнях. Ретардантні властивості відкриті у кінці 50-х років американським біохіміком Н. Толбертом у процесі вивчення метаболізму фосфатів у рослинах із використанням похідних холоніну [119, 240, 241]. Хлормекватхлорид – малотоксична речовина, що не виявляє канцерогенних та бластомогенних властивостей, не розкладається в організмі та протягом 48 годин виводиться з нього. У різних країнах випускають різні препарати хлормекватхлориду – ССС-720, ССС-460, WR-62 берцема ССС, тур, сайкоцел-750 А, АМВ хлормекват 40, аротекс, ретацел, антивилегач та ін. [35, 76].

Дія цього ретарданту одночасно з уповільненням росту посилює галуження стебла, сприяє формуванню потужнішого листкового апарату,

закладанню більшої кількості квітів і плодів, що призводить до зростання урожайності багатьох сільськогосподарських культур [120, 166, 225]. Встановлено, що хлормекватхлорид спочатку перешкоджає залученню гіберелінів до метаболізму, після чого перериває його утворення у рослині [58]. Хлорхолінхлорид має здатність впливати на активність цитокінінів. Завдяки підвищенню активності поділів клітин субапикальної меристеми, що призводить до потовщення стебла, пов'язують зі зростанням активності цитокінінів [85].

З-поміж синтетичних регуляторів росту на овочевих [63, 98, 134, 146], технічних [62, 100, 124], плодкових [4, 96] та інших культурах виділяють етиленпродуценти.

Етиленпродуценти блокують утворення гормонрецепторного комплексу в клітинах [30]. При розкладанні етиленпродуцентів виділяється вільний етилен, що прискорює старіння тканин листка та опадання листя, надає характерного для зрілих плодів забарвлення. Препарат застосовують для регуляції процесів утворення деяких вторинних продуктів обміну речовин. Етилен бере участь в розтягуванні клітин, які передують їхній диференціації [128]. Відомо, що утворення та біосинтез етилену контролюють біологічно активні речовини гормональної природи: цитокініни, гібереліни, ауксини та АБК. Біосинтез етилену відбувається за такою схемою: метіонін \rightarrow S-аденозилметионін (SAM) \rightarrow 1-аміно-циклопропан-1- карбонова кислота (АЦК) \rightarrow етилен. Утворення етилену з 1-аміноциклопропанової кислоти можливе за наявності кисню та етиленпродуцентного ферменту, відповідної температури, освітленням, вологості [25].

Реакція рослин на обробку етиленпродуцентами різноманітна. За їх допомогою можна підвищувати схожість та проростання, стимулювати ріст коренів, сповільнювати ріст стебла і одночасно посилювати утворення та ріст бокових пагонів, стимулювати цвітіння, викликати опадання листків, квітів, прискорювати дозрівання та плодоношення [148].

Застосування синтетичного етилену є досить трудомістким, тому на практиці використовують лише ті речовини, які містять етилен і здатні його виділяти в рослині. Однією з таких сполук є 2-хлоретилфосфонова кислота (2-ХЕФК) і препарати, створені на її основі (кампазан М, дигідрел, етрел, етефон, декстрел).

Особливою групою стимуляторів росту рослин є триазолпохідні сполуки. Для таких препаратів характерні властивості як регуляторів росту, так і фунгіцидів [179]. Ці сполуки сповільнюють ріст осьових органів, процес характеризується перериванням синтезу гіберелінів на трьох точках [115, 237]. При застосуванні цих препаратів відбувається гальмування лінійного росту стебла у злакових [138], олійних [125, 143] та овочевих культур [129, 133, 203] підвищується продуктивність рослин [112, 151]. Найбільш вивченим представником триазолових сполук є паклобутразол, відомий під комерційними назвами культар і ориза та технічною назвою РР₃₃₃. При обробці паклобутразолом кукурудзи спостерігали зменшення стебла в довжину, збільшення його діаметра та покращення стійкості [193, 194]. Обробка рослин ячменю паклобутразолом значно інгібувала ріст стебла, збільшуючи кількість бічних продуктивних пагонів та урожай зерна порівняно з іншими препаратами [114]. Широко використовують паклобутразол для затримки росту вегетативних органів плодкових культур [60]. При внесенні в ґрунт паклобутразол сповільнює ріст сої, жита, проса, соняшника, зменшує ступінь вилягання рослин, сприяє укріпленню механічних тканин [221]. При обробці малини паклобутразолом відбувалося гальмування росту стебла, зменшувалась площа листків, що призводило до компактного формування крони [82].

Ретардантна дія триазолпохідних на ріст осьових органів пов'язана з гормонами, які контролюють ріст стебла, і обумовлена не лише пригніченням синтезу ГК, а й збільшенням ендогенної АБК [116]. Останнім часом у рослинництві широко застосовують триазолпохідний препарат – фолікур (тебуконазол) [101]. Проте, фізіологія впливу триазолпохідних препаратів залишається мало вивченою.

Ізобутирати, зокрема 2,3-дихлорізобутират натрію (ДХІБ), діючими речовинами якого є 2,3-дихлорізомаляна кислота та її натрієва сіль, використовують для підвищення стійкості рослин щодо вилягання [148]. Препарати на основі ДХІБ здатні викликати зміни гормонального статусу рослин. Він сповільнює не лише утворення, але і транспорт ГК. Дослідження доводять, що сповільнення росту стебла жита та пшениці, спричинене застосуванням ДХІБ, можна повністю або частково зняти за допомогою гіберелінів [156].

Отже, літературні дані свідчать, що різні групи ретардантів відрізняються за механізмом дії, але усі вони здатні сповільнювати ріст рослин, впливаючи на субапикальні меристеми. Водночас, їхня фізіологічна дія є поліфункціональною, що визначає необхідність подальших досліджень впливу цих препаратів на морфогенез рослин.

1.3. Сучасний стан застосування препаратів у рослинництві

Застосування ретардантів є дієвим способом інтенсифікації сучасної технології виробництва сільськогосподарської продукції. Їх використовують для боротьби з виляганням зернових культур, затримки росту молодих пагонів плодкових дерев та ягідних культур для регуляції плодоношення, запобігання проростання бульб картоплі та інших фізіологічних процесів [60, 75, 103].

Для забезпечення стійкості до вилягання зернових тривалий час використовували хлорхолінхлорид. Під впливом ССС у пшениці не спостерігалось порушень у формуванні зерна, не змінювалися посівні якості та період спокою [38]. Але реакція на дію ретарданту залежала від сортових особливостей: підвищеною реакцією на препарат характеризувалися високорослі сорти, схильні до вилягання. Установлено, що хлорхолінхлорид збільшував притік ^{14}C – асимілятів із листка в меживузля стебел озимої пшениці та сприяв відтоку асимілятів у ростучий колос й кореневу систему за рахунок значного скорочення довжини стебла, збільшення синтезу основних компонентів клітинної стінки: целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин,

лігніну [7, 114, 157]. Зміна донорно-акцепторних відносин у рослинах під впливом ССС сприяла кращому наливу зерна, розвитку бокових пагонів і забезпечувала реалізацію потенційної продуктивності зернових культур [114]. Рістгальмуюча дія препаратів викликала зміни у фотосинтетичному апараті, як наслідок – збільшення продуктивності.

Встановлено, що триазолпохідні препарати уповільнюють ріст стебел різних видів рослин при застосуванні їх у значно менших концентраціях, ніж інших рістгальмуючих препаратів [114, 214]. Вегетаційні дослідження доводять, що паклобутразол стабільно гальмує ріст пшениці, ярого ячменю та інших злакових незалежно від погодних умов [137, 185, 264]. Аналогічні результати зафіксовано на плодкових культурах: яблуні [168, 251], груші [259], манго [236]. Такий вплив забезпечує оптимальне формування крони і значно збільшує врожайність, покращує якість плодів, має надзвичайно низьке хімічне навантаження на гектар (25 г/га).

При обробці паклобутразолом листків саджанців апельсина значно зростала кількість квітів, зменшувалося опадання плодів, фіксувався перерозподіл пластичних речовин у рослині [214]. Препарат зменшував довжину міжвузлів, вегетативних пагонів та збільшував кількість генеративних пагонів. У порівнянні з контролем в оброблених паклобутразолом рослин збільшувався розмір, зменшувалася кількість дрібних плодів, покращувався колір за рахунок рівномірнішого проникнення сонячного світла в крону дерев [257]. Обробка саджанців яблуні паклобутразолом призводила до зменшення висоти рослин за рахунок зменшення довжини міжвузлів. Встановлено, що інгібуюча дія ретарданту пов'язана з перерозподілом асимілятів у саджанцях [168, 189, 236].

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, збільшується діаметр кінчиків коріння за рахунок паренхімних клітин кортикального шару, викликаючи радіальне подовження внутрішнього шару клітин кори [152, 177, 233, 250]. При обприскуванні листя

рослин малини та внесенні в ґрунт паклобутразолу гальмується ріст стебла, зменшується площа листків, що зумовлює компактне формування крони, водночас, це не впливає на плодоношення та закладку нових квіток [60].

Дедалі активніше у сільському господарстві використовують етиленпродуценти. Їхня дія на ячмінь, пшеницю, жито виявляється у затримці росту міжвузлів і частковому пригніченні головних пагонів, що стимулює розвиток бічних стебел і формування у них продуктивного колосу [112]. Препарати підвищують вміст хлорофілу в листках картоплі, пшениці, ячменю, що пов'язано зі збільшенням синтезу пігменту та сповільненням його руйнування [86, 148].

Продуктивність рослин пов'язана із процесом формування листкової поверхні. Ретарданти різної дії зменшують листкову поверхню у рослин малини. При цьому зменшення маси і площі листків пов'язане зі зменшенням частоти поділів клітин, а не їх розмірів [60]. Установлено, що обробка яблуні хлорхолінхлоридом і кампозаном М в одних випадках мала наслідком зменшення загальної площі листка, а в інших – збільшення листкової поверхні [255].

При вивченні впливу декстрелу, паклобутразолу та ССС на будову листка картоплі [138], цукрового буряка [153], озимого ріпаку [127] зафіксовано зменшення сумарної площі листків на рослині, що супроводжувалося одночасним їх потовщенням за рахунок розростання хлоренхіми [137, 151]. Спостерігалось збільшення об'єму клітин стовпчастої паренхіми майже у 1,5 рази. Дослідники встановили, що в основі уповільнення росту листка лежить інгібування активності маргінальних меристем, а не фази розтягнення клітин хлоренхіми [60, 138]. Вивчення впливу ретардантів на динаміку формування листкової поверхні рослин цукрового буряка свідчить про те, що застосовані препарати зменшували площу листкової поверхні протягом всього періоду вегетації [153]. При цьому паклобутразол мав більш високу рістгальмуючу активність, ніж декстрел. Результати дослідів на рослинах цукрового буряка свідчать про те, що застосування ретардантів у період утворення 14-16 листків

зменшувало маси сирої та сухої речовин листків порівняно з контролем. Зауважено, що найбільш ефективним було застосування 0,025 %-го паклобутразолу: у цих варіантах дослідів спостерігали збільшення маси коренеплодів та підвищення цукристості. Застосування декстрелу не було ефективним [153].

Використання триазолпохідних препаратів на інших культурах мало зворотний ефект на формування листкового апарату. У варіанті із застосуванням тебуконазолу змінювалися морфологічні та мезоструктурні характеристики листкового апарату: відбувалося суттєве потовщення листка за рахунок збільшення об'єму і лінійних розмірів клітин стовпчастої та губчастої асиміляційних тканин, підвищення вмісту хлорофілів, хлорофільного та листкового індексу рослин, що підвищує продуктивність культури томатів [207] і перцю солодкого [66].

Рістгальмуючий ефект етиленпродуцентів супроводжується стимуляцією цвітіння та розвитку плодів, не впливаючи на їх якість [38]. Так, гідрел, декстрел, етрел, кампозан прискорювали дозрівання малини. Період швидкого розм'якшення ягід при їх дозріванні був пов'язаний із деполімеризацією високомолекулярних фракцій пектинів і низькомолекулярних фракцій целюлози первинних клітинних оболонок [60]. Однак обробка тютюну етрелом уповільнювала цвітіння рослин [235].

Управління статтю рослин є одним з ефективних шляхів підвищення продуктивності культур, у яких величина врожаю обмежена кількістю жіночих квіток. При використанні хлорхолінхлориду, гідрелу, дигідрелу формувалося значно менше тичинкових квіток у рослин огірка. Посилення фемінізації квіток покращувало продуктивність культури до 40 % у порівнянні з контролем [12]. У кабачків збільшення кількості жіночих квіток досягається обробкою рослин етрелом [38].

Для сільськогосподарського виробництва важливим завданням є регуляція періоду спокою рослин за допомогою ретардантів, що мінімізує втрати

резервних сполук коренеплодів, бульб та підвищує їх стійкість до ураження мікрофлорою [38, 60].

Науково обґрунтовано, вплив ретардантів на підвищення стійкості рослин до несприятливих умов середовища, зокрема екстремальних температур. Так, під дією препарату BAS 111 W відбувалося покращення посухо- та зимостійкості рослин ріпаку за рахунок кращого розвитку кореневої системи та накопичення вуглеводів [195]. Під впливом ССС та алару у вегетаційних дослідах при обробці на стадії утворення кошика покращувались посухостійкість і урожайність рослин соняшнику [260]. Використання ССС та етрелу підвищує стійкість зернових до низьких температур, що пов'язано з більш глибоким розташуванням у ґрунті вузла кушіння рослин [73, 148].

Одним із ключових підходів у вирішенні питання оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських рослин є регуляція донорно-акцепторних відносин. Розробка механізмів формування і функціонування донорно-акцепторної («source-sink») системи рослин як найбільш високого рівня в ієрархії процесів, що забезпечують цілісність рослинного організму, уможливорює спрямований перерозподіл потоків асимілятів між органами рослини в онтогенезі, а отже, оптимізацію продукційного процесу сільськогосподарських культур [42, 259]. Ця концепція застосовується як для аналізу перерозподілу резервних речовин між органами рослин у період проростання насіння, бульб, кореневищ (гетеротрофна фаза росту) [66, 105, 226], так і при аналізі зв'язків між процесами росту і фотосинтезу в автотрофну фазу розвитку на різних етапах вегетації [165, 208, 260]. При цьому процеси фотосинтезу виступають в якості основного донора, а процеси росту – в якості акцептора асимілятів. Регуляція цих відносин може здійснюватися за участі різних регуляторних механізмів [147, 202, 225]. Донорна і акцепторна сфери рослини пов'язані системою прямих і зворотних зв'язків (гормональних, трофічних), що забезпечує взаємну корекцію процесів росту і фотосинтезу [41]. Застосування синтетичних регуляторів росту дозволяє штучно змінювати морфогенез, активність ростових та фотосинтетичних процесів, регулювати

навантаження рослин плодами та насінням [166, 200, 203]. Застосування таких препаратів дає можливість штучно змодельовати різний ступінь напруження донорно-акцепторних відносин у рослині і з'ясувати, які морфологічні, анатомічні та фізіологічні зміни спричиняють перерозподіл потоків асимілятів між органами рослини [249, 254, 258]. Такого ефекту можна досягти механічними методами, зокрема обрізанням пагонів, видаленням жируючих пагонів тощо. Проте вони потребують істотних фізичних витрат, тому є економічно недоцільними. Отримані результати досліджень підтвердили високу ефективність застосування ретардантів для регуляції продукційного процесу сільськогосподарських культур [22, 35, 162].

При виборі типу ретарданта для вирішення практичних завдань ягідництва необхідно враховувати специфічні властивості цих культур, продукція яких швидко дозріває, а сам період дозрівання ягід починається одразу після обробки рослин препаратами [60]. Серед кущових ягідних культур проблема регуляції вегетативного росту пагонів найбільш актуальною є для рослин малини. При вирощуванні малини з безперервним циклом плодоношення одночасно з квітуванням і формуванням врожаю на плодоносних пагонах відбувається інтенсивний ріст парості і пагонів заміщення, які наступного року будуть плодоносити. Загущення малини пагонами зменшує продуктивність насаджень, суттєво ускладнює роботу обпилувачів-бджіл, що може знизити врожайність, погіршує світловий режим плодоносного пагона [60]. Тому доцільним є використання ретардантів.

При обробці розчином хлорхолінхлориду рослин малини для регуляції росту і плодоношення спостерігалось пригнічення росту однорічних пагонів, за рахунок чого поліпшувався світловий режим плодоносних пагонів, досягалось відкрите розташування квітів і ягід. Встановлено, що під впливом хлорхолінхлориду у рослин малини в другій половині вегетації посилювався відтік вільних амінокислот із вегетативних органів у наростаючі ягоди, а у рослин чорноплідної горобини збільшувався вміст вільних амінокислот у вегетативних органах при одночасному зменшенні їх вмісту у плодах.

Результати досліджень свідчать про те, що під впливом різних за механізмом антигіберелінової дії ретардантів – декстрелу і паклобутразолу – однаково змінювалися параметри росту і морфогенезу рослин малини. Використання декстрелу та паклобутразолу спричиняло зниження площі листкової поверхні, маси листків і стебла при одночасному потовщенні і більш вищих значеннях відносної маси листків [60].

Застосування ретардантів на суниці викликають значні зміни в рості, розвитку та продуктивності: при обробці хлорхолінхлоридом збільшувалася врожайність насаджень, поліпшувалася якість розсади та пришвидшувалося дозрівання [38].

Використання регуляторів росту в технології виробництва столових сортів винограду має на меті збільшення розмірів та маси грон, а також самих ягід винограду, що впливає на підвищення врожайності насаджень. За допомогою препаратів можна поліпшити процес накопичення цукру в ягодах винограду, прискорити їх дозрівання, змінити структуру грона (зробити її більш щільною або пухкою) та форми ягід, отримати безнасінні ягоди [1, 36, 96].

Доцільність застосування етиленпродуцентів визначається тим, що фізіологічний ефект досягається за рахунок етилену – нативного метаболіту рослини, який прискорює дозрівання плодів, забезпечує одночасне досягання плодів [60]. Це дозволяє проводити їх механізоване збирання. Етиленпродуценти швидко розкладаються в рослинах і не накопичуються в плодах. З'ясовано, що 2-ХЕФК є безпечним для людини і тварин, зокрема не має канцерогенних властивостей. Встановлено, що етефон гальмує розвиток пухлин у тканинах легенів мишей [40, 90].

При обробці квасолі та винограду хлорхолінхлоридом відмічалася збільшення вмісту ауксинів, що призводить до появи бічних пагонів. Верхівкові меристеми при цьому є центрами синтезу ауксинів. З іншого боку, сповільнення росту основних пагонів супроводжувалося меншими витратами цієї групи фітогормонів [115].

Одним із ефективних регуляторів росту на агрусі є пікс, який належить до четвертинних амонієвих сполук. Було встановлено, що ефективність обробки маточних рослин залежить від спрямованості дії регуляторів росту, їх концентрації, видових і сортових особливостей, віку, погодних умов і способу утримання маточних рослин, часу обробки протягом доби тощо [2, 3, 4]. Велике значення мають терміни обробки у зв'язку з фазою розвитку вихідних рослин, їх фізіологічним станом. Обробка маточників агрусу регуляторами росту, особливо в посушливі роки, ефективно за умови тільки використання у фазу бутонізації росту пагонів, обробки в період активного росту пагонів менш ефективні [2].

Отже, застосування ретардантів оптимізує фізіологічні процеси в рослині, регулює донорно-акцепторні відносини, що дозволяє керувати продукційним процесом і врожайністю сільськогосподарських культур. Аналіз наукових джерел засвідчує, що ефективність різних груп ретардантів вивчена недостатньо, отримані результати часом суперечливі. Отже, це визначає необхідним є поглиблене вивчення дії цієї групи препаратів на ріст, розвиток та продуктивність сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експериментальну частину роботи проведено в лабораторії фізіології і біохімії рослин Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського та на насадженнях рослин агрусу сорту Машенька у спеціалізованому фермерському господарстві «Дагор» село Раково Томашпільського району Вінницької області.

2.1. Біологічна і господарська характеристики культури агрусу

Агрус належить до родини Агросові (*Grossulariaceae*), роду Агрус (*Grossularia Mill*). Рід об'єднує понад 30 диких видів, які зростають в середній та північній частинах Європи, Азії, а також у Північній та Південній Америці. Агрус звичайний трапляється в дикому стані на Кавказі та в Карпатах. Його батьківщиною вважають Середню та Південну Європу [27, 216].

Агрус являє собою багаторічний чагарник. Для появи більшої кількості пагонів рослини при сидінні заглиблюються в ґрунт до 30 см. Сидячі й додаткові бруньки стебел, які знаходяться в ґрунті проростають, у прикореневі пагони – пагони заміщення, що згодом стають гілками.

У межах куща пагони з різною силою росту розміщуються ярусами: в нижній частині (зона росту) зосереджені сильні пагони, в центрі (зона росту та плодоношення) знаходяться середньо розвинуті пагони й слаборозвинуті – у верхній частині, зона плодоношення.

Форма куща визначається видовими і сортовими особливостями рослин та обумовлена кутом відхилення пагонів від основної осі та положенням верхньої частини пагонів. Вона коливається від сильно розлогої до майже прямостоячої. Розлогість куща – це недолік сорту, що ускладнює догляд за рослинами і унеможлиблює механізований збір урожаю.

Коренева система агрусу має добре розвинуті мичкуваті частини без чітко виражених вертикальних коренів, вона залягає на глибині до 80 см, окремі корені проникають до 1,5–2 м.

Пагони поділяються на вегетативні, репродуктивні та змішані. Вегетативні пагони мають довжину 20–50 см і більше. До них належать прикореневі пагони, на яких формуються лише вегетативні бруньки. У більшості сортів агрусу пагони вкриті колючками – виростами кори, які бувають одиночними, подвійними або потрійними. Найбільш великі колючки розташовані в основі бруньки [132].

Бруньки змішаного типу, або генеративно-вегетативні. Мають листки почергові, три- або п'яти-розсічені, з глибоко- або дрібнозубчастим краєм листової пластинки, з тупою чи загостреною верхівкою. Розміри листків досить широко варіюють залежно від сорту, але найбільш типові знаходяться в середній частині однорічного вегетативного пагона, їх і використовують для характеристики сортів.

Квітки агрусу двостатеві. Пелюстки дрібні, білі, зеленуваті або червонуваті. Квітки зібрані в 1–3-квіткові редуковані китиці, зрідка трапляються 4-5-квіткові китиці. Будова китиці є сортовою особливістю, хоча може змінюватися в межах сорту. Квітки пристосовані до запилення комахами, а ряд сортів навіть має таку будову квітки, що ускладнює потрапляння власного пилку на приймочки маточок.

Плід агрусу – це багатосім'яна ягода, утворена двома плодолистками. У процесі розвитку плід потовщується, але залишається майже прозорим. Засохла нижня частина квітки агрусу залишається на кінці ягоди. Плоди різняться розміром, формою, забарвленням, опушенням, товщиною шкірочки, а також смаковими якостями [71]. Період плодоношення агрусу в залежності від сорту триває в середньому 60-75 днів. Строки повного досягання також залежать від особливостей сорту. Урожай ягід – до 3-7 кг з куща.

В умовах України продуктивний період насадження при належному догляді за ґрунтом та кущами становить 15-20 років.

Роботу виконано на виробничих насадженнях агрусу сорту Машенька.

Сорт Машенька. Агрис виведений білоруськими селекціонерами. Має вигляд компактного густого куща з товстими прямими пагонами. Висота куща становить 120-150 см. Стебла мають поодинокі колючки світло-коричневого кольору. Ягоди вагою від 6 до 8 г, округло овальні, при дозріванні змінюють колір від світло-зеленого до оранжево-червоного відтінку. Плоди мають кисло-солодкий смак. Кущі починають плодоносити на 3-4 рік після посадки. З одного куща щорічно збирають 2,5-5 кг. за правильного догляду кущі можуть плодоносити 16-20 років [131].

2.2. Кліматичні умови періоду проведення дослідження

Частка агрометеорологічних умов від сукупності всіх факторів, які впливають на ріст, розвиток та врожайність культурних рослин, складає 44–45 %, тому метеорологічні спостереження є обов'язковою частиною наукових досліджень [31, 52, 150].

Вінницька область знаходиться в помірному поясі. Для помірно-континентального клімату Вінниччини характерні тривале, нежарке літо з достатньою кількістю вологи та порівняно м'яка зима. У теплі періоди клімат регіону визначають західні та північно-західні атлантичні повітряні маси, насичені вологою. У холодну пору року на території відчутний вплив сибірського (азійського) антициклону з вітрами південних і південно-східних напрямків. Меншою мірою кліматичні умови області залежать від повітряних мас з Арктики та Середземномор'я [26, 97].

На території регіону чітко виокремлюються чотири пори року. Середня річна температура становить 7 °С. Тривалість періоду з середньодобовою температурою понад 10 °С складає 160–165 днів, сума опадів за вегетаційний період – у межах 380–860 мм. Влітку середня температура повітря становить 18–19 °С, а в окремі дні – досягає 36–39 °С. Перші приморозки спостерігаються в другій декаді жовтня, останні – в кінці квітня – на початку травня. Середня

тривалість зими становить 110 днів. Найхолодніший місяць року – січень. Тривалість безморозного періоду – 160–170 днів. Середня місячна температура взимку становить близько мінус 5 °С, а в окремі дні – знижується до мінус 36 – 38 °С. Взимку ґрунт промерзає на глибину до 55 см, середньомісячна температура на поверхні коливається близько -1,5... -7,7 °С. У літні місяці температура ґрунту підвищується до +21,5... +23,6 °С. У липні (найтеплішому місяці року) максимальна температура сягала +37 °С. Середньомісячна температура у зимові місяці становить -6... -4 °С, влітку – +18... +20 °С [19, 26]. Погодні умови у районі проведення досліджень представлено в таблиці 2.2.1. [244].

Таблиця 2.2.1.

**Температура повітря та кількість атмосферних опадів у районі
проведення досліджень за 2015-2017 рр.**

Рік	Показники	Місяць		
		квітень	травень	червень
Середні багаторічні опади, мм		38	49	86
Багаторічна середньодобова температура повітря, °С		12,4	14,6	16,8
2015	Середні місячні опади, мм	35,04	34,56	35,80
	Місячна середньодобова температура повітря, °С	8,4	15,2	19,3
	Місячна максимальна добова температура повітря, °С	13,9	20,8	25,2
	Місячна мінімальна добова температура повітря, °С	3,8	9,6	13
2016	Середні місячні опади, мм	30,48	54,12	53,6
	Місячна середньодобова температура повітря, °С	12,6	15,4	20,21
	Місячна максимальна добова температура повітря, °С	18	19,7	24,5
	Місячна мінімальна добова температура повітря, °С	6	9,4	14,4

продовження таблиці 2.2.1.

2017	Середні місячні опади, мм	40,64	27,43	16,78
	Місячна середньодобова температура повітря, °С	9,6	14,6	19,6
	Місячна максимальна добова температура повітря, °С	14,8	19,8	24,6
	Місячна мінімальна добова температура повітря, °С	4	8	13,2

Результати досліджень свідчать, що урожайність рослин агрусу залежить від сприятливих метеорологічних умов, насамперед від забезпечення вологою, теплом, поживними речовинами, особливо у період розвитку, а саме під час формування плодів [68].

Агрометеорологічні показники в роки проведення досліджень істотно відрізнялись від середніх багаторічних, але загалом були сприятливими для росту і розвитку рослин агрусу: культура була забезпечена теплом і вологою для формування врожаю.

2.3. Характеристика препаратів

Тебуконазол – (C₁₆H₂₂ClN₃O)-RS)-1p-хлорфеніл-4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-іл-метил)пентан-3-іл, триазолпохідний препарат. Виробник – фірма Bayer CropScience AG (Німеччина). Тебуконазол являє собою безбарвні кристали, які добре розчиняються в органічних розчинниках (20 °С, в г/л): у гексані – 0,1-1, пропанолі – 50-100, толуолі – 50-100, в дихлорметані – 200-500. Розчинність у воді (20 °С) – 32 мг/л (0,032 %). Не гідролізується при рН від 4 до 9 [243]. Період напіврозпаду при 20 °С понад рік. Речовина стабільна при підвищеній температурі та на світлі. Стійка до гідролізу в чистій воді при рН 5 - 9 і фотолізі. Молекулярна маса 307,8 Д, температура плавлення – 104,7 °С. Тиск пари (20 °С) – 1,7·10⁻³ гПа (1·10⁻³ мм.рт.ст.).

Тебуконазол застосовують також як системний фунгіцид широкого спектра дії для боротьби з хворобами листя та колосків зернових (фузаріозом,

септоріозом, іржею, борошнистою росою та іншими), сірою гниллю винограду, деякими захворюваннями сої, ріпаку, соняшнику, овочевих, плодових кісточкових при нормі витрати 125-1000 г/га методом обприскування. Протруювач насіння для боротьби з твердою сажкою, септоріозом зернових при нормі витрати 2-25 г/10 кг насіння. Має захисні та лікувальні властивості, добре виражений стоп-ефект, забезпечує тривалий захист листя, стебла та колоса від основних хвороб, добре змішується з іншими препаратами, відсутня фітотоксичність [243].

Есфон (етефон, етрел, 2-ХЕФК) – 65 %-й розчин дихлоретилфосфонової кислоти (ХЕФК, $C_2H_6ClO_3P$). Виробник – ООО «Агросинтез» (Росія). Тверда, біла, гігроскопічна, воскоподібна речовина, добре розчинна у воді, етиловому та ізопропіловому спиртах, ацетоні, пропіленгліколі, менш розчинна у неполярних розчинниках – бензолі, толуолі. Молекулярна маса – 144,5 Д, температура плавлення – 74 °С. Не займиста. У розчині не сумісна з лужними солями. Має низьку токсичність для теплокровних: ЛД₅₀ для білих пацюків прерорально 4220 мг/кг [34, 164, 261]. Препарат та його метаболіти виводяться із сечею протягом 7 діб. Не викликає ембріотоксичної, гепатогенної і мутагенної дії, не має кумулятивних властивостей. Водні розчини із значенням рН 4,1-4,5 – стабільні, при більш високих значеннях рН, які характерні для клітинного соку рослин, починається спонтанне неферментативне розщеплення есфону з виділенням вільного етилену, з регулятивними функціями.

За механізмом дії есфон належить до етиленпродуцентів. Діюча речовина швидко проникає у рослину і розкладається в її тканинах з утворенням метилену. У свою чергу, етилен гальмує дію фітогормонів, зростання гіберелінів та стимулює синтез твердих субстанцій (лігніну, пігментів, цукрів тощо). Дія етиленпродуцентів суттєво залежить від температури повітря. Рекомендована максимальна доза використання за температури нижче +16 °С. Стійкість до змивання набувається через 4-5 годин після обробки [15].

Обробка етефоном полегшує механізоване збирання яблук, вишень, цитрусових, обліпихи, винограду та ін.. [6, 17]. Препарат використовують для

підвищення урожайності, морозостійкості, прискорення дозрівання плодів та збільшення цукристості коренеплодів цукрових буряків [245]. Есфон сумісний із багатьма гербіцидами, інсектицидами, фунгіцидами, мікро- і макроудобривами, за винятком препаратів на основі дитіокарбонатів, сірки, міді [158].

Гіберелова кислота (ГК₃, C₁₉H₂₂O₆) – біла кристалічна речовина з молекулярною масою 346,2 Д. Температура плавлення 227 °С. Речовина погано розчинна у воді та добре розчинна в органічних розчинниках. Гіберелова кислота – малотоксична сполука, належить до 3-го класу токсичності, не подразнює шкіру, але є помірним подразником слизових оболонок очей без алергенного потенціалу. ЛД₅₀ для щурів – 15 630 мг/кг.

Гібереліни помірно стійкі у воді та малостійкі у ґрунті, швидко розкладаються на повітрі, безпечні для бджіл, ґрунтових мікроорганізмів та птахів. Не накопичуються у рослинах та навколишньому середовищі, не токсичні для водних організмів [158].

Гібереліни є природними фітогормонами, мають властивості регуляторів росту, присутні в усіх рослинах та раціоні рослиноїдних макро- та мікроорганізмів, їхній метаболізм відбуваються природним шляхом. Згідно з «Гігієнічною класифікацією пестицидів за ступенем небезпечності» (ДержСанПіН 8.8.1.002-98), ГК₃ за параметрами гострої пероральної, дермальної токсичності належить до 4 класу небезпечності, гострої інгаляційної токсичності – до 2-3 класу, не подразнює шкіру, є помірним подразником слизових оболонок очей без алергенного потенціалу. За даними EFSA [175], для гіберелової кислоти величина ADI (acceptable daily intake – допустимі норми споживання) = 0,68 мг/кг, обґрунтована із значення NOEL для щурів – 680 мг/кг у дослідженнях субхронічної токсичності та коефіцієнта запасу 1000 [249]. Проте, на думку експертів в обґрунтуванні допустимої добової дози гіберелінів немає необхідності, оскільки згідно з чинними регламентами застосування препаратів на основі гіберелінів, ризику

перевищення залишкових кількостей гіберелінів у харчових продуктах вище рівня 1 ppm не очікується.

2.4. Методи дослідження

Полюві дослідження закладали у спеціалізованому господарстві ФГ «Дагор» (2015-2017 рр.) село Раково Томашпільського району Вінницької області. Площа ділянок 30 м², повторюваність п'ятиразова, ділянки розміщені рендомізовано (Додатки А – Д, Ж – П).

Обробку рослин здійснювали ранцевим обприскувачем ОП-2 0,005 %-им розчином гібереліну (гіберелової кислоти, ГК₃), 0,025 %-им водним розчином тебуконазолу, 0,1 %-им розчином есфону (за діючою речовиною) одноразово у фазу бутонізації до повного змочування листків. У період дозрівання обробляли кущі агрусу 0,3 %-им розчином есфону; контрольні рослини – водопровідною водою.

Мезоструктурну організацію листка визначали у кінці вегетації на фіксованому матеріалі [81]. Для консервації матеріалу застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1 % формаліну. Розміри окремих клітин хлоренхіми визначали на препаратах, одержаних методом часткової мацерації тканин листка [64]. Мацеруючим агентом був 5 %-ий розчин оцтової кислоти в соляній кислоті 2 моль/л.

Для анатомічного аналізу відбирали листки та середню частину однорічних пагонів у кінці вегетації. Вивчення розмірів анатомічних елементів проводили за допомогою мікроскопа «Микмед-1» та окулярного мікрометра МОВ-1-15^X. Вміст хлорофілів вимірювали у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-16 [18]. Визначення площі листової пластинки здійснювали методом Полякова Н. К. [91].

Для біохімічного аналізу матеріали фіксували рідким азотом, сушили 4 години за 85 °С у сушильній шафі, досушували на повітрі до повітряно-сухого стану.

Вміст суми цукрів, редукуючих цукрів та крохмалю у вегетативних органах і плодах визначали йодометричним методом [107]; фосфору – за утворенням фосфорно-молібденового комплексу з залізомолібдатом амонію, калію – полум'яно-фотометричним методом [117], вміст загального азоту – за Кельдалем [107]. У зрілих плодах встановлювали показники якості продукції – вміст цукрів [107], аскорбінову кислоту [155] та загальну кислотність [32]. Препарати пектину виділяли шляхом екстракції із сухого матеріалу, який екстрагували 0,03 N HCl протягом години у співвідношенні 1:10 за температури 80 °C. Отриману витяжку фільтрували, залишок промивали 0,03 N HCl, отриманий екстракт осаджували трикратним об'ємом етилового спирту. Після декантації осад центрифугували, розчиняли у воді, переосаджували спиртом (трикратний об'єм), центрифугували, промивали ацетоном до негативної реакції на йони хлору і сушили [65]. В отриманих препаратах визначали вміст загальних, вільних і етерифікованих карбоксильних груп [74]. У процесі дозрівання встановлювали активність інвертази та амілази [106]. Визначали кількісний вміст пентозанів колориметрично при довжині хвилі 610-660 нм за якісною реакцією з орциновим реактивом [107]. Визначення вмісту целюлози, пектинів та лігніну здійснювали ваговим методом, геміцелюлоз встановлювали йодометричним методом [107]. Для оцінки якості ягід проводили аналіз на загальну кислотність шляхом потенціометричного титрування [51].

Статистичну обробку результатів виконували із застосуванням комп'ютерної програми «Statistica-6». Достовірність різниці показників контролю і досліду визначали за t-критерієм Стьюдента. У таблицях і на рисунку наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНУ ТА РЕТАРДАНТІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ І МОРФОГЕНЕЗ АГРУСУ

Питанням формування листкового апарату рослин за дії регуляторів росту, присвячено чимало наукових розвідок. Зокрема встановлено вплив хлормекватхлориду на формування мезоструктури листків малини [60], цукрового буряка [153], картоплі [138]; паклобутразолу – на мезоструктурні органи листків олійних культур: маку [102], льону [143], ріпаку [127]. Ці дослідження показали, що застосування вказаних груп ретардантів змінювало активність маргінальних меристем листка, а отже, сприяло його потовщенню та коригувало співвідношення окремих тканин листка. Результатами досліджень підтверджують посилення продукційного процесу внаслідок підвищення фотосинтетичної активності одиниці площі листка, що визначається збільшенням концентрацій структур, які беруть участь у фотосинтезі. Водночас вплив нового триазолпохідного препарату тебуконазолу та етиленпродуцентів на формування і функціонування листка залишається практично не з'ясованим. У зв'язку з цим ми дослідили анатомо-морфологічні та мезоструктурні характеристики листків агрусу за умов різного напруження донорно-акцепторних відносин під впливом гібереліну та вказаних ретардантів.

Відомо, що продукційний процес рослин залежить від співвідношення активностей донорної та акцепторної сфер рослини [41, 59, 61]. Донорна сфера насамперед представлена листковим апаратом та процесом фотосинтезу, які забезпечують морфогенез асимілятами. Суттєве значення для функціонування донорної сфери рослин мають мезоструктурні особливості листка [58, 67, 127]. Раніше було встановлено, що ретарданти різних типів впливають не лише на активність латеральних та апікальних меристем, але й на маргінальні (крайові) мерестеми листка, що може призводити до суттєвої перебудови його організації [58, 106, 138].

Отримані результати свідчать про типову рістрегулюючу дію гібереліну та ретардантів на ростові процеси рослин агрусу. Під впливом гіберелінової кислоти

довжина однорічних пагонів у кінці вегетації становила $32,2 \pm 0,6$ см, тебуконазолу – $22,2 \pm 0,4$ см, есфону – $18,2 \pm 0,4$ см порівняно з $27,7 \pm 0,56$ см контролем. Істотно відрізнялася площа листків: за дії гібереліну середня площа одного листка становила $20,8 \pm 0,4$ см², тебуконазолу – $16,6 \pm 0,3$ см², есфону – $15,2 \pm 0,3$ см² порівняно з контролем $18,4 \pm 0,4$ см².

Нами встановлено, що застосування всіх препаратів спричинило істотні зміни анатомічної структури листків агрусу (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1.

**Вплив гібереліну та ретардантів на мезоструктурну організацію
сформованих листків агрусу сорту Машенька
(середні значення за 2015-2017 рр.)**

Показник	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон
Товщина листка, мкм	244,0±8,1	287,6±8,6*	317,7±7,3*	293,7±10.1 *
Товщина хлоренхіми, мкм	208,2±5,4	237,9±3,9*	265,5±1,7*	243,1±4,1*
Товщина верхнього епідермісу, мкм	18,1±0,6	26,2±0,2*	27,0±0,8*	25,3±0,8*
Товщина нижнього епідермісу, мкм	17,7±0,4	23,5±0,5*	25,1±0,8*	24,1±0,8*
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм ³	10305,5 ±355,2	13446,6 ±222,9*	14795,1 ±371,4*	11885,3 ±499,1*
Довжина клітин губчастої паренхіми, мкм	28,1±0,5	33,0±0,3*	35,1±1,5*	31,0±0,9
Ширина клітин губчастої паренхіми, мкм	23,6±0,5	24,23±0,6	26,1±0,5*	22,5±0,3
Вміст хлорофілів (а+б), % на масу сирої речовини	0,56±0,01	0,51±0,01*	0,63±0,02*	0,50±0,01*

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

Відбувалося суттєве потовщення листків рослин дослідних варіантів, це свідчить про збільшення концентрації структур, які забезпечують фотосинтез одиниці площі листка.

Отримані дані свідчать, що потовщення листків за дії препаратів відбувалося як за рахунок збільшення товщини основної фотосинтетичної тканини – хлоренхіми, так і внаслідок потовщення верхнього та нижнього епідермісу. Обробка рослин гібереліном і ретардантами спричиняла збільшення лінійних розмірів губчастої та об'єму основної асиміляційної тканини листка – стовпчастої паренхіми. Найбільш ефективно впливав на мезоструктуру листків триазолпохідний препарат тебуконазол.

Позитивний вплив тебуконазолу порівняно з контролем та іншими препаратами виявився і у накопиченні суми хлорофілів. Застосування гібереліну та етиленпродуценту есфону мало протилежний ефект – зменшення вмісту хлорофілів у листках порівняно з контролем.

Отже, під впливом гібереліну і ретардантів зростав донорний потенціал листків за рахунок оптимізації їх мезоструктури, внаслідок чого підвищувалась продуктивність культури агрусу.

Аналогічні результати були отримано і при вивченні впливу ретардантів різної хімічної будови на інші сільськогосподарські культури.

Так, потовщення листків і кращий розвиток асиміляційної хлоренхіми за дії паклобутразолу встановлено на рослинах цукрового буряка [153]. З'ясовано, що застосування триазолпохідного препарату фолікуру на томатах призводило до більш важливих анатомо-морфологічних змін при формуванні листкового апарату у порівнянні з етиленпродуцентом есфоном: показники кількості листків, маси, площі листкової поверхні та листковий індекс у цьому варіанті досліді були вищими. Аналогічно змінювалися і мезоструктурні показники листків: товщина листка, основної фотосинтетичної тканини хлоренхіми, розміри асиміляційних клітин стовпчастої та губчастої паренхіми за дії тебуконазолу збільшуються [55, 56].

Відомо, що гібереліни посилюють, а ретарданти інгібують лінійний ріст пагонів [61, 228]. При цьому відбувається суттєва перебудова анатомічної структури пагонів. Застосування хлормекватхлориду на рослинах льону олійного призводило до потовщення стебла, зростання кількості судин ксилеми в рядку, збільшення товщини клітинних стінок луб'яних волокон, що покращувало стійкість рослин льону до вилягання [143]. За дії паклобутразолу на рослинах озимого ріпаку гальмується лінійний ріст пагонів з одночасним посиленням галуження стебла і утворенням додаткових гілочок першого порядку. Це сприяло суттєвому потовщенню стебла за рахунок паренхіми первинної кори, збільшенню поперечних розмірів склеренхімних волокон та потовщенню їх клітинних оболонок [127]. Аналогічні зміни відбувалися із застосуванням ретардантів на рослинах картоплі [138], сої [20], маку олійного [102]. Значно менше вивчено вплив препаратів на деревних рослинах. Зокрема, застосування хлорхолінхлориду, паклобутразолу і декстрелу призводило до зменшення товщини однорічних пагонів малини при обприскуванні рослин у фазу бутонізації [60].

Аналіз анатомічної будови однорічних пагонів агрусу в кінці вегетації свідчить, що препарати здійснювали типову рістрегулювальну дію: під впливом гібереліну пагони були більш довгими і більш тонкими, а за дії тебуконазолу – більш короткими і товстішими (табл. 3.2.).

Зміни товщини пагонів у варіантах дослідів визначалися особливостями формування кори, деревини та серцевини однорічних пагонів: за дії тебуконазолу товщина цих гістологічних комплексів збільшувалася, а за дії гібереліну – зменшувалася порівняно з контролем. Аналогічні результати впливу гіберелінової кислоти зауважували й інші дослідники [49].

Встановлено, що за дії ретарданту тебуконазолу формувалася більша кількість судин у деревині порівняно з контролем та іншими варіантами дослідів. При цьому зростання кількості судин у ряду ксилеми супроводжувалося зменшенням їх діаметра. Аналогічна тенденція характерна для дії етиленпродуцента есфону. Доведено, що застосування препаратів сприя -

Таблиця 3.2.

Анатомо-морфологічна будова однорічних пагонів агрусу сорту Машенька в кінці вегетації (середні значення за 2015 - 2017 рр.)

Показник	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон
Довжина пагона, см	27,7±0,8	32,2±0,9*	22,16±0,6*	18,16±0,4*
Товщина пагона, мм	5,1±0,1	4,4±0,1*	6,2±0,2*	5,2±0,1
Товщина кори, мкм	579,1±17,4	488,5±14,7*	692,5±20,8*	753,1±12,6*
Товщина деревини, мкм	822,4±24,6	770,5±23,1	866,6±26,1	693,0±20,8*
Діаметр серцевини, мкм	2371,8±72,2	1894,4±56,8*	3147,2±94,4*	2165,5±65,6
Кількість судин у ряду ксилеми, шт	16±0,2	21±0,3*	24±0,3*	20±0,4*
Діаметр судин ксилеми, мкм	58,1±1,8	52,2±1,6*	50,8±1,5*	44,6±1,3*
Товщина клітинних стінок склеренхімних волокон кори, мкм	5,4±0,1	4,8±0,1*	6,1±0,1*	5,8±0,1*
Діаметр клітин перимедулярної зони, мкм	49,21±0,9	54,82±0,8*	57,96±1,1*	52,74±0,8*

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

ло потовщенню склеренхімних волокон кори, причому найбільші показники потовщення спостерігалися за дії тебуконазолу. За використання гібереліну склеренхімні волокна мали тонші клітинні стінки порівняно з контролем та варіантами із застосуванням ретардантів. Зафіксовано збільшення розмірів клітин перимедулярної зони серцевини у варіанті із застосуванням тебуконазолу.

Формування більш потужної деревини, потовщення клітинних стінок склеренхімних волокон та трахей є показниками більш повного визрівання пагонів, що важливо з огляду на підготовку рослин до періоду осінньо-зимового спокою і їх морозостійкість. Нами встановлено, що анатомічні зміни у повністю сформованих пагонах (жовтень) супроводжувалися змінами

біохімічного складу як резервних вуглеводів, так і структурних біополімерів пагонів (табл. 3.3.).

Таблиця 3.3.

Вплив гібереліну і тебуконазолу на хімічний склад пагонів агрусу сорту Машенька в кінці вегетації (% на маси сухої речовини, середні значення за 2015-2017 рр.)

Речовина	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон
Целюлоза	23,61±0,71	27,46±0,82*	30,21±0,90*	25,68±0,68
Лігнін	14,92±0,45	15,11±0,37	17,42±0,53*	16,14±0,24*
Геміцелюлози	17,28±0,52	22,66±0,68*	18,99±0,56	18,09±0,54
Пентозани	12,03±0,36	12,92±0,38	12,50±0,37	11,28±0,34
Пектини	6,97±0,10	5,86±0,08*	6,96±0,11	6,44±0,04*
Сума вуглеводів (цукри+крохмаль)	7,25±0,22	11,27±0,34*	11,60±0,35*	9,32±0,28*
Відновні цукри	2,55±0,08	3,96±0,12*	4,50±0,14*	3,24±0,09*
Сахароза	2,66±0,05	4,94±0,09*	4,93±0,09	4,02±0,08*
Сума цукрів	5,35 ±0,16	9,16±0,27*	9,69± 0,29*	7,47±0,29*
Крохмаль	1,90±0,05	2,11±0,08	1,91±0,05	1,85±0,07

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

Відомо, що диференціація склеренхіми і ксилеми завершується формуванням потужної вторинної оболонки за рахунок інтенсивного відкладання шарів целюлози та лігніфікацією клітинних оболонок.

Лігнін забезпечує міцність стебел і листків та, крім того, механічну силу натягу і захист від інфікування, знижує проникність клітинних стінок для води. Це складна високомолекулярна сполука, яка містить низку функціональних груп, зокрема гідроксильні фенольні, метоксильні тощо [92]. Лігнін локалізований в оболонках клітин механічних та провідних тканин, формується в матриксі клітинної стінки, заповнюючи проміжки між геміцелюлозами і

мікрофібрилами целюлози. У біосинтезі лігніну беруть участь пероксидази клітинної стінки [220].

Наукові дослідження підтверджують тісний зв'язок між синтезом лігніну і станом диференціювання та росту окремих органів і тканин вищих рослин.

Зокрема, в молодих листках сорго, петрушки, гречки, вівса, жита, клітини яких діляться та розтягуються, інтенсивно синтезується лігнін, із віком ця активність поступово зменшується і припиняється у зрілих листках із закінченням росту [95, 139].

Отримано і протилежні результати досліджень, зокрема застосування GA₃ на рослинах тютюну *Nicotiana tabacum* L. викликало підвищення вмісту лігніну в стеблах на 12,4 % для GA₁₀ та 28,1 % – для рослин GA₁₀₀ в умовах повного сонячного світла, тоді як обробка паклобутразолом призвела до зниження показника на 32,6 %. Аналогічно, у затіненому середовищі вміст лігніну збільшився на 23,1 % у GA₁₀ та на 28,2 % – у рослинах GA₁₀₀, тоді як застосування паклобутразолу зменшило вміст лігніну на 5 % [176]. За дії етефону спостерігалось більш інтенсивне відкладання целюлози та лігніну в клітинних стінках стебла жита [37], інші дослідники спостерігали під впливом хлорхолінхлориду посилення лігніфікації кореневої системи та стебла яблуні [39], пагонів магнолії [47].

За дії тебуконазолу вміст основних структурних біополімерів – целюлози і лігніну в пагонах цього варіанта був найвищим. Вміст лігніну є тестовим показником визрівання деревини, що має важливе значення для підвищення морозостійкості рослин агрусу [61]. За дії гібереліну встановлено більш інтенсивне порівняно з тебуконазолом накопичення геміцелюлоз і зменшення вмісту пектинових речовин, причому за дії обох препаратів вміст цих біополімерів був підвищеним порівняно з контролем.

Отримані результати дослідження свідчать, що основною фракцією геміцелюлоз пагонів агрусу були пентозани, вміст яких зростав за дії гібереліну і тебуконазолу у порівнянні з контролем. Це має позитивний ефект, оскільки у

критичні періоди росту і розвитку рослин геміцелюлози можуть використовуватися як резервна речовина [105].

Раніше було виявлено значні депонувальні можливості вегетативних органів рослин томатів – стебла та коренів у тимчасовому накопиченні резервних вуглеводів з наступним їх використанням для формування і росту плодів [57, 207]. Отримані в даному дослідженні результати свідчать про значну депонувальну роль стебла агрусу в період підготовки до осінньо-зимового спокою. За дії ретарданту тебуконазолу і гібереліну вміст цукрів, крохмалю та їх суми в однорічних пагонах рослин агрусу дослідних варіантів був вищим порівняно з контролем (див. табл. 3.3.).

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНУ І РЕТАРДАНТІВ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ВУГЛЕВОДІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У РОСЛИН АГРУСУ

4.1. Накопичення і перерозподіл різних форм вуглеводів у органах агрису за дії гібереліну та ретардантів

Відомо, що частина асимілятів може тимчасово депонуватися в органах запасу з наступною реутилізацією на процеси карпогенезу [42]. На нашу думку, для оцінки донорної та депонувальної потужності вегетативних органів за варіантами дослідів доцільним є визначення динаміки та співвідношення вмісту неструктурних вуглеводів в органах рослини на різних етапах формування плоду. Отримані нами результати свідчать, що протягом всього періоду розвитку внаслідок формування більш потужної мезоструктури під впливом препаратів вміст неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) у листках стабільно вищий, ніж у контролі (табл. 4.1.1.). При цьому у варіанті з тебуконазолом вміст неструктурних вуглеводів у листках був максимальним порівняно з іншими варіантами саме у фази формування та повної стиглості плодів. На нашу думку, це свідчить про більшу фотосинтетичну і донорну активність листків за дії цього препарату внаслідок формування оптимальної мезоструктури та зростання вмісту хлорофілів у них.

Відомо, що надлишок асимілятів може тимчасово депонуватися не лише в листках, але й в інших органах рослини з наступним їх акцептуванням процесами вегетативного росту або карпогенезу.

Отримані результати дослідження свідчать про значну депонувальну роль стебла агрусу в регуляції процесів росту рослин і формування плодів. Вміст цукрів і крохмалю та їх суми був близьким до вмісту цих вуглеводів у фотосинтезуючих органах – листках. При цьому загалом спостерігалась аналогічна листкам закономірність – вміст неструктурних вуглеводів у рослин дослідних варіантів був вищим порівняно з контролем.

Таблиця 4.1.1.

Вплив гібереліну і ретардантів на вміст цукрів та крохмалю в листках і стеблах агрусу сорту Машенька у різні фази розвитку (% на маси сухої речовини, середні значення за 2015-2017 рр.)

Фази розвитку	Сума вуглеводів (сума цукрів+крохмаль)				Сума цукрів				Крохмаль			
	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон
Цвітіння	Листок											
	11,30 ±0,24	13,30 ±0,28*	11,90 ±0,24	11,91 ±0,24	10,01 ±0,20	11,70 ±0,24*	10,71 ±0,21	10,50 ±0,22	1,31 ±0,02	1,60 ±0,04*	1,22 ±0,02*	1,40 ±0,03*
Формування плодів	10,30 ±0,21	12,40 ±0,24*	12,90 ±0,26*	11,70 ±0,24*	10,20 ±0,20	10,60 ±0,22	11,20 ±0,22*	10,31 ±0,22	1,50 ±0,03	1,81 ±0,04*	1,70 ±0,03*	1,42 ±0,02
Повна стиглість плодів	11,40 ±0,22	11,71 ±0,24	13,30 ±0,27*	12,50 ±0,26*	10,30 ±0,21	9,50 ±0,20*	11,20 ±0,22*	10,21 ±0,21	1,10 ±0,02	2,21 ±0,05*	2,11 ±0,06*	2,30 ±0,05*
Цвітіння	Стебло											
	12,10 ±0,24	12,70 ±0,26	12,81 ±0,26	11,40 ±0,23	10,80 ±0,22	11,40 ±0,23	11,30 ±0,18	10,20 ±0,22	1,31 ±0,02	1,34 ±0,02	1,51 ±0,02*	1,20 ±0,02*
Формування плодів	8,40 ±0,16	10,71 ±0,26*	9,10 ±0,18*	10,10 ±0,20*	6,70 ±0,14	8,70 ±0,18*	7,10 ±0,16	8,50 ±0,18*	1,72 ±0,04	2,02 ±0,04*	2,01 ±0,04*	1,60 ±0,04
Повна стиглість плодів	8,30 ±0,18	9,90 ±0,20*	10,70 ±0,22*	9,20 ±0,18*	7,10 ±0,16	8,10 ±0,16*	8,60 ±0,17*	7,51 ±0,16	1,20 ±0,02	1,82 ±0,04*	2,11 ±0,06*	1,72 ±0,03*

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

Про посилення донорної функції листків варіанта із застосуванням тебуконазолу свідчить, на нашу думку, і те, що у фазу повної стиглості плодів унаслідок припинення процесів вегетативного росту і закінчення карпогенезу вміст неструктурних вуглеводів як у листках, так і стеблах агрусу був вищим порівняно з іншими варіантами досліду. При цьому в однорічних стеблах накопичувалося більше як крохмалю, так і цукрів. Результати вивчення динаміки вмісту редукуючих цукрів і сахарози в листках та стеблах агрусу у різні фази онтогенезу рослини дають достатньо чітке уявлення про особливості накопичення і перерозподілу цукрів між органами рослини (табл. 4.1.2.). Так, у листках в загалом накопичувалося більше редукуючих цукрів і сахарози у фазі цвітіння та формування плодів. При переході до фази повної стиглості зменшувався вміст обох форм цукрів у варіантах із гібереліном і ретардантами порівняно з контролем, що, на нашу думку, свідчить про краще забезпечення процесу карпогенезу вуглеводами. Найбільш інтенсивно відтік редукуючих цукрів і сахарози відбувався у варіанті з тебуконазолом. У контрольному варіанті вміст редукуючих цукрів у цей період практично не змінювався. Аналогічну залежність у динаміці різних форм цукрів за дії застосованих препаратів встановлено і для стебла. Реутилізація депонованих цукрів зі стебла на потреби росту і формування плодів від фази формування плодів до фази повної стиглості відбувалася як у варіанті з гібереліном, так і у варіанті з ретардантами. При цьому в контролі вміст сахарози і редукуючих цукрів або не змінювався, або навіть зростав. Оскільки сахароза є основною транспортною формою цукрів у рослині, це, на нашу думку, свідчить про більш раннє припинення надходження у рослин контрольного варіанту вуглеводів до плодів в останню фазу їх розвитку.

Отже, за дії гібереліну і ретардантів посилюється відтік усіх форм цукрів із листків і стебел рослин агрусу до потужної акцепторної зони формування і росту плодів. Отримані результати дослідження свідчать також, що оптимізація мезоструктурної організації листків, посилення накопичення вуглеводів у них

Вплив гібереліну і ретардантів на вміст різних форм цукрів в листках і стеблах агрусу сорту Машенька у різні фази розвитку (% на маси сухої речовини, середні значення за 2015-2017 рр.)

Фази розвитку	Вміст редукуючих цукрів				Вміст сахарози			
	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон
Цвітіння	Листок							
	8,80±0,24	10,52±0,31*	9,60±0,29	9,71±0,27*	0,91±0,03	1,40±0,04*	1,31±0,04*	0,80±0,02*
Формування плодів	9,11±0,28	9,31±0,27	10,40±0,32*	9,22±0,28	1,33±0,05	1,43±0,04	1,52±0,04*	1,40±0,04
Повна стиглість плодів	9,20±0,28	8,71±0,25	9,82±0,29	8,84±0,28	1,11±0,03	1,01±0,03*	1,23±0,02*	1,20±0,04
Цвітіння	Стебло							
	10,51±0,31	10,60±0,32	11,33±0,34	10,11±0,30	0,80±0,02	1,02±0,03*	1,10±0,03*	0,81±0,02
Формування плодів	6,12±0,18	8,20±0,25*	7,31±0,22*	7,01±0,22*	0,71±0,02	1,14±0,03*	1,12±0,03*	1,01±0,02*
Повна стиглість плодів	6,60±0,20	7,32±0,22	7,60±0,23*	6,50±0,20	0,72±0,02	0,90±0,03*	0,81±0,02*	0,80±0,02*

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

за дії застосованих препаратів не лише створює надлишок асимілятів, які використовуються в період карпогенезу. Чітка різниця за вмістом резервних вуглеводів у стеблах між дослідними варіантами і контролем зберігається протягом всього річного циклу розвитку. Так, по завершенні періоду росту і переходу до стану осінньо-зимового спокою (кінець жовтня) стебла рослин, оброблених тебуконазолом, гібереліном та есфоном, містили більше неструктурних вуглеводів (цукри і крохмаль) порівняно з контролем (див. табл. 3.3.) [149].

Це має важливе значення, оскільки накопичення резервних вуглеводів у зимуючих тканинах є важливою передумовою більш високої морозостійкості деревних рослин. Найбільш ефективним в цьому аспекті було також застосування триазолпохідного ретарданту тебуконазолу.

4.2. Вплив гібереліну та ретардантів на вміст азоту, фосфору і калію у вегетативних органах рослин агрусу в період вегетації

Основні закономірності фотосинтетичних процесів і перерозподілу потоків асимілятів по рослині при зміні інтенсивності росту окремих органів достатньо вивчені в межах концепції функціонування донорно-акцепторної системи рослини [42, 165].

Підтримання певних співвідношень елементів живлення – необхідна умова нормального росту і розвитку рослин. Оскільки ретарданти є модифікаторами гормонально-інгібіторного балансу в рослині, виникає питання про зміни особливостей перерозподілу елементів мінерального живлення між органами рослин за дії препаратів цієї групи.

Науковці доводять, що існує чітка залежність між інтенсивністю росту, диханням, фотосинтезом, продукційним процесом та азотним живленням рослин. Установлено, що за дії ретардантів та інших регуляторів росту зміна активності ростових процесів може супроводжуватися перерозподілом між донорною та акцепторною сферами рослини не лише пластичних речовин, але й елементів живлення [207]. Установлено, що фотосинтетична активність і

азотний статус рослини впливають на накопичення сухої речовини та азоту в колосі пшениці перед цвітінням і під час нього, причому обидва параметри корелюють із кількістю зав'язей [171]. Припускають, що певну роль у сповільненні старіння може відігравати більш раннє цвітіння. Збільшення врожаю корелювало в часі зі зниженням продигового опору і питомого вмісту азоту в листках. Висловлено думку, що системний підхід до підвищення якості зерна пшениці має полягати у використанні заходів із поліпшення поглинання і розподілу азоту між органами рослини, інтенсифікації роботи фотосинтетичного апарату та її узгодження з ремобілізацією азоту із вегетативних частин у зерно в процесі його наливу, а також підтриманні здатності до поглинання азоту в період росту зернівок [108]. Необхідним є підвищення ефективності ремобілізації азотовмісних сполук із вегетативних органів наприкінці вегетації і контроль фракціонування азотовмісних сполук у зерні між різними формами білка для поліпшення хлібопекарської якості борошна [108].

Обмін азотних сполук під впливом ретардантів достатньо вивчений на рослинах картоплі [136], маку олійного [102], томатах [207], льону олійного [144] та ін.. В оброблених рослинах картоплі за дії ретардантів на ранніх етапах вегетації зафіксовано збільшення вмісту азоту в усіх органах рослини. У процесі вегетації відбувалося поступове зменшення елемента в органах, що зумовлено інтенсивністю накопичення органічних речовин та біорозбавленням вмісту елементів [136, 138]. При нестачі азотного живлення органи рослин перенаповнюються вуглеводами, що, в свою чергу, викликає сповільнення росту і розвитку рослин. Негативним є і надлишок азоту, який не відповідає рівню фосфорно-калійного живлення, що призводить до збільшення в органах небілкового азоту [140]. Установлено, що висока забезпеченість рослин люцерни фосфором і азотом у початковий період розвитку значно поліпшує подальший ріст рослини [44].

За дії хлормекватхлориду у рослинах льону олійного максимальна кількість азотовмісних речовин у листках і стеблах зафіксована на початкових

етапах розвитку, при цьому листки мали більший вміст азоту у порівнянні з іншими органами. Загальний вміст азоту в листках був у 2,6-3 рази вищим, ніж у стеблах, білкової фракції азоту – в 3,2-3,5 рази більше [144]. Аналогічні результати отримали інші дослідники на рослинах соняшнику [125, 126], ріпаку [122].

Аналіз наукових джерел свідчить, що за умов фото- і скотоморфогенезу відбувався суттєвий відтік азоту із сім'ядолей у проростки, тобто білок сім'ядолей більш інтенсивно використовувався на ростові процеси при формуванні структур проростків за умов фотоморфогенезу. При цьому гальмування росту ретардантом уповільнювало, а прискорення гібереліном посилювало цей процес, як за умов морфо- так і скотоморфогенезу [106].

Значно менше інформації про вплив ретардантів на азотний обмін плодкових та ягідних культур. Виявлено, що під дією хлорхолінхлориду на початку росту пагонів спостерігалось збільшення вмісту загального і білкового азоту як у стеблах, так і в листках малини. У листках суниці і стеблах малини спостерігалось зменшення вмісту небілкового азоту, що при загальному зростанні вмісту азоту пояснюється інтенсивним використанням цієї фракції для утворення білку [60]. Однак особливості надходження елементів мінерального живлення та їх перерозподілу по органах рослини за дії гібереліну та ретардантів у зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських культур вивчено недостатньо.

Проведений нами аналіз динаміки вмісту азотовмісних сполук у листках та однорічних стеблах агрусу в різні фази розвитку рослини свідчить, що за дії всіх препаратів відбувалося більш інтенсивне накопичення азоту у вегетативних органах рослини – листках і стеблах (рис. 4.2.1.).

Виявлено значну депонувальну роль стебла у накопиченні азоту, за дії застосованих препаратів вміст азоту істотно перевищував контрольний варіант при цьому найефективнішим виявилось застосування тебуконазолу. В усіх варіантах дослідження спостерігалось поступове зменшення вмісту азоту в тканинах листка і стебла у фази формування плодів

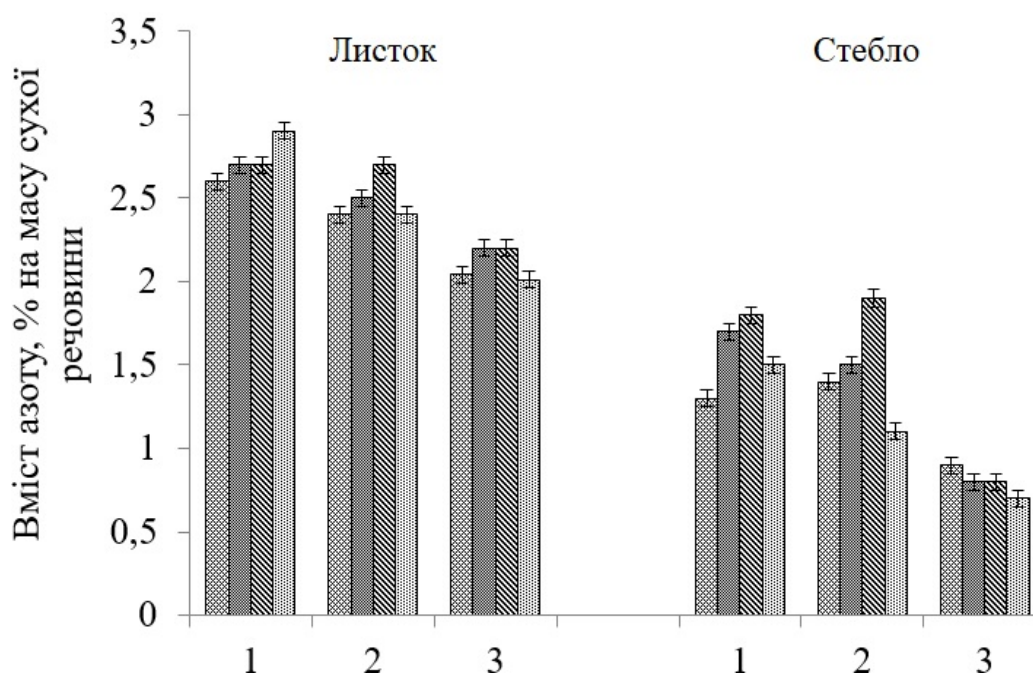


Рис. 4.2.1. Вплив гібереліну і ретардантів на вміст азоту у вегетативних органах рослин агрусу сорту Машенька в різні фази розвитку: 1 – фаза цвітіння; 2 – фаза формування плодів; 3 – фаза повної стиглості. ■ контроль; ■ - 0,005 %-ий гіберелін; ■ - 0,025 %-ий тебуконазол; ■ - 0,1 %-ий есфон.

та повної стиглості. На нашу думку, істотне зменшення вмісту азотистих речовин у вегетативних органах протягом онтогенезу свідчить про інтенсивну реутилізацію і відтік цих сполук на потреби карпогенезу – формування і розвиток плодів. Найсильніше зменшення вмісту азоту відбувалося за дії тебуконазолу.

Значно менше даних про вплив ретардантів на надходження та метаболізм фосфору в рослинах. Застосування хлорхолінхлориду на проростках кукурудзи збільшувало поглинання коренями фосфору, а також прискорювало переміщення їх вгору по рослині [25]. Збільшення вмісту фосфору в листках та зменшення у коренеплодах спостерігали у цукрового буряка за дії декстрелу та паклобутразолу [153]. Встановлено, що при дії хлорхолінхлориду на пшеницю

та овес пригнічувалося включення неорганічного фосфору до складу нуклеотидів [33].

Особливості перерозподілу фосфору між органами рослин в онтогенезі подібні до перерозподілу азоту. Отримані нами дані свідчать, що у листках і стеблах дослідних рослин агрусу за дії препаратів зменшується вміст фосфору впродовж усього плодоношення (рис. 4.2.2.).

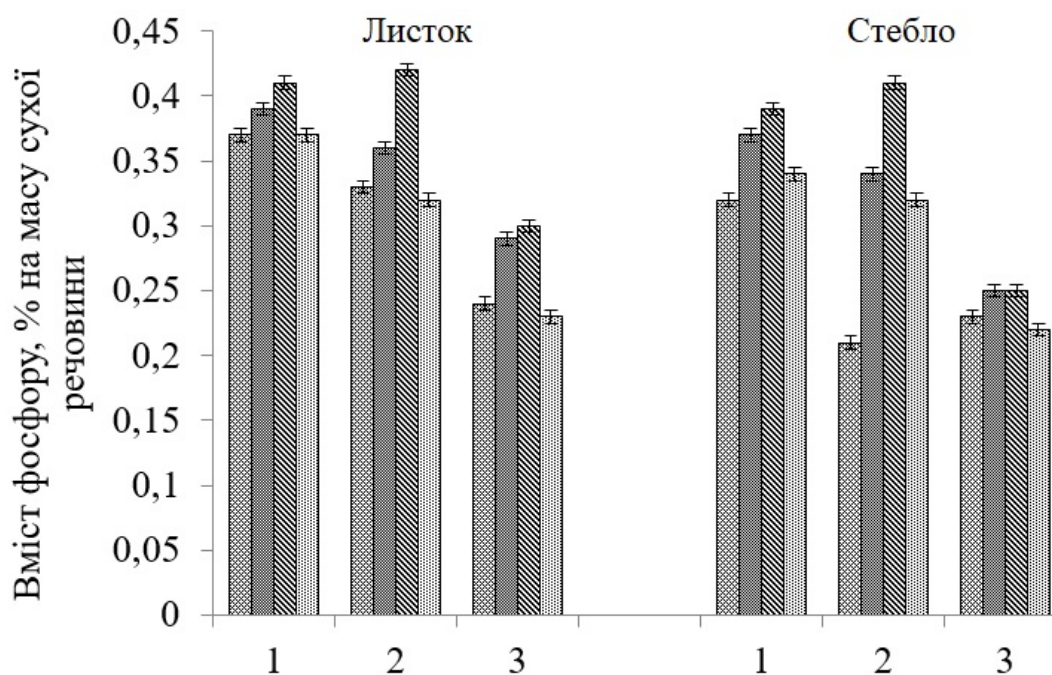


Рис. 4.2.2. Вплив гібереліну і ретардантів на вміст фосфору у вегетативних органах рослин агрусу сорту Машенька в різні фази розвитку: 1 – фаза цвітіння; 2 – фаза формування плодів; 3 – фаза повної стиглості. ■ - контроль; ■ - 0,005 %-ий гіберелін; ▨ - 0,025 %-ий тебуконазол; ▩ - 0,1 %-ий есфон.

На нашу думку, подібність накопичення азоту та фосфору в органах рослин свідчить про тісний зв'язок обміну цих елементів. За дії тебуконазолу і гібереліну вміст фосфору у вегетативних органах агрусу був максимальним порівняно з контролем та варіантом із есфоном. Слід підкреслити також значну депонувальну здатність стебла рослин агрусу стосовно фосфору: вміст цього елементу практично не відрізнявся від його вмісту в листках. Як і для

азотовмісних сполук, більш інтенсивний відтік фосфору у фазі формування і повної стиглості плодів спостерігався за дії тебуконазолу та гібереліну.

Відомо, що калій істотно впливає на транспортування асимілятів по рослині, синтез резервних полісахаридів [48]. Збільшення вмісту калію в листках за дії ретардантів є передумовою більш високого обміну речовин у них. Отримані результати досліджень свідчать, що застосування препаратів істотно впливало на надходження калію до вегетативних органів рослин агрусу (рис. 4.2.3.).

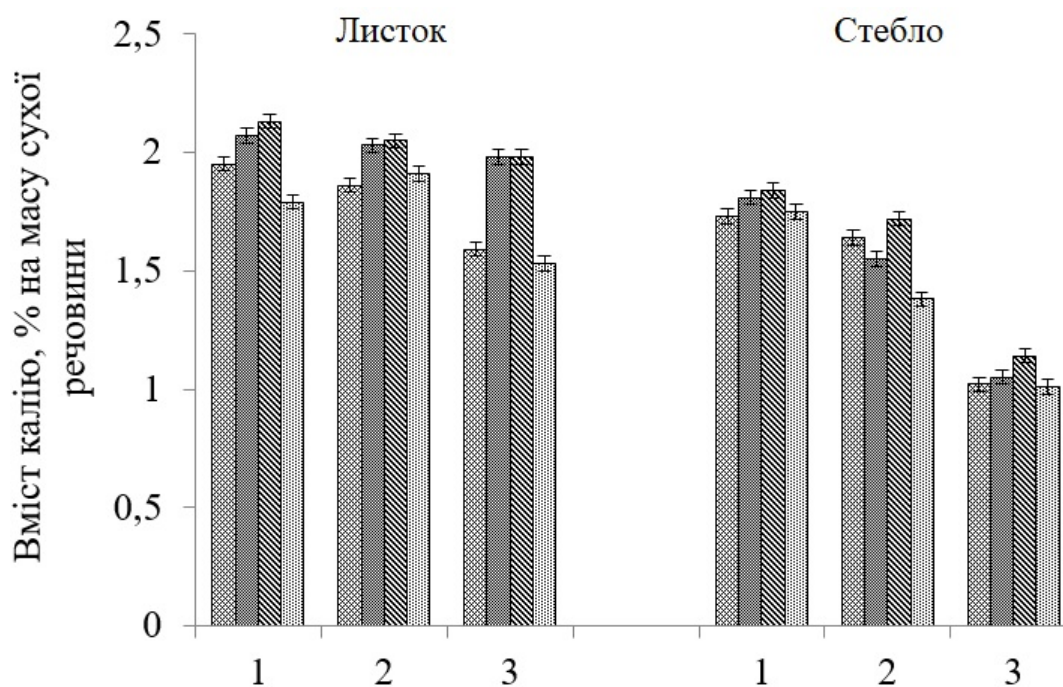


Рис. 4.2.3. Вплив гібереліну і ретардантів на вміст калію у вегетативних органах рослин агрусу сорту Машенька в різні фази розвитку: 1 – фаза цвітіння; 2 – фаза формування плодів; 3 – фаза повної стиглості. [шп.] контроль; [темно-сірий] - 0,005 %-ий гіберелін; [діагональні лінії] - 0,025 %-ий тебуконазол; [горизонтальні лінії] - 0,1 %-ий есфон.

Найсильніший вплив чинили тебуконазол і гіберелін. Саме в цих варіантах у фазу цвітіння зафіксовано найбільший вміст калію як у листках, так і в стеблах рослин агрусу. Водночас не встановлено істотного впливу

досліджених препаратів на динаміку зменшення елементу в тканинах листків і стебел в онтогенезі.

Отже, отримані дані доводять ефективність застосування регуляторів росту для накопичення і перерозподілу основних елементів живлення – азоту, фосфору та калію. Дія тебуконазолу і гібереліну інтенсифікувала накопичення цих елементів у листках і стебел рослин агрусу [149]. Стебло також відіграє значну депонувальну функцію в накопиченні цих елементів у рослині.

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ АГРУСУ

5.1. Врожайність агрусу за дії гібереліну та ретардантів різних типів

Одним із важливих елементів у технології збільшення урожайності сільськогосподарської продукції є застосування регуляторів росту рослин, які в дуже малих дозах здатні значно підвищувати рівень життєдіяльності рослин, посилювати їхню стійкість до хвороб, шкідників, несприятливих умов довкілля, тобто сприяти збільшенню продуктивності та поліпшенню якості врожаю. Головну роль у формуванні продуктивності рослин відіграють процеси фотосинтезу, росту та відкладання речовин про запас, тому особливості функціонування донорно-акцепторної системи сільськогосподарських культур при екзогенній регуляції ростових процесів є надзвичайно важливим.

Наведені в попередніх розділах експериментальні дані свідчать, що застосування гібереліну і різних типів ретардантів для оптимізації ростових процесів та розвитку рослин агрусу призводить до значних змін організації фотосинтетичного апарату, ростових змін, морфогенезу і характеру донорно-акцепторних відносин. Зокрема застосування гібереліну і тебуконазолу призводило до оптимізації мезоструктури листків. За дії препаратів змінювалися мезоструктурні показники листків рослин агрусу: збільшувалась товщина листка за рахунок збільшення основної фотосинтетичної тканини – хлоренхіми, відбувалося потовщення верхнього та нижнього епідермісу, збільшення лінійних розмірів губчастої та об'єму основної асиміляційної тканини листка – стовпчастої паренхіми. Найбільш ефективний вплив на мезоструктуру листків здійснював триазолпохідний препарат тебуконазол (див. табл. 3.1.). Гальмування лінійного росту пагона при одночасній перебудові мезоструктури листка за дії ретардантів посилювало синтез неструктурних вуглеводів та накопичення їх у вегетативних органах рослин агрусу, що підвищувало резерв вуглеводів для потреб формування і росту плодів (див.

табл. 4.1.1). Результати вивчення впливу гібереліну та ретардантів на вміст азоту, фосфору і калію в листках та стеблах агрусу протягом онтогенезу свідчать, що препарати викликають суттєві зміни у накопиченні цих елементів. За дії тебуконазолу і гібереліну відбувалося накопичення вмісту азоту, фосфору та калію в тканинах листків і стеблах рослин агрусу (див. рис. 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3), що стало передумовою зростання урожайності культури.

Перебудова донорно-акцепторних відносин за дії ретардантів, зміни у формуванні і функціонуванні фотосинтетичного апарату, особливості накопичення асимілятів та їх розподіл між органами рослини суттєво впливали на урожайність сільськогосподарських культур.

В окремих наукових публікаціях проаналізовано вплив різних типів ретардантів і гібереліну на урожайність та якісні показники продукції сільськогосподарських культур. Встановлено, що застосування хлормекватхлориду на культурі льону олійного сприяло урожайності та суттєво змінювало якісні показники. У дослідних варіантах збільшувалось число коробочок на рослині. Максимальна кількість насінин у плодах зафіксована за дії хлормекватхлориду та його суміші із трептолемом. При застосуванні регуляторів росту зростала маса насіння на 2,5-4 %. Найбільший приріст врожаю забезпечило застосування ретарданту та його суміші із стимулятором росту (на 0,15-0,26 т/га) [143]. Аналогічний вплив здійснювало застосування ретардантів на культурі маку олійного. За обробки препаратами спостерігалось достовірне збільшення кількості плодів на рослині – коробочок. Одночасно зростала маса тисячі насінин і маса насіння в коробочці. Найбільш ефективним виявилось застосування суміші трептолему та хлормекватхлориду [102]. Застосування регуляторів росту на рослинах соняшнику покращувало якісний склад олії внаслідок підвищення вмісту ненасичених жирних кислот за рахунок лінолевої кислоти. Найбільш ефективним стосовно покращення якісних характеристик соняшnikової олії було комплексне застосування хлормекватхлориду і трептолему [125]. За дії гібереліну в плодах баклажану зростав вміст суми цукрів як за рахунок редуруючих, так і нередукуючих форм.

Також спостерігалось збільшення вмісту крохмалю у плодах. Результати досліджень свідчать, що стимулятори росту ГК₃ і 6-БАП збільшували кількість плодів на рослині на 19,3 і 16,1 % [123]. Установлено, що обробка рослин ретардантами підвищувала продуктивність сої. Зокрема, зростала кількість і маса насіння на рослині, відбувалися зміни якості олії, а саме підвищення співвідношення ненасичені/насичені жирні кислоти [20].

Аналіз дії ретардантів різних типів на продуктивність томатів свідчить, що обробка рослин триазолпохідним препаратом фолікуром підвищувала врожайності культури за рахунок збільшення середньої маси одного плоду. Слід відмітити, що при застосуванні препаратів достовірно збільшувалася загальна кислотність у всіх дослідних варіантах, при цьому підвищувався вміст цукрів та зменшувався вміст аскорбінової кислоти під впливом тебуконазолу, відбувалося зниження вмісту цукрів за дії есфону у порівнянні з контролем [207]. На рослинах цукрового буряка встановлено, що обробка рослин 0,025 %-м паклобутразолом у період утворення 14-16 і 38-40 листків підвищує урожайність коренеплодів на 22 % і цукристість на 1 %. При цьому зменшується співвідношення мас сухої речовини гички і коренеплоду що свідчить про підвищення показника господарської ефективності урожаю. Доведено, що обробка рослин цукрового буряка на першому році розвитку 0,3 %-м декстрелом, 0,025 %-м і 0,05 %-им паклобутразолом підвищує насінневу продуктивність насінників при висадковому способі вирощування і збільшує масу плодів найменшої фракції. У рослин малини застосування ретардантів на ранніх етапах розвитку викликало суттєве зростання урожайності за рахунок зміни архітекtonіки насаджень, уповільнення темпів росту пагонів заміщення, поліпшення умов існування плодоносних пагонів та відкритого розташування квіток і ягід рослин малини [60].

Відомо, що глибока фізіологічна перебудова рослин за дії препаратів може суттєво впливати на продуктивність ягідних культур. Відповідно, однією з обов'язкових умов застосування гібереліну та різних типів ретардантів на рослинах агрусу є контроль за урожайністю та якістю продукції насаджень.

Застосування гібереліну та ретардантів на культурі агрусу на ранніх етапах розвитку по-різному впливало на врожайність та якість продукції (табл. 5.1.1.). Обробка рослин агрусу тебуконазолом та гібереліном істотно збільшувала врожайність, як з куща, так і ценозу загалом. Найбільш ефективним було застосування тебуконазолу: у цьому випадку врожайність зросла на 29 %. Близькою до цього значення була ефективність застосування гібереліну – врожайність збільшувалась на 22 %.

Таблиця 5.1.1.

Вплив гібереліну та ретардантів на врожайність і якість продукції агрусу сорту Машенька (середні значення за 2015 – 2017 рр.)

Показники	Контроль	Гіберелін	Тебуконазол	Есфон
Урожайність, т/га	14,21±0,28	17,33±0,42*	18,32±0,38*	14,70±0,26
Урожайність з куща, кг	2,90±0,05	3,50±0,06*	3,70±0,07*	3,10±0,04*
Кислотність, %	1,90±0,07	1,89±0,03	2,20±0,06*	2,01±0,04
Аскорбінова кислота, мг/ 100 г	20,82±0,41	23,10±0,45*	24,21±0,48*	21,30±0,42
Вміст цукрів, % на сиру речовину	7,40±0,16	8,40±0,17*	9,01±0,18*	8,31±0,16*

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

Важливими показниками використання ретарданту є якісні характеристики продукції: вміст аскорбінової кислоти, суми цукрів та загальної кислотності. Отримані результати свідчать, що застосування препаратів підвищує вміст аскорбінової кислоти та цукрів у ягодах, тобто сприяє покращенню якості продукції. Незначне збільшення кислотності ягід знаходиться у межах коливань, що є типовими для агрусу за різних кліматичних умов вирощування. Застосування етиленпродуценту в якості ретарданту для підвищення врожайності було неефективним.

Отже, отримані дані свідчать, що внаслідок формування більш потужної донорної сфери, накопичення та перерозподілу потоків асимілятів та основних елементів живлення з вегетативних органів до плодів за дії препаратів зростала врожайність культури агрусу. Найбільш ефективним для підвищення продуктивності рослин агрусу виявилось застосування триазолпохідного препарату тебуконазолу.

5.2. Дія есфону на швидкість дозрівання ягід агрусу

Застосування речовин, які після обприскування рослин розпадаються з виділенням етилену, відкриває широкі перспективи використання їх у рослинництві для прискорення дозрівання плодів, механізованого збору продукції [30, 111]. Препарати можна застосовувати і для післязбиральної обробки плодів, щоб прискорити їх дозрівання та покращити забарвлення [11, 110].

Дозрівання плоду не можна розглядати тільки як деструктивний процес, у цей час активується синтез ряду білків, утворюється ферментна система синтезу етилену, підвищується активність полігалактуронази, пектинестерази, целюлази, рибонуклеази, поліфенолоксидази, пероксидази, збільшується кількість мітохондрій та рибосом [8, 184].

Етиленпродуценти полегшують відокремлення плодів від материнської рослини, тому передзбиральна обробка цими препаратами визнана необхідною умовою ефективного використання плодозбиральних машин. При цьому одним із результатів передзбирального обприскування є прискорення дозрівання плодів та ягід.

Етилен активно використовують при механічному збиранні груш [80], малини [60], оливok [265].

Посилення утворення етилену, незалежно від причин, що його викликає, призводить до важливих змін у дозріваючому плоді: як тільки концентрація етилену перевищує критичний рівень, його подальше утворення відбувається

автокаталітичним шляхом, зростає логарифмічно у часі. При цьому етилен може збільшувати проникність мембран, інгібувати транспорт ІОК, посилювати гідроліз полісахаридів [8, 9].

Встановлено, що дозрівання плодів і ягід супроводжується глибокою структурною і функціональною перебудовою клітинної стінки: зменшення товщини [188], посилення активності ферментів, що руйнують полісахариди [227], значні структурні зміни геміцелюлоз [190], співвідношення протопектину до розчинного пектину і деполімеризацією пектинів [105, 172], розщеплення глікопротеїнового комплексу серединних пластинок [65]. Пектинові олігомери, які вивільняються внаслідок кислотного або ферментативного гідролізу, здатні ініціювати швидке прискорення синтезу етилену [154, 188, 196].

Зміни у клітинній стінці ведуть до зменшення твердості плоду, покращення його технологічних якостей [34, 172]. Водночас, фізіологічні та біохімічні зміни в плодах і ягодах після обробки їх етиленпродуцентами вивчено не достатньо, що обмежує практичне застосування зазначених препаратів. У зв'язку з цим одним із завдань роботи було встановити зміни у накопиченні різних форм цукрів, загальної кислотності та аскорбінової кислоти, структурі полісахаридного комплексу ягід агрусу в процесі їх дозрівання після передзбиральної обробки рослин етиленпродуцентом есфоном.

Установлено, що на четвертий, восьмий і дванадцятий день після обробки рослин етиленпродуцентом вміст відновлюючих цукрів, сахарози та їх суми у ягодах був вищим порівняно з контролем (табл. 5.2.1.).

Таблиця 5.2.1.

Зміни якісних показників ягід агрусу в процесі їх дозрівання за дії

0,3 %-го есфону

Показники	Контроль			Есфон		
	I	II	III	I	II	III
Сума цукрів, % на маси сирої речовини	6,01 ±0,20	6,20 ±0,20	7,11 ±0,30	6,11 ±0,20	7,92 ±0,21*	8,90 ±0,30*

продовження таблиці 5.2.1.

Відновлюючі цукри, % на маси сирової речовини	4,70 ±0,10	4,51 ±0,10	5,20 ±0,11	5,20 ±0,11	6,10 ±0,10*	6,80 ±0,30*
Сахароза, % на маси сирової речовини	1,32 ±0,10	1,60 ±0,10	1,82 ±0,10	1,23 ±0,10	1,71 ±0,11	2,02 ±0,10
Крохмаль, % на маси сирової речовини	0,85 ±0,01	0,45 ±0,03	0,32 ±0,01	0,71 ±0,02*	0,39 ±0,01*	0,27 ±0,02*
Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г	21,20 ±0,60	21,01 ±0,60	20,82 ±0,40	21,50 ±0,61	22,70 ±0,70	22,41 ±0,71
Титрована кислотність, % маси сирової речовини	2,23 ±0,06	1,96 ±0,04	1,84 ±0,05	2,01 ±0,06*	1,72 ±0,04*	1,82 ±0,05

Примітки: дні після обробки: I – 4-й день; II – 8-й день; III – 12-й день.

* – різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Зафіксовано інтенсивніше зменшення загальної кислотності ягід дослідного варіанта, також зростав вміст аскорбінової кислоти.

Збільшення вмісту цукрів та зниження загальної кислотності плодів під впливом етиленпродуценту кампозану встановлено також в аналогічних дослідженнях, проведених раніше з культурою малини [60].

Установлено незначне зростання активності інвертази в ягодах агрусу протягом їх дозрівання за впливу есфону (рис. 5.1.1.).

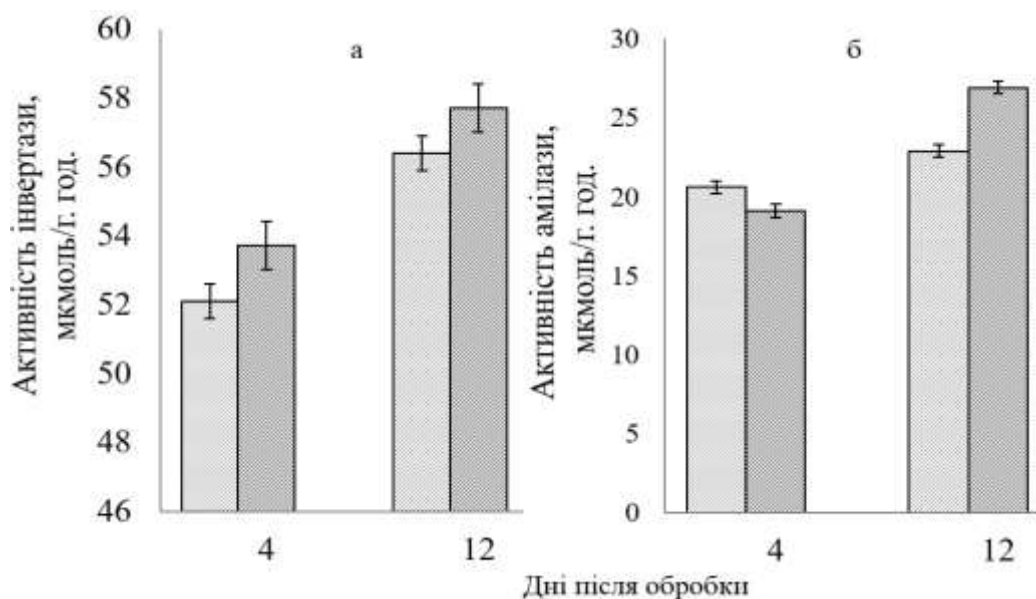


Рис. 5.2.1. Дія есфону на активність амілази (а) та інвертази (б) в процесі дозрівання ягід агрусу сорту Машенька. Дати обробки: 4-й день; 12-й день. ▨ – контроль; ▨ – есфон.

Відмічено також вищу активність амілази в ягодах агрусу сорту Машенька за дії етиленпродуцента в період їх дозрівання, що пояснює інтенсивне зменшення вмісту крохмалю у плодах та збільшення кількості цукрів у них. Вивчення дії триазолпохідних препаратів – паклобутразолу, уніканозолу та азовіту на активність α -амілази в ендоспермі ярого ячменю доводять, що цей показник залежав від ретарданту, його концентрації та сорту ячменю [113].

Відомо, що ступінь солодкості ягід визначається співвідношенням цукри/органічні кислоти. Як свідчать отримані результати зазначене співвідношення швидше зростає у варіанті із застосуванням есфону.

Стиглість ягід значною мірою визначається інтенсивністю мацерації рослинних тканин, яка починається з перетворень полісахаридного комплексу клітинних стінок [8, 60]. Відомо, що процес дозрівання соковитих плодів супроводжується збільшенням вмісту водорозчинних пектинів, зміною активності ферментів їх обміну та полімерних характеристик.

Зокрема, в помідорах при переході зеленого плоду до споживчої зрілості активність пектинестерази зростала у 20 разів. Активність полігалактуронази не вдалося виявити у зелених плодів, але вона була надзвичайно високою у зрілих ягодах томатів [8].

Проведене раніше вимірювання молекулярної маси пектинів, виділених із плодів малини протягом тижня після обробки насаджень 0,1%-ним розчином кампозану М, показало, що поліуронідний комплекс значно змінився: при дозріванні плодів знижувалася молекулярна маса пектинових речовин, причому за дії етиленпродуценту процес відбувався швидше [60].

Отримані результати свідчать про істотні зміни полісахаридного комплексу клітинних стінок ягід агрусу при застосуванні передзбиральної обробки етиленпродуцентом (табл. 5.2.2.).

Аналіз вмісту пектинів у ягодах агрусу протягом періоду дозрівання свідчить про істотне зростання кількості зазначеного полісахариду, причому за дії есфону його накопичення відбувалося інтенсивніше.

Таблиця 5.2.2.

Вміст структурних полісахаридів у ягодах агрусу під впливом 0,3 %-го есфону в процесі дозрівання (% на маси сухої речовини)

Показник	Контроль			Есфон		
	4-й день	8-й день	12-й день	4-й день	8-й день	12-й день
Пектини	11,90 ±0,20	15,10 ±0,30	19,71 ±0,40	13,42 ±0,31*	17,40 ±0,40*	22,60 ±0,51*
Целюлоза	17,41 ±0,40	16,22 ±0,21	15,41 ±0,21	16,11 ±0,30*	14,60 ±0,61	14,01 ±0,40*
Геміцелюлози	17,60 ±0,51	16,61 ±0,42	16,30 ±0,41	17,10 ±0,40	16,70 ±0,50	16,12 ±0,41

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

Раніше було також встановлено, що обробка рослин малини перед збиранням урожаю етиленпродуцентом кампозаном призводила до розщеплення високомолекулярних фракцій целюлози первинних стінок, що сприяло більш швидкій мацерації плодів [60].

Отримані результати дослідження доводять, що передзбиральне застосування есфону зменшує вміст целюлози в ягодах агрусу: у дослідному варіанті зменшення вмісту цього структурного полісахариду відбувалося інтенсивніше. Це узгоджується з отриманими раніше даними, щодо впливу етиленпродуцентів на активність розщеплення низькомолекулярних фракцій целюлози первинних клітинних стінок плодів малини, що забезпечує прискорення мацерації тканин [60]. Можна висловити припущення, що частковий гідроліз целюлози при дозріванні плодів призводить до поповнення в них вмісту цукрів.

Відомо, що геміцелюлози виконують не лише структурну функцію в клітині, а можуть використовуватися частково як резервна речовина [106]. Результати дослідження свідчать про зменшення вмісту геміцелюлоз при дозріванні ягід, але достовірних відмінностей між контролем і дослідом не встановлено.

З'ясовано, що дозрівання ягід супроводжується глибокою перебудовою полісахаридного комплексу. Зокрема встановлено, що обробка ягід малини кампозаном призводила до зменшення масової частки високомолекулярних фракцій пектинів і накопичення низькомолекулярних фракцій [60]. Установлено, що за дії есфону в пектинах плодів томатів суттєво зростає вміст як вільних, етерифікованих, так і загальних карбоксильних груп. Процес посилювався за дії етиленпродуцента [49].

Отримані нами результати також свідчать про істотні зміни стану пектинів у процесі дозрівання ягід агрусу і значний вплив етиленпродуценту на ці процеси (табл. 5.2.3.).

Таблиця 5.2.3.

Вплив 0,3 %-го есфону на вміст вільних, етерифікованих та загальних карбонових груп пектинів ягід агрусу (мгк-екв/г)

Показник	Контроль			Есфон		
	I	II	III	I	II	III
Вільні карбоксильні групи	1,34 ±0,02	2,41 ±0,02	3,17 ±0,02	1,86 ±0,02*	2,75 ±0,02*	3,81 ±0,03*
Етерифіковані карбоксильні групи	4,42 ±0,05	5,61 ±0,04	6,88 ±0,06	5,20 ±0,04*	6,46 ±0,04*	8,12 ±0,06*
Загальні карбоксильні групи	5,76 ±0,03	8,02 ±0,04	10,05 ±0,06	7,06 ±0,06*	9,21 ±0,04*	11,93 ±0,08*

Примітки: дні після обробки: I – 4-й день; II – 8-й день; III – 12-й день.

* – різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Експерименти доводять, що збільшення вмісту пектинів в ягодах агрусу супроводжувалося зростанням кількості карбоксильних груп – вільних, етерифікованих та загальних. За дії есфону зміни були більш істотними. На нашу думку, це свідчить про підвищення вмісту поліуронідної фракції і зменшення залишків цукрів у молекулах пектинів при їх новоутворенні у процесі дозрівання ягід.

Отже, передзбиральна обробка ягід агрусу етиленпродуцентом есфоном посилює накопичення пектинових речовин у плодах, інтенсифікує гідроліз целюлози у порівнянні з контролем, що є важливими показниками більш ранньої мацерації тканин ягід. Застосування передзбиральної обробки ягід агрусу етиленпродуцентом есфоном покращує якість продукції. За дії препарату в ягодах інтенсивніше накопичувалися всі форми цукрів та зменшувалася загальна кислотність. Встановлено, що за дії препарату прискорювалося розщеплення крохмалю ягід унаслідок зростання активності амілази.

ВИСНОВКИ

В роботі всебічно досліджено фізіолого-біохімічні механізми впливу регуляторів росту на морфогенез і продуктивність культури агрусу. Доведено, що в основі підвищення продуктивності лежить перебудова донорно-акцепторних відносин, поліпшення анатомо-морфологічної структури асиміляційного апарату, посилення забезпечення рослин асимілятами та елементами мінерального живлення, а також оптимізація їх перерозподілу в плоди в період карпогенезу.

1. Обробка рослин агрусу у фазу бутонізації гібереліном і ретардантами різних типів призводила до модифікації донорно-акцепторних відносин, що реалізувалося через анатомо-морфологічні зміни вегетативних органів, перерозподіл асимілятів та мінеральних речовин між органами рослини.

2. Застосування препаратів істотно впливало на орґано- і гістогенез рослин агрусу. За дії тебуконазолу гальмувався лінійний ріст пагонів з одночасним потовщенням стебла. Есфон не призводив до потовщення, а застосування гібереліну призводило до протилежного ефекту – видовження та потоншення стебла. За дії тебуконазолу формувалася більша кількість судин у ксилемі порівняно з контролем та гібереліном, при цьому збільшувалася товщина клітинних стінок склеренхімних волокон кори. Наслідком такої перебудови за дії ретардантів було більше накопичення в однорічних пагонах агрусу целюлози, геміцелюлоз і лігніну порівняно з контролем, що є свідченням кращого визрівання пагона.

3. Використання гіберелової кислоти та ретардантів сприяло формуванню більш потужного фотосинтетичного апарату. За дії ретардантів середня площа листка зменшувалася, а гібереліну – збільшувалося порівняно з контролем. Однак у всіх варіантах дослідження зафіксовано потовщення листкової пластинки внаслідок формування потужнішої хлоренхіми, збільшення об'єму і лінійних розмірів її клітин. Найефективнішим виявилось застосування тебуконазолу: за дії цього препарату достовірно підвищувався вміст суми хлорофілів у листку.

4. Оптимізація мезоструктурної організації листка поліпшувала забезпечення процесів морфогенезу асимілятами, що виявилось у збільшенні вмісту неструктурних вуглеводів (сума цукрів + крохмаль) у листках порівняно з необробленими рослинами в усі фази розвитку.

5. Встановлено важливість депонувальної функції стебла в регуляції донорно-акцепторних відносин агрусу. Вміст вуглеводів у цьому вегетативному органі був близьким до їх вмісту у листках. За дії препаратів вміст вуглеводів у стеблі агрусу зростав порівняно з контролем. У період плодоношення вміст неструктурних вуглеводів у стеблі зменшувався внаслідок реутилізації на процеси карпогенезу.

6. Застосування регуляторів росту істотно впливало на накопичення і перерозподіл основних елементів живлення – азоту, фосфору, калію. За дії тебуконазолу і гібереліну відбувалося більш інтенсивне накопичення цих елементів у листках і стеблах рослин агрусу.

7. Внаслідок формування більш потужної донорної сфери, накопичення та перерозподілу потоків асимілятів і основних елементів живлення з вегетативних органів до плодів зростала урожайність культури агрусу. Найефективнішим для підвищення продуктивності без істотних змін якості продукції виявилось застосування триазолпохідного препарату тебуконазолу.

8. Застосування есфону в якості ретарданту достовірно не впливало на продуктивність культури. Водночас, цей етиленпродуцент істотно стимулював дозрівання ягід, що виявлялося в більш інтенсивному розщепленні крохмалю, накопиченні всіх форм цукрів і аскорбінової кислоти в них. Процес супроводжувався значними змінами полісахаридного комплексу: посилювався синтез пектинових речовин та інтенсивніше зменшувався вміст целюлози.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агафонов А. Х. Обработка регуляторами роста перспективных семенных сортов для получения бессемянных ягод винограда / А. Х. Агафонов, Р. Э. Казахмедов // Виноделие и виноградарство. – 2007. – № 3. – С. 38-39.
2. Аладина О. Н. Пикс в ускоренном размножении трудноукореняемых сортов крыжовника / О. Н. Аладина, И. Жаркова // Доклады ТСХА. – 1996. – 267. – С.132-135.
3. Аладина О. Н. Сроки черенкования крыжовника в связи с подготовкой маточных растений к размножению / О. Н. Аладина // Доклады ТСХА. – 2005. – 277. – С. 538- 542.
4. Аладина О. Н. Эффективность применения ретардантов на маточниках крыжовника в зависимости от водообеспеченности растений / О.Н. Аладина // Доклады ТСХА. –2005. – 277. – С. 542-546.
5. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню / Л. А. Анішин, С. П. Пономаренко, З. М. Грицаєнко // К.: ДП «Міжвідомчий науковотехнічний центр «Агробіотех» НАН України і Міністерства освіти і науки України. – 2011. – 40 с.
6. Байдулова Э. В. Совершенствование ассортимента технологии производства продукции переработки тыквенных культур: автореф. канд. дис. М. – 2010. – 19 с.
7. Баранникова З. Д. Транспорт ассимилятов и продуктивность яровой пшеницы при разной влажности почвы и обработке регуляторами роста / З. Д. Баранникова, Г. А. Воробейков, И. И. Матвиенко // Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – ВИР. – 1988. – № 121. – 126 с.
8. Бертон У. Г. Физиология созревания и хранения продовольственных культур / У. Г. Бертон // Москва: Агропромиздат. 1985. – 359 с.
9. Блажей А. Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажей, Л. Шутый // М. : Мир. 1977. – 239 с.

10. Бровко О. В. Вплив синтетичних регуляторів росту 1-НОК та 6-БАП на морфогенез та продуктивність перцю солодкого / О. В. Бровко, В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач // Вісник ЛНАУ. Серія Агротомія. – 2016. – № 20. – С. 77-81.
11. Буланцева Е. А. Влияние регуляторов биосинтеза этилена на метаболические процессы в плодах банана разной степени зрелости / Т. Т. Нгуен, А. О. Ружицкий, М. А. Проценко, Н. П. Кораблева // Прикладная биохимия и микробиология. 2009. – Т. 45. №1. – С. 104-108.
12. Бучинський І. М. Урожайність та якість насіння сортів ріпаку ярого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / І. М. Бучинський // Ін-т кормів НААН України. – Вінниця. 2010. – 18 с.
13. Вакуленко В. В. Регуляторы роста растений / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал // Защита и карантин растений. – 2000. – № 11. – С. 41–42.
14. Васюк В. А. Гібереліни папоротей: участь у регуляції фізіологічних процесів / В. А. Васюк, І. В. Косаківська // Укр. бот. журн. – 2015. – 72(1). – С. 65-72.
15. Ващенко В. Ф. Влияние этиленпродуцента на устойчивость посева ячменя к полеганию / В. Ф. Ващенко, В. В. Нам // Аграрна наука. – 2010. – № 2. – С. 15-17.
16. Волкова Н. П. Южный ягодник / Н. П. Волкова // Всеукраинский аграрный ж-л «Нива». – Симферополь: Издательский дом «Нива», №3(30), 2003. – С. 16-17.
17. Воробьева Н. Н. Влияние этрела и гетероауксина на семенную продуктивность тыквы // Доклады ТСХА, 2007. Вып. 279.
18. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, М. Н. Хандобина. – М. : Высш. шк., 1975. – 392 с.

19. Ганчук М. М. Вплив біокліматичних і ґрунтово-геоморфологічних умов на агроландшафти Вінниччини / М. М. Ганчук // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – 2011. – Вип. 21(12). – С. 32-37.
20. Голунова Л. А. Регуляція продукційного процесу і симбіотичної азотфіксації сої за допомогою ретардантів / Л. А. Голунова, В. Г. Кур'ята // – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». 2016. – 142 с.
21. Гудвин Т. Введение в биохимию растений: в 2 т. / Т. Гудвин, Э. Мерсер; под ред. В. Л. Кретовича. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 392 с.
22. Гуляєв 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.
23. Девис М. Витамин С. Химия и биохимия / М. Девис, Дж. Остин, Д. Патридж; пер. с англ. М.Б.Костина. – М.: Мир. – 1999. – 176 с.
24. Деева В. П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения: Физиологические основы / В. П. Деева, З. И. Шелег, Н. В. Санько. - Минск: Наука и техника, 1988. – 255 с.
25. Деева В. П. Ретарданты – регуляторы роста растений / Деева В. П. – Минск: Наука и техника, 1980. – 176 с.
26. Денисик Г. І. Середнє Побужжя / Г. І. Денисик. – Вінниця: Гіпаніс, 2002. – 280 с.
27. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные: [справочное пособие / ред. Н.А.Кохно]. – К.: Наукова думка, 1986. – 720 с.
28. Дерендовская А. И. Применение гиббереллина в технологии возделывания столовых бессемянных сортов винограда / А. И. Дерендовская, Н. Д. Перстнев, Г. И. Николаеску и др. // Виноградарство і виноробство: міжв. тем. наук. зб. – Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова, 2013. – Вип. 50. – С. 48-52.

29. Дерендовская А. И. Реакция столовых сортов винограда на обработку соцветий гиббереллином / А. Дерендовская, Г. Николаеску, А. Штирбу и др. // Știința agricolă, UASM – Chișinău, 2010, nr. 2. – С. 12-16.
30. Дерфлинг К. Гормоны растений / К. Дерфлинг. – М. : Мир, 1985. – 303 с.
31. Дрозд І. Ф. Особливості впливу метеорологічних умов на формування господарсько цінних ознак у льону олійного / І. Ф. Дрозд // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 178-181.
32. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
33. Задонцев А. И. Хлорхолинхлорид в растениеводстве / А. И. Задонцев, Г. Р. Пикуш, А. Л. Гринченко. – М. : Колос, 1973. – 359 с.
34. Землянская Е. В. Механизмы регуляции передачи этиленового сигнала у растений / Е. В. Землянская, Н. А. Омелянчук, А. А. Ермаков, В. В. Миронова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – 20(3). – С. 386-395.
35. Икрина М. А. Регуляторы роста и развития растений. Т. 2 / М. А. Икрина, А. М. Колбин. - М. : Химия. – 2005. – 471 с.
36. Казахмедов Р. Э. Биологические основы формирования бессемянных ягод у семенных сортов винограда и способы их получения с использованием регуляторов роста / Р. Э. Казахметов // Москва: ТСХА, 1996. - 149 с.
37. Калинин Ф. Л. Физиологические активные в растениеводстве / Ф. Л. Калинин – Киев: Наук. Думка, 1983. – 320 с.
38. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1989. – 162 с.
39. Капля А. В. Физиология действия ретардантов на плодове культуры / Т. А. Мороз, А. И. Тернавский // Киев : Вища школа. – 1978. – 1550 с.
40. Кефели В. И. Рост растений / В. И. Кефели; под ред. М. Х. Чайлахяна. // [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Колос, 1984. –175 с.

41. 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.
42. Киризий Д. А. Фотосинтез. Ассимиляция CO₂ и механизмы ее регуляции / Д. А. Киризий О.О. Стасик, Г. А. Прядкина, Т. М. Шадчина // Киев: Логос, 2014. — Т. 2. — 478 с.
43. Кобець О. В. Вплив використання регуляторів зростання на маточних рослинах агрусу на регенераційну здатність вегетативного потомства у залежності від умов укорінення / О. В. Кобець // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агронімія. 2017. — 235. — С. 226-232.
44. Коваленко В. П. Вплив припосівного внесення фосфорних і азотних добрив на ріст люцерни посівної в Правобережному Лісостепу України / В. П. Коваленко // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія і біологія. 2013. — 11. — С. 70-74.
45. Козленко А. А. Влияние обработки растений льна-долгунца регуляторами роста на урожайность и качество семян / А. А. Козленко // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 9-10 (75-76). – С. 23-26.
46. Кондратенко П. В. Ягідництво України – стан і перспективи розвитку / Л. М. Шевчук, Л. О. Барабаш // Садівництво. – 2014. – 68. – С. 103-110.
47. Коршук Т. П. Влияние ретардантов на физиолого-биохимические особенности магнолий / Т. П. Коршук // Охрана, изучение и обогащения растительного мира. – Киев: Вища щкола. – 1984. – С. 111-117.
48. Коць С. Я. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин / С. Я. Коць, Н. В. Петерсон. – К.: Логос, 2005. – 150 с.
49. Кравець О. О. Фізіологічні основи регуляції росту та морфогенезу томатів за дії гібереліну і ретардантів: дис. ... кандидата біол. наук : 03.00. 12. / Кравець Оксана Олексіївна. – К., 2019. – 161 с.
50. Красноштан С. К. Пектинові речовини плодово-ягідної продукції та їх значення у профілактичних та лікувальних цілях / С. К. Красноштан // Садівництво. – К., 1998. – Вип. 47. – С. 229-235.

51. Крищенко В. П. Методы оценки качества растительной продукции. – М.: Колос, 1983. – 192 с.
52. Крупнов В. А. Влияние температуры воздуха на продуктивность яровой пшеницы в зоне каштановых почв Поволжья / В. А. Крупнов, Л. А. Германцев // Вест. РАСХН. – 2001. – 2. – С. 33-35.
53. Кузнецов В. В. Физиология растений / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева - М.: Высш. шк., 2005. – 735 с.
54. Кулаева О. Н. Новейшие достижения в изучении механизма действия фитогормонов / О. Н. Кулаева, О. С. Прокопцева // Биохимия. – 2004. – 69(3). – С. 293-311.
55. Кур'ята В. Г. Дія ретарданту фолікуру на морфогенез, накопичення вуглеводів та елементів живлення органами рослин агрусу у зв'язку з урожайністю культури / В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки. 2019. – 3(387). – С. 5-10.
56. Кур'ята В. Г. Дія фолікуру на листковий апарат, вміст вуглеводів та елементів живлення в листках агрусу в зв'язку з продуктивністю культури / В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк // Збірник наукових праць. Агробіологія. 2018. – 1(138). – С. 83-88.
57. Кур'ята В. Г. Особливості надходження і перерозподілу неструктурних вуглеводів та елементів мінерального живлення між органами томатів за дії фолікуру / В. Г. Кур'ята, О. О. Кравець // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2017. – 42. – С. 71 – 76.
58. Кур'ята В. Г. Ретарданти — модифікатори гормонального статусу рослин / В. Г. Кур'ята // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К. : Логос, 2009. Т. 1. – С. 565-589.
59. Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах / В. Г. Кур'ята, І. В. Попроцька // Физиология растений и генетика. – 2016. – Т. 48, №6. – С. 475-487.

60. 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.
61. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні основи застосування ретардантів в рослинництві / В. Г. Кур'ята, І. В. Попроцька. – Вінниця: ТОВ «Твори». – 2019. – 98 с.
62. Кур'ята В. Г. Вплив стимуляторів росту та ретардантів на утилізацію резервної олії проростками соняшнику / В. Г. Кур'ята, І. В. Попроцька, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, медицина. – 2017 – Т. 3, №8 – С. 317-322.
63. Кур'ята І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у системі депо асимілятів – ріст у проростків гарбуза під впливом гібереліну і хлормекватхлориду за умов скотої фотоморфогенезу / І. В. Кур'ята, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культурных растений. – 2008. – Т. 40, № 5. – С. 448-456.
64. Курьята В. Г. Действие ретардантов на мезоструктуру листьев малины / В. Г. Курьята // Физиология и биохимия культурных растений. – 1998. – Т. 30, № 2. – С. 144-149.
65. Курьята В. Г. Изменения в полисахаридном комплексе клеточных стенок и химическом составе ягод малины под воздействием донора этилена кампозана М / В. Г. Курьята // Физиология и биохимия культурных растений. – 1991. – 23 (2). – С. 164-169.
66. Кур'ята В. Г. Вплив гіберелової кислоти та тебуконазолу на формування листкового апарату та функціонування донорно-акцепторної системи рослин овочевих пасльонових культур / В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач, О. І. Буйна, О. В. Кушнір, О. В. Буйний // Regulatory mechanisms in biosystems. – 2017. – 8(2). – С. 162-168.
67. Кур'ята, В. Г. Потужність фотосинтетичного апарату та насінневої продуктивності маку олійного за дії ретарданту фолікуру/ В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // Физиология растений и генетика. – 2015. – 47, № 4, – С. 313-320.

68. Лагутенко О. Т. Вплив погодно-кліматичних факторів на формування продуктивності агрусу (*Grossularia reclinata* L.) у північній частині Лісостепу України / О. Т. Лагутенко, Т. О. Загородня // Садівництво. – К., 2012. – Вип. № 65. – С. 223-228.
69. Лагутенко О. Т. Вирощування агрусу за різних систем удобрення в Лісостепу України / О. Т. Лагутенко, В. С. Марковський // Збірник наукових праць. Сільськогосподарські. – 2011. – 19. – С.72-77.
70. Лагутенко, О. Т. Особливості проходження фенофаз рослинами агрусу при вирощуванні в лісостепу України / О. Т. Лагутенко, Т. М. Настека // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 20: Біологія. – 2011. – 3. – С. 55-59.
71. Лагутенко О. Т. Формування продуктивності агрусу в умовах північного Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук, 06.01.07. – плодівництво / О. Т. Лагутенко ; наук. керівник В. С. Марковський ; Інститут садівництва УААН. - Київ, 2008 – 203 с.
72. Лейн З. Я. Витаминность плодов и ягод в разных районах произрастания / З. Я. Лейн // Тр. IV Всесоюз. сем. по биол. акт. вещ. плодов и ягод. – Мичуринск. – 1972. – С. 27-34.
73. Лукаткин А. С. Влияние препарата цитодеф на рост и холодоустойчивость теплолюбивых растений / А. С. Лукаткин, О. В. Овчинникова // Агрохимия. – 2009. – № 12. – С. 32-38.
74. Лукин А. Л. Исследование состава пектина методами кондукто- и потенциометрии / А. Л. Лукин, С. В. Славгородский, В. В. Котов, К. К. Полянский // Вестн. РАСХН. – 2005. – № 4. – С. 85-88.
75. Макрушин М. Регулятори росту - важливий резерв підвищення врожайності / М. Макрушин, С. Герасименко, Р. Бабанов // Пропозиція. – 2003. – №2. – 71 с.
76. Мананков М. К. Регуляторы роста растений и практика их применения / М. К. Мананков, Н. Н. Мусиенко, О. П. Мазанкова. Киев: Український фітосоціологічний центр, 2002. – 183 с.

77. Мананкова О. П. Влияние гиббереллина на плодообразование семенных сортов винограда в условиях Крыма // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2010. –Т. 23, № 4(62). – С. 151–157.
78. Мананкова О. П. Влияние способов обработки гиббереллином на плодообразование семенного сорта винограда мускат янтарный // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Биологические науки. – Симферополь. – 2011. Вып. 31. – С. 35-38.
79. Масляний О. Вирощування олійного льону на Півдні України / О. Масляний // Агроном. – 2005. – № 2. – С. 78-79.
80. Мельник О. В. Збереженість груш сорту Яніс залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену / О. В. Мельник, О. О. Дрозд // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2019. – 1. – С. 117-123.
81. Мокронос А. Т. Фотосинтез. Физиолого-биохимические и экологические аспекты / А. Т. Мокронос, В. Ф. Гавриленко. – М. : Изд-во Московского университета, 1992. – 320 с.
82. Моргун В. В. Проблема регуляторів росту в світі та її вирішення в Україні / В. В. Моргун, В. К. Яворська, І. В. Драговоз // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 5. – С. 371-375.
83. Моргун В. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение / В. В. Моргун, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – 41, № 3. – С. 187-207.
84. Муромцев Г. С. Антигиббереллиновая активность ретардантов и этилена / Г. С. Муромцев, А. В. Кокурин, З. И. Павлова // С.- х. биология. – 1985. – № 5. – С.112–115.
85. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев. – М. : Колос, 1979. 246 с.
86. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений // Аграрная наука. – 1993. - № 3. – С. 21-24.

87. Муромцев Г. С. Физиологическая активность гисббереллина A_7 // П-я конф. Регуляторы роста и развития растений / Г. С. Муромцев // Тез. докл. -М., 1992. – 4 .2. –144 с.
88. Муромцев Г. С. Гиббереллины / Г. С. Муромцев, Л. А. Пеньков – М.: Сельхозиздат, 1962. – 231 с.
89. Надточий И. П. Крыжовник имеет много преимуществ / И. П. Надточий // Ж-л «Дом, сад, город». 2003. – 9. – С. 11-13.
90. Никелл Л. Дж. Регуляторы роста растений: применение в сельском хозяйстве / Л. Дж. Никелл // пер. с англ. В. Г. Кочанкова ; под ред. и с предисловием В. И. Кефели. – М. : Колос, 1984. – 192 с.
91. Николенко В. В. Методика определения площади листовой поверхности сортов декоративной земляники / В. В. Николенко, С. Ф. Котов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – 2. – С. 99–105.
92. Овруцька І. І. Уявлення про лігніфікацію клітинних стінок / І. І. Овруцька // Укр. ботан. журн. — 2007. — 62, № 5. – С. 463-469.
93. Овчаров К. Е. Витамины растений / К. Е.Овчаров. – М., 1963. – 83 с.
94. Олійник В. О. Продовольча безпека України: сучасний стан та механізм державного регулювання [Електронний ресурс] / В.О. Олійник. Режим доступу до журналу.: www.kbuara.kbuara.ua/e-book/.../08.pdf
95. Паду Э. Свойства пероксидазы и фенилаланин-аммиак-лиазы при образовании и лигнификации клеточных стенок стебля пшеницы / Э. Паду // Физиол. раст. — 1995. – 42, № 3. – С. 408-415.
96. Перстнев Н. Д. Применение регуляторов роста в виноградарстве / Н. Д. Перстнев, А. И. Дерендовская // Кишинев: АССА. – 2002. – 39 с.
97. Півошенко І. М. Клімат Вінницької області / І. М. Півошенко. – В. : ВАТ Віноблдрукарня, 1997. – 240 с.
98. Піскорська Т. В. Вплив ретардантів з різним механізмом дії на ріст, розвиток і продуктивність баклажанів / Т. В. Піскорська // Актуальні питання географічних, хімічних і біологічних наук: основні наукові проблеми та

перспективи дослідження: збірник наукових праць ВДПУ. – Вінниця. – 2014. – С. 136-137.

99. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – [4-е изд.]. – М.: Колос. –1980. – 495 с

100. Поливаний С. В. Вплив суміші трептолему і хлормекватхлориду на продуктивність і якість продукції маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Агробіологія: Збірник наукових праць / Білоцерків. нац.. аграр. ун-т. – Біла Церква. – 2013. – Вип. 10(100). – 191 с. – 103-106 с.

101. Поливаний С. В. Вплив фолікуру на морфогенез та продуктивність рослин маку олійного / С. В. Поливаний // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2014. – 36. – С. 64 – 67.

102. Поливаний С. В. Фізіологічні основи застосування модифікаторів гормонального комплексу для регуляції продукційного процесу маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 140 с.

103. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю 2009 / С. П. Пономаренко // Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 102–104.

104. Попова В. П. Эффективность применения регулятора роста Регалис в интенсивных насаждениях яблони / В. П. Попова, Т. Г. Фоменко и др. // Садоводство и виноградарство. – 2013. - №3. – С. 31-34.

105. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей гарбуза за різного рівня донорно-акцепторних відносин у процесі проростання / І. В. Попроцька // Физиология растений и генетика. – 2014. – 46(3). – С. 259-266.

106. Попроцька І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у рослин в системі «депо асимілятів – ріст» у процесі проростання / І. В. Попроцька – Нілан-ЛТД, 2017. – 123 с.

107. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. / Х. Н. Починок. – К.: Наук. думка, 1976. – 334 с.

108. Починок В. М. Продуктивність і якість зерна пшениці у зв'язку з особливостями розподілу азоту в рослин / В. М. Починок, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – 42. №5. – С. 393-402.
109. Причко Т. Г. Влияния обработок гиббереллином на урожайность и качество плодов черешни / Т. Г. Причко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 28(04). – С. 93-102.
110. Причко Т. Г. Усиление интенсивности окраски яблок регуляторами роста в период выращивания / Т. Г. Причко, М. Г. Германова, Т. Л. Смелик // Научные труды гос. науч. учреждения Северо-Кавказского зонального науч.-исслед. ин-та садоводства и виноградарства Рос акад. с.-х. наук. – 2015. – Т. 8. – С. 153-158.
111. Проценко М. Застосування сполук, які після обприскування рослин розпадаються з виділенням етилену, відкриває широкі перспективи використання їх в практиці рослинництва для прискорення дозрівання плодів і ягід, механізованого збору продукції / М. Проценко, Е. Буланцева, А. Ружицкий, В. Хотченков // С.-х. биол.. – 2013. – № 3. – С. 14-19.
112. Прусакова Л. Д. Влияние эпибрасинолида и Акоста на засухоустойчивость и продуктивность яровой пшеницы / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова, Л. Ф. Агеева и др. // Агрехимия. – 2000. – № 3. – С. 50-54.
113. 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.
114. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко // Агрехимия. – 2005. – № 11. – С. 76-86.
115. 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. – № 2. – 1990. – С. 84-124.

116. Прусакова Л. Д. Применение производных триазола в растениеводстве / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агрохімія. – 1998. – № 10. – С. 37-44.
117. Разумов В. А. Массовый анализ кормов / В. А. Разумов – М. : Колос, 1982. – 176 с.
118. Рейвн П. Современная ботаника / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн — М.: Мир, 1990. – 347 – 208 с.
119. Ретарданты [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ретарданты>.
120. Рогач В. В. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфофізіологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі / В. В. Рогач, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Серія Біологія. Екологія. – 2015. – 23(2). – С. 221- 224.
121. Рогач В. В. Дія гібереліну та ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат і продуктивність картоплі / В. В. Рогач, І. В. Попроцька, В. Г. Кур'ята // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2016. – 24 (2). – С. 416 – 420.
122. Рогач В. В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотмістких сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. – 2004. – № 3-4 (24). – С. 28-33.
123. Рогач В. В. Динаміка накопичення і перерозподілу різних форм вуглеводів в органах рослин баклажанів за дії стимуляторів росту / В. В. Рогач // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія. – 2019. – № 2 (76). – С.97-103.
124. Рогач Т. І. Вплив регуляторів росту на хімічний склад насіння і якість олії *Helianthu Sannusl* / Т. І. Рогач // IV-ий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія / Elogy – 2013); 25-27 вересня 2013 р. : збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО. – 2013. – С. 409-411.

125. Рогач Т. І. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему : монографія / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята. – Вінниця: ТВОРИ, 2018. – 139 с.
126. Рогач Т. І. Накопичення та перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин соняшника в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Зб. наук. праць ВНАУ. – 2011. – № 8 (48). – С. 49-54.
127. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний, – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД» – 2016. – 152 с.
128. 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.
129. Сакало В. Д. Влияние предпосевной обработки семян сахарной свеклы регуляторами роста на метаболизм сахарозы и продуктивность / В. Д. Сакало, В. М. Курчий // Физиология и биохимия культ.растений. – 2002. – Т. 34. – № 2. – С. 113-120.
130. Сапожникова Е. В. Биологическая химия / Е. В.Сапожникова. – М.: Изд-во АН СССР. – 1965. – 196 с.
131. Сергеева К. Д. Крыжовник / К. Д. Сергеева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
132. Студенская И. С. Смородина и крыжовник / И. С. Студенская. – Л.: Ленингр. орг. о-ва «Знание» РСФСР, 1986. – 31 с.
133. Сулима Ю. В. Вплив ретардантів на морфогенез і продуктивність картоплі / Ю. В. Сулима, Ю. В. Михайлова, В. В. Рогач // «Бъдещите изследования – 2014» : материали за X Международна научна приктична конференция; 17-25 февруари, 2014. – Т. 38. Биологии. – София : «Бял ГРАДБГ» ООД. – 2014. – С. 26-29.
134. Ткачова А. В. Вплив антигіберелінових інгібіторів росту рослин на морфогенез і продуктивність перців / А. В. Ткачова, О. В. Бровко, В. В. Рогач

// «Dnyvedy – 2014» : materialy X Mezunarodni vedecko-practicka conference; 27.03.2014 – 05.04.2014. – Dil 27. –Biologickevedy. – Praga : Publishing House «Education and Science» s.r.o. – 2014. – С. 20-23.

135. Ткачук О. О. Вплив паклобутразолу на вміст вуглеводів у рослинах картоплі / О. О. Ткачук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2015. – №1. – С. 144-147.

136. Ткачук О. О. Вплив ретардантів на вміст азоту, фосфору та калію у рослин картоплі / О. О. Ткачук // Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку, у 2-х т. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. – К.: Логос, 2009. – Т. 1. – С. 663–669.

137. Ткачук О. О. Дія декстрелу, паклобутразолу та хлормекватхлориду на фізіологічні й біохімічні показники рослин картоплі./ О. О. Ткачук // Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання : зб. наук. праць звітної наукової конференції викладачів за 2016-2017 н.р. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – С. 69-86.

138. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі: монографія / О. О.Ткачук, В. Г. Кур'ята – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». – 2016. – 152 с.

139. Тохвер А. К. Интенсивность функционирования шикиматного пути и накопление фенольных соединений в листьях ячменя разного возраста / А. К. Тохвер, Э. В. Пальм // Физиол. раст. – 1991. – 38, вып. 3. – С. 485-491.

140. Убугонов Л. Л. Влияние возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность, качество, сохранность картофеля и динамику нитратного и аммонийного азота в орошаемых каштановых почвах Забайкалья / Л. Л. Убугонов, М. Г. Меркушева, Б. Х. Будаев // Агрохимия. – 2003. – №7. – С. 32-44.

141. Федоров Д. Е. Влияние регулятора роста на продуктивность и товарные качества различных сортов яблони в условиях ЦЧР / Д. Е. Федоров, А. В.

Соловьев, Н. П. Сдвижков, Д. Н. Еремеев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – (1-1). – С. 69-72.

142. Франчук Е. П. Пектиновые вещества крыжовника / Е. П. Франчук, В. Н. Стрельников // Сб. тр. IV Всесоюзного семинара по биол. акт. (лечеб.) веществам. – Мичуринск. – 1972. – С. 519–522.

143. Ходаницька О. О. Дія хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез, продуктивність та жирнокислотний склад насіння льону олійного / О.О. Ходаницька, В. Г. Куря'та. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 148 с.

144. Ходаницька О. О. Вплив регуляторів росту на вміст азоту, фосфору та калію у рослинах льону олійного / О. О. Ходаницька, В. Г. Куря'та // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.. – 2013. – № 3(56). – С. 102-108.

145. Чайлахян М. Х. Влияние производных нуклеинового обмена на рост и цветение растений / М. Х. Чайлахян, Р. Г. Бутенко, И. И. Любарская // Физиология растений. – 1961. – № 8. – С. 101-104.

146. Червоняк Т. С. Вплив ретардантів на динаміку накопичення вуглеводів у рослин томатів / Т. С. Червоняк, О. І. Кондратюк, О. В. Буйний, В. В. Рогач // «Dnyvedy – 2014» : materialy X Mezshnarodnivedecko-practicka conference; 27.03.2014 – 05.04.2014. – Dil 27. –Biologickevedy. – Praga : Publishing House «Education and Science» s.r.o. – 2014. – С. 17-20.

147. Шадчина Т. М. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні основи та екологічні аспекти / Т. М. Шадчина, Б. І. Гуляєв, Д. А. Кірізій та ін. // К.: Фітосоціоцентр. – 2006. – 384 с.

148. Шаповалов А. А. Отечественные регуляторы роста растений / А. А. Шаповалов, Н. Ф. Зубкова. // Агрехимия. – 2003. – №11. – С. 33-47.

149. Шаталюк Г. С. Вплив гібереліну на мезоструктурну організацію листка, накопичення та перерозподіл асимілятів та елементів живлення у рослин агрусу (*Grossularia reclinat*) в зв'язку з продуктивністю культури / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science». – 2019. – 1(16). – С. 10-13.

150. Шевчук Л. М. Вплив метеорологічних умов Лісостепу України на якість ягід суниці / Л. М. Шевчук, В. В. Павлюк // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування [зб. наук. пр. Уманського держ. агр. ун-ту]. – К.: ЗАТ «Нічлава». – 2008. – С. 717-721.
151. Шевчук О. А. Вплив декстрелу та паклобутразолу на продуктивність цукрового буряка / О. А. Шевчук // Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання : зб. наук. праць звітної наукової конференції викладачів за 2016-2017 н.р. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – С. 179-192.
152. Шевчук О. А. Особливості насінневої продуктивності рослин цукрового буряка при обробці квітконосних пагонів ретардантами / О. А. Шевчук, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль. – 2008. – 2 (36). – С. 42-46.
153. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків: монографія. / О. А. Шевчук, В. Г. Кур'ята – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 140 с.
154. Шелухина Н. П. Пектиновые вещества, их некоторые свойства и производные / Н. П. Шелухина, З. Д. Ашубаева, Г. Б. Аймухамедова. – Фрунзе : Илим. – 1988. – 240 с.
155. Щипарев С. М. Количественное определение аскорбиновой кислоты с помощью гексацианоферрита калия / С. М. Щипарев // Методы биохимического исследования растений. – Л. : Из-во Ленинградского ун-та. – 1978. – С. 133-135.
156. Эрдели Г. С. Изобутираты – новый класс ретардантов : монография / Г. С. Эрдели, Г. Н. Хожайнова, Г. Шиллинг // Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та. – 1992. – 159 с.
157. Яворська В. Регулятори росту зберігають сорьовиту типовість сільськогосподарських культур / В. Яворська, І. Драговоз, В. Мусіяка // Пропозиція. – 2004ю. – № 8-9.

158. Яструб Т. О. Токсиколого-гігієнічна оцінка регуляторів росту рослин на основі гіберелінів / Т. О. Яструб / Український журнал з проблем медицини праці. – 2016. – 3(48). – С. 20-29.
159. Al-Khassawneh N. M. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators / N. M. Al-Khassawneh, N. S. Karam, R. A. Shibli // *Scientia Horticulturae*. – 2006. – 107(2). – P 187-193.
160. Altintas S. Effects of chlormequat chloride and different rates of prohexadionecalcium on seedling growth, flowering, fruit development and yield of tomato / S. Altintas // *African Journal of Biotechnology*. – 2011. – 10(75). – P. 17160-17169.
161. Asil M. H. Response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) to Gibberellic acid and Benzyladenine / M. H. Asil, Z. Roein, J. Abbasi // *Horticulture Environment and Biotechnology*. – 2011. – 52(1). – P. 46-51.
162. Bekheta M. A. Influence of selenium and paclobutrazole on growth, metabolic activities and anatomical characters of *Gerbera jasmonii* L. / M. A. Bekheta, S. Abbas, O. S. El-Kobisy // *Austr. J. of Basic and Applied Sci.* –2008 – 4. – P. 1284-1297.
163. Bhalla R. Response of plant bio-regulators on dormancy breaking in gladiolus / R. Bhalla, A. Kumar // *Journal of Ornamental Horticulture*. –2008. – 11(1)/ – P. 1-8.
164. Bleecker A. B. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants / A. B. Bleecker, H. Kende // *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. – 2000. – 16. –P. 1-18.
165. Bonelli L. E. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date / L. E. Bonelli, J. P. Monzon, A. Cerrudo, R. H. Rizzalli, F. H. Andrade // *Field Crops Research*. – 2016. – 198. – P. 215-225.
166. Carvalho M. E. A. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower? / M. E. A. Carvalho, C. P. R. Castro, F. M. V. Castro, A. C. C Mendes // *Communicate Scientiae*. – 2016. – 7(1). – P.154 -164.
167. Cassán F. *Azospirillum brasilense* and *Azospirillum lipoferum* hydrolyze conjugates of GA₂₀ and metabolize the resultant aglycones to GA₁ in seedlings of

- rice dwarf mutants / F. Cassán, R. Bottini, G. Schneider, P. Piccoli. *Plant Physiol.* – 2001. –125. – P. 2053-2058 *a*.
168. Curry E. A. Effect of paclobutrazol on fruit quality: apple, pear and cherry / E. A. Curry, M W. Williams// *Acta Hort.* – 1986. – 179. – P. 743-754.
169. Davière J. M. Gibberellin signaling in plants / J. M. Davière, P. Achard // *Development.* – 2013. – 140. V P. 1147-115.
170. Davies P. J. *Plant hormones: Biosintesis, signal transduction, action.* – Dordrecht : Kluwer Acad. Publ. –2004.
171. Demotes–Mainard S. Effects of nitrogen and radiation on dry matter and nitrogen accumulation in the spike of winter wheat / S. Demotes–Mainard, M. H. Jeuffroy // *Field Crops Res.* – 2004. – 87(2-3). – P. 221-233.
172. Ding S. Changes in pectin characteristics during the ripening of jujube fruit /S. Ding, R. Wang, Y. Shan, G. Li // *Journal of the Science of Food and Agriculture.* – 2017. – 97(12). – P. 4151-4159.
173. Dodd I. C. Rhizobacterial mediation of plant hormone status / I. C. Dodd, N. Y. Zinovkina, V. I. Safronova, & A. A. Beimov // *Annals of Applied Biology.* – 2010. – 157 (3). – P.361-379.
174. Espindula M. C. Effect of growth regulators on wheat stem elongation / M. C. Espindula, V. S. Rocha, L. T. Souza, M. A. Souza, & M. A. S. Grossi // *Acta Scientiarum. Agronomy.* – 2010. – 32(10). – P. 109-11.
175. European Food Safety Authority. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance gibberellic acid (GA₃). EFSA – 2012. –10(1). – P. 1-6.
176. Falcioni R. Increased Gibberellins and Light Levels Promotes Cell Wall Thickness and Enhance Lignin Deposition in Xylem Fibers Front / R. Falcioni, T. Moriwaki, D. M. D. Oliveira, G. C. Andreotti, L. A. Souza, W. D. Santos, W. C. Antunes // *Plant Sci.* – 2018. – 9(1391). – P. 24-32.
177. Fernandez J. A. Induction of drought tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period / J. A. Fernandez, L. Balenzategui, S. Ban'n, & J. A. Franco // *Sci. Hort.* – 2006. –107. – P. 277–283.

178. Fleet C. M. A DELLA cate balance: The role of gibberellin in plant morphogenesis / C. M. Fleet, T. P. Sun // *Curr. Opin. Plant Biol.* – 2005. – 8. – P. 77-85.
179. Fletcher R. A. Triazoles as Plant Growth Regulators and Stress Protectants. / R. A. Fletcher, A. Gilley, N. Sankhla, & T. D. Davis // *Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci.)*. – 2000. – 24. – 55-138.
180. Gantait S. Gibberellins - a multifaceted hormone in plant growth regulatory network. / S. Gantait, U. R. Sinniah, M. N. Ali, N. C. Sahu // *Current Protein and Peptide Science*. – 2015. – 16(5). – P. 406-412.
181. Griffiths J. Genetic characterization and functional analysis of the GID_1 gibberellin receptors in Arabidopsis / J. Griffiths, K. Murase, I. Rieu et al. // *Plant Cell*. – 2006. – 18. – P. 3399-3414.
182. Grossman K. Growth Retardant as Inhibitor of Ethylene Production / K. Grossman, C. Hauser, E. Sauerbrey, H. Fritsh, O. Schmidst, J. Jung // *J. Plant Physiol.* 1989 – 134. – P. 538-543.
183. Gupta R. Gibberellic acid in plant / R. Gupta, S. Chakrabarty // *Plant Signal Behav.* – 2013. – 9. – P. 25504.
184. Gustavo D. Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana L.*), a solanaceous species / D. Gustavo, O. T. T. Gabriel, A. M. Sozzia, V. F. Cerri, A. Adela // *Postharvest Biology and Technology*. – 1999. – 16(2). – P. 139-145.
185. Hajhashemi S. Exogenously applied paclobutrazol modulates growth in salt-stressed wheat plants / S. Hajhashemi, K. Kiarostami, A. Saboora & S. Enteshari // *Plant Growth Regul.* – 2007. – 53. P. 117-128.
186. Hatfield R. Lignin formation in plant. The dilemma of linkage specificity / R. Hatfield, W. Vermerris // *Plant Physiol.* – 2001. – 126. – P. 1350-1357.
187. Hedden P. The Gibberellins / P. Hedden, S. G. Thomas, // John Wiley & Sons. 2016. 49.
188. Hemangi G. C. Effect of postharvest ethylene treatment on sugar content, glycosidase activity and its gene expression in mango fruit / G. Chidley Hemangi,

B. Deshpande Ashish, S. Oak Pranjali, H. Pujari Keshav, P. Giri Ashok, S. G. Vidya// Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2017. – 97. – P. 1624-1633.

189. Hodairi M. H. The effects of paclobutrazol on growth and the movement of ¹⁴C- labeled assimilates in – Red Deliciousl apple seedlings / M. H. Hodairi, A. E. Conham, W. R. Buckley. – 1988. – Vol. 63, №4. – P. 213-223.

190. Hosakote M. Y. Mango ripening: changes in cell wall constituents in relation totextural softening / M. Yashoda Hosakote, N. Prabha Tyakal, N. Tharan Rudrapatnam // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2006. – 86(5). – P. 713-721.

191. Ibrahim M.E. Trials on the application of fertilization combined with plant hormone spraying for improving the production of carnation absolute oil / M. E. Ibrahim // Journal of Materials and Environmental Science. –2017. – 8(4). – P. 1284-1290.

192. Jung J. Growth regulation in crop plants with new types of triazole compounds / J. Jung // Crop Sc. – 1987. – Vol. 158. – P. 324-332.

193. Kamran M. Effect of paclobutrazol, a potential growth regulator on stalk mechanical strength, lignin accumulation and its relation with lodging resistance of maize. / M. Kamran, et al. // Plant Growth Regul. – 2018. – 84. P. 317–332.

194. Kamran M. Application of paclobutrazol affect maize grain yield by regulating root morphological and physiological characteristics under a semi-arid region / M. Kamran, S. Wennan, I. Ahmad *et al.* // Sci Rep. – 2018. – 8. –P. 4818.

195. Kasem M. M. Studding the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne L.*) / M. M. Kasem, M. M. El-Baset // Journal of Plant Sciences. – 2015. – 3(5). – P. 255-258.

196. Kausik M. Ethephon-induced fractional changes of pectic polysaccharides indeveloping cape gooseberry (*Physalis peruviana*) fruits / M. Kausik, C. M. Bibhas //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2005. – 85(7). – P. 1222-1226.

197. Khan A. L. Endophytic fungal association via gibberellins and indole acetic acid can improve plant growth under abiotic stress: An example of Paecilomyces

- formosus LHL10 / A. L. Khan, M. Hamayun, S. M. Kang, Y. H. Kim, H. Y. Jung, J. H. Lee, & I. J. Lee // BMC Microbiology. – 2012. – 12(1). – P. 3.
198. Koning R. E. Gibberellins / R. E. Koning // Plant Physiology Information Website. – 1994.
199. Kosakivska I. V. Phytohormones during growth and development of Polypodiophyta. // I. V. Kosakivska, L. M. Babenko, M. M. Shcherbatiuk, N. P. Vedenicheva, L. V. Voytenko, V. A. Vasyuk // Advances in Biology & Earth Sciences. – 2016. – 1(1). – P. 26-44.
200. Koutroubas S. D. Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC) / S. D. Koutroubas, C. A. Damalas // Bioscience Journal. – 2016. – 32(6). – 1493-1501.
201. Kumar R. Enhancing blooming period and propagation coefficient of tulip (*Tulipa gesneriana* L.) using growth regulators / R. Kumar, N. Ahmed, D. B. Singh, O. C. Sharma, S. Lal, M. M. Salmani // Afr. J. Biotechnol. – 2013. – 12(2). – P. 168-174.
202. Kumar S. Paclobutrazol treatment as a potential strategy for higher seed and oil yield in fieldgrown *Camelina sativa* L. Crantz / S. Kumar, S. Ghatty, J. Satyanarayana & A. Guha // BSK Research Notes. – 2012. – 5. – P. 1–13.
203. Kuryata V. G. Peculiarities of the growth, formation of leaf apparatus and productivity of tomatoes under action of retardants folicur and ethephon / V. G. Kuryata, O. O. Kravets // The Bulletin of Kharkiv national agrarian university. Series Biology. – 2017. – 1(40). – P. 127-132.
204. Kuryata V. G. Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy under treptolem treatment towards crop productivity / V. G. Kuryata, S. V. Polyvanyi // Ukrainian Journal of Ecology. – 2018. – 8(1). – P. 11-20.
205. Kuryata V. G. The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings / V. G. Kuryata, I. V. Poprotska, T. I. Rogach // Regulatory mechanisms in Biosystems. – 2017. – 8(3). – P. 317-322.
206. Kuryata V. G. Features of anatomical structure, formation and functioning of leaf apparatus and productivity of linseed under chlormequatchloride treatment / V.

G. Kuryata, O. O. Khodanitska // Ukrainian Journal of Ecology. – 2018. – 8(1). – P. 918-926.

207. Kuryata V. G. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment / V. G. Kuryata, O. O. Kravets // Ukrainian journal of ecology. – 2018. – 8(1). – P. 356-362.

208. Liu L. Uniconazole-induced starch accumulation in the bioenergy crop duckweed (*Landoltia punctata*) II: transcriptome alterations of pathways involved in carbohydrate metabolism and endogenous hormone crosstalk / L. Liu, Y. Fang, M. Huang, Y. Jin, J. Sun, X. Tao, G. Zhang, K. He, Y. Zhao & H. Zhao H // Biotechnologie for Biofuels. – 2014. – 8. – P. 64.

209. MacMillan J. Occurrence of gibberellins in vascular plants, fungi, and bacteria / J. MacMillan // J. Plant Growth Regul. – 2001. – 20(4). – P. 387-442.

210. Malonek S. Distribution of gibberellins biosynthetic genes and gibberellin production in the *Gibberella fujikuroi* species complex / S. Malonek, C. Bömke, E. Bornberg-Bauer, et al. // Phytochemistry. – 2005. – 66(11). – P. 1296-311.

211. Martínez C. Gibberellins and plant vegetative growth / C. Martínez, A. Espinosa-Ruiz, S. Prat // Annu Plant Rev. – 2016. – 49. – P.285–322.

212. Matsoukis A. Mepiquat chloride and shading effects on specific leaf area and K, P, Ca, Fe and Mn content of *Lantana camara* L. / A. Matsoukis, D. Gasparatos, A. Chronopoulou–Sereli // Emirates Journal of Food and Agriculture. –2015. – 27(1). – P. 121-125.

213. Matysiak K. Effect of chlorocholine chloride and triazoles – tebuconazole and flusilazole on winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera* L.) in response to the application term and sowing density / K. Matysiak, S. Kaczmarek // J. PlantProt. Res. – 2013. – 53(1). – P. 79–88.

214. 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, C. Yelenosky // J. Plant Growth Regulat. – 1986 –5(2). – P. 111-120.

215. Minguet E. G. Gibberellin Implication in Plant Growth and Stress Responses. / E. G. Minguet, D. Alabadí, M. A. Blázquez // In: Tran LS., Pal S. (eds) *Phytohormones: A Window to Metabolism, Signaling and Biotechnological Applications*. Springer, New York, NY. 2014. P. 119-161.
216. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukrainea nomenclaturalchecklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – K.: M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 280 p.
217. Nagy M. Changes caused by CCC treatment in the endogenous gibberellin content during the swelling of *Phascolus vulgaris* L. seed / M. Nagy, C. Hodur // *Acta agron. Acad. Sci. Hung.* – 1984. – 33(1-2). – P. 611-614.
218. Nakajima M. Identification and characterization of *Arabidopsis* gibberellin receptors / M. Nakajima, A. Shimada, Y. Takashi, Y. C. Kim, S. H. Park, M. Ueguchi-Tanaka, H. Suzuki, E. Katoh, S. Iuchi, M. Kobayashi, T. Maeda // *Plant J.* – 2006. – 46(5). – P. 880-889.
219. Nelson S. K. Gibberellin hormone signal perception: down-regulating DELLA repressors of plant growth and development / S. K. Nelson, C. M. Steber CM// *Annu Plant Rev.* – 2016. – 49. – P. 153-188.
220. Ogawa K. Generation of superoxide anion and localization of CuZnsu peroxide dismutase in the vascular tissue of spinach hypocotyls: Their Association with Lignification / K. Ogawa, S. Kanematsu, K. Asada // *Plant Cell Physiol.* – 1997. – 38(10). – P. 1118-1126.
221. Özmen A. D. Effects of paclobutrazol on response of two barley cultivars to salt stress / A. D. Özmen, F. Özdemir & I. Türkan // *Biol. Plant.* – 2003. – 46. – P. 263-268.
222. Pavlista A. D. Influence of foliar-applied growth retardants on russet burbank potato tuber production / A. D. Pavlista // *Am. J.Potato.* – 2013. – 90. – P. 395-401.
223. Piccoli P. Metabolism of 17,17-[²H₂]-gibberellin A₂₀ to 17,17-[²H₂] gibberellin A₁ by *Azospirillum lipoferum* cultures / P. Piccoli, R. Bottini R. 1994. // *AgriScientia.* – 1994. – 11. – P. 13-15.

224. Piccoli P. Metabolism of 17, 17 [2H₂]-gibberellins A₄, A₉ and A₂₀ by *Azospirillum lipoferum* in chemically-defined culture medium / P. Piccoli, O. Masciarelli, & R. Bottini // *Symbiosis*. – 1996. – 21. – P. 167-178.
225. Pobudkiewicz A. Influence of growth retardant on growth and development of *Euphorbia pulcherrima* Willd / A. Pobudkiewicz // *Klotzsch. Acta Agrobotanica*. 2014. – 67(3). – P. 65-74.
226. Poprotska I. V. Features of gas exchange and use of reserve substances in pumpkin seedlings in conditions of skoto- and photomorphogenesis under the influence of gibberellin and chlormequatchloride / I. V. Poprotska, V. G. Kuryata // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. – 2017 – 8(1). – P. 71-76.
227. Prasanna V. Pectic polysaccharides during ripening of mango (*Mangifera indica*L.) / V. Prasanna, H. M. Yashoda, T. N. Prabha, R. N. Tharanathan // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2003. – 83(11). – P. 1182-1186.
228. Rademacher W. Chemical regulators of gibberellins status and their application in plant production. / W. Rademacher // *Annual Plant Reviews*. – 2016. – 49. – P. 359-403.
229. Ramwant G. Gibberellic acid in plant / G. Ramwant, S. K. Chakrabarty // *Plant Signaling & Behavior*. – 2013. – 8(9). P. 1559-2324.
230. Rogach V. V. Dynamic of accumulation and redistribution of various carbohydrate forms and nitrogen in organs of tomatoes under treatment with retardants / V. V. Rogach, O. O. Kravets, O. I. Buina, V. G. Kuryata // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. – 2018. – 9(2). – 293-299.
231. Sabovljevic M. Plant growth regulation in bryophytes / M. Sabovljevic M, M. Vujicic, A. Sabovljevic // *Botan. Serbica*. – 2014. – 38(1). – P. 99-107.
232. Sang-Kuk K. Effects of Gibberellin Biosynthetic Inhibitors on Oil, Secoisolarosonolodiglucoside, Seed Yield and Endogenous Gibberellin Content in Flax / K. Sang-Kuk, K. Hak-Yoon // *Korean Journal of Plant Resources*. – 27(3). – 229-235.

233. Sankar B. Effect of paclobutrazol on water stress amelioration through antioxidants and free radical scavenging enzymes in *Arachis hypogaea* L. / B. Sankar et al. // *Colloids Surfaces B Biointerfaces*. – 2007. – 60. – P. 229-235.
234. Selim S. M. Hassanain and Samah M. Youssef. Response of growth, flowering, concrete oil and its component of *Polianthes tuberosa* L. cv. double to phosphorus fertilizer and gibberellic acid / S. M. Selim, F.M. Matter, M. A. Hassanain and M. Y. Samah // *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. – 2017. – 6(9). – P. 1639-1652.
235. Sergeeva L. I. Influence of ethrel, IAA and TYBA on tobacco Trapezond flowering in connection with plant ageing and physiological state / L. I. Sergeeva // *Ethylene: Physiol., Biochemistry and Practical Application: Int. Conf. mark 90 Anniv. Discov. Ethylene. D.N. Neljubov (1866- 1926) Moscow-Pushchino-St. Petersburg, July 16-21, 1992. – Pushchino. – 1992. – 48 p.*
236. Sousa Lima G. M. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole / G. M. Sousa Lima, M. C. Toledo Pereira, M. B. Oliveira, S. Nietsche, G. P. Mizobutsi, & W. M. Publio Filho // *Ciencia Rural*. – 2016. – 46(8). – P. 1350-1356.
237. Tadao A. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor / A. Tadao, M. Yong Ki, N. Noriko // *Plant Physiol*. –2000. – 123(1). – P. 93-99.
238. Takeru G. Abscisic acid in the thermoinhibition of lettuce seed germination and enhancement of its catabolism by gibberellin / G. Takeru, K. Shusuke, T. Makoto, S. Shigeru, H. Teruyoshi, H. Nobuhiro, K. Hiroshi, K. Yuji, Y. Toshihito // *Journal of Experimental Botany*. – 2004. – 55(394). – P. 111-118.
239. Tarakovskaya E. R. Phytohormones in algae / E. R. Tarakovskaya, M. A. Maslov, R. Taylor, P. B. Kaufman // *Russian J. Plant Physiol*. – 2007. – 54. – P. 163-170.
240. Tezuka T. Physiological studies on the action of CCC in Kyoho graper / T. Tezuka, X. Sekia, X. Ohno // *Plant and Cell Physiol*. – 1980. – 21(6). – P. 969-977.

241. Tolbert N. E. (2-chlorethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. 1. Chemical structure and bioassay / N. E. Tolbert // *J. Biol. Chem.* – 1960 – 235(4). – P. 475-483.
242. Troncoso C. Gibberellin biosynthesis and gibberellin oxidase activities in *Fusarium sacchari*, *Fusarium konzum* and *Fusarium subglutinans* strains / C. Troncoso, X. Gonzalez, C. Bomke, B. Tudzynski, F. Gong, P. Hedden, M. C. Rojas // *Phytochemistry.* – 2010. – 71(11-12). – P. 1322-31.
243. URL: <http://www.pesticidy.ru>
244. URL: <https://en.tutiempo.net/climate/ws-335620.html>
245. URL: http://agrokomplekt2000.com/2011-06-15-12-52-33.html?page=shop./browse&category_id=18
246. US EPA, Gibberellic Acid: Reregistration Eligibility Decision (RED). List D, CASE 4110, EPA-738-R-96-005. – 1995. – 14 p.
247. Vera-Sirera F. Chapter 20 - DELLA Proteins, a Group of GRAS Transcription Regulators that Mediate Gibberellin Signaling / F. Vera-Sirera, M. D. Gomez & M. A. Perez-Amador // *Plant Transcription Factors Evolutionary, Structural and Functional Aspects.* 2016. – P. 313-328.
248. Wang G-L. Exogenous gibberellin altered morphology, anatomic and transcriptional regulatory networks of hormones in carrot root and shoot / G-L. Wang, F. Que, Z-S Xu, F. Wang, A-S. Xiong // *BMC plant biol.* – 2015. – 15. – 290 p.
249. Wang Y. Mixed Compound of DCPTA and CCC increases maize yield by improving plant morphology and upregulating photosynthetic capacity and antioxidants / Y. Wang, W. Gu, T. Xie, L. Li, Y. Sun, H. Zhang, J. Li, S. Wei // *Plos One.* – 2016. – 11(2). – e0149404.
250. Watson G. W. Soil applied paclobutrazol affects root growth, shoot growth and water potential of American elm seedlings / G. W. Watson // *J. Environ. Hort.* – 2001. – 19. – P. 119-122.

251. Williams M. W. Vegetative growth control of apple and pear trees with icp333 chemical analog of bayleton / M. W. Williams, L. J. Edgerton // Acta Hortic. – 1983. – 137. – P. 111-116.
252. Yamaguchi S. Gibberellin metabolism and its regulation / S. Yamaguchi // Ann. Rev. Plant Biol. – 2008. – 59. – P. 225-251.
253. 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, M. Koshioka // Plant Physiol. – 1991. – 138(6) – P. 763-776.
254. Yan W. Responses of root growth and nitrogen transfer metabolism to uniconazole, a growth retardant, during the seedling stage of soybean under relay strip / W. Yan, Y. Yanhong, Y. Wenyu, Y. Taiwen, L. Weiguo, X. Wang, // Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System. – 2013. – 44(22). – P. 3267-3280.
255. Yan Y. Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system / Y. Yan, Y. Wan, W. Liu, X. Wang, T. Yong, Wang // Plant Production Science. – 2015. – 18(3) – P 95-301.
256. Yang L. The role of gibberellins in improving the resistance of tebuconazole-coated maize seeds to chilling stress by microencapsulation / L. Yang, D. Yang, X. Yan, L. Cui, Z. Wang, H. Yuan // Scientific Reports. 2016 – 60. – P. 1-12.
257. Yoshikawa F. T. Paclobutrazol can increase income of peach growers in California. Procceclings / F. T. Yoshikawa, G. C. Martin, J. H. Larue // Annual meeting, Plant growth society of America. – Honolulu, Hawai. – 1987. – P. 280-287.
258. You Y.-H. Fungal diversity and plant growth promotion of endophytic fungi from six halophytes in Suncheon Bay / Y.-H. You, H. Yoon, S.-M. Kang, J.H. Shin, Y.-S. Choo, I.-J. Lee, J.-M. Lee, J.-G. Kim // Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2012. – 22(11). – P. 1549-1556.

259. Yu S.-M. Source–Sink Communication: Regulated by Hormone, Nutrient, and Stress Cross-Signaling / S.-M. Yu, S.-F. Lo, T.-H. D. Ho // *Trends in Plant Science*. – 2015. – 20(12). – P. 844-857.
260. Zafirova T. P. The influence of some growth regulators on the sunflower production / T. P. Zafirova, Ch. D. Christov, V. Iliev // *Plant Growth regulators: Proc. 4th Int. Symp., Pamporovo. 1986.* – 28(1). – P. 797-800.
261. Zhang W. Preparation of ethylene gas and comparison of ethylene responses induced by ethylene, ACC, and ethephon / W. Zhang, C.-K. Wen // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2010. – 48(1). – P. 45-53.
262. Zhang Q. Regulation of developmental and environmental signaling by interaction between microtubules and membranes in plant cells / Q. Zhang, W. Zhang // *Protein and Cell*. – 2016. – 7(2). – P. 81-88.
263. Zhang, W. Effect of chlorocholine chloride on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba* / W. Zhang, Xu. F. Hua, S. C. Cheng // *Not Bot Horti Agrobo.* – 2013. 41(1), 97–103.
264. Zhao X. F. Effects of paclobutrazol (PP₃₃₃) on root vigor and IAA oxidase and peroxidase activities in leaf of rice and wheat seedlings / X. F. Zhao, Z. C. Fang, Z. M. Gao // *Guangxi Agric. (Chinese; abstract in English)*. – 2006. – 37. – P. 379–381.
265. Zipori I. Mechanical Harvesting of Table Olives: Harvest Efficiency and Fruit Quality / I. Zipori, A. Dag, Y. Tugendhaft, R. Birger // *HortScience*. – 2014. – 49(1). – P. 55-58.

Підписано до друку 5.03.2021 року
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура Times new roman.
Умовних друкованих аркушів 3,8
Наклад 100 прим. За. № 445 від 5.032021 року
Видавець ТОВ "Друк"

Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців серія ДК № 5909 від 18.09.2017 р.
Віддруковано з оригіналу макету замовника в ТОВ «Друк плюс»
м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027.

