



УДК 661.162.65:633/635

СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИНТЕТИЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В РОСЛИННИЦТВІ

Шаталюк Г. С. аспірант,
Кур'ята В. Г., д. б. н. професор
E-mail: vgk2006@ukr.net

Проаналізовано основні групи синтетичних регуляторів росту рослин різної хімічної природи, описано їх вплив на фізіологічні процеси, морфогенез і продуктивність сільськогосподарських культур. Особливу увагу приділено групі ретардантів. Охарактеризовано сучасні препарати ретардантної дії, їх вплив на функціонування донорно-акцепторної системи та морфогенез рослин у зв'язку з їх продуктивністю.

Ключові слова: фіторегулятори; ретарданти; морфогенез; продуктивність рослин.

The basic groups of synthetic growth regulators of different chemical species are analyzed, their influence on physiological processes, morphogenesis and productivity of crops are described. Particular attention is paid to the group of retardants. The modern preparations of the retardant action, their influence on the functioning of the donor-acceptor system and the morphogenesis of plants in connection with their productivity are characterized.

Key words: phyto-regulators; retardant; morphogenesis; plant productivity.

Загальна класифікація та фізіологічні ефекти синтетичних регуляторів росту. 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 гігієнічним нормативам, екологічних наслідків застосування препаратів, що потребує розробки нових технологій сільськогосподарських культур [11, 41].

Новими елементами аграрних технологій є застосування регуляторів росту рослин синтетичного та природного походження, як засобів оптимізації та підвищення продуктивності [5, 9, 21]. У сільському господарстві все більшого значення набувають синтетичні регулятори росту рослин [34, 86]. Їх застосовують для репресії ростових процесів, підвищення стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища, покращення якості продукції та ін. [13, 14, 106]. Застосування регуляторів росту дозволяє регулювати найважливіші фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинних організмах, впливати на зростання урожайності та поліпшення якості продукції.

Під регуляторами росту розуміють синтетичні та природні органічні речовини, яким властива біологічна активність і які в невеликих кількостях викликають зміни фізіологічних та біохімічних процесів у сільськогосподарських культурах [8, 41, 59]. Застосування природних і синтетичних регуляторів росту рослин, які діють аналогічно фітогормонам, є одним із сучасних заходів підвищення урожайності сільськогосподарських культур [45]. Слід зазначити, що ці препарати – екологічно безпечні та позитивно впливають на мікрофлору ґрунту. Завдяки цьому, регулятори росту володіють широким спектром дії на рослини, а їх



використання дозволяє спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку рослин з метою мобілізації потенційних можливостей сортів та гібридів, закладених у геномі природою, селекційним чи генетично-інженерним шляхом [54, 55].

Фітогормони та синтетичні препарати, які є аналогами фітогормонів набули широкого застосування в сучасному рослинництві [5, 46]. Крім аналогів фітогормонів широко застосовують модифікатори їх дії, які умовно можна поділити на кілька груп:

- Етиленпродуценти. Діючою речовиною цих препаратів є дихлоретилфосфонова кислота (2-ХЕФК). В рослинах ця кислота розпадається на фосфорну кислоту та природний газоподібний фітогормон інгібіторного типу — етилен. За дії етилену спостерігається прискорення дозрівання плодів, гальмування проростання насіння та росту стебла, вкорочення і потовщення стебла. До цієї групи відносяться такі препаратами, як етрел, ретпрол, іфоній, дигідрел, декстрел [22, 25, 36, 69];

- Антиауксинові препарати. Вони здатні гальмувати органогенез і ріст молодих органів рослин та накопичуватися в апікальних меристемах. До препаратів цієї групи належить 2,3,5-трийодбензойна кислота (ТІБК), дихлоранізол, нафтилфталамінова і клофіброва кислоти [26]. В окрему групу таких препаратів виділяють морфактини (флуоренол, хлорфлуоренол), які зумовлюють порушення нормальних реакцій геліотропізму в стеблах та коренях завдяки гальмуванню транспорту ауксинових [80];

- Антицитокінінові препарати — сполуки, хімічна структура яких відрізняється від структури акцепторного центру цитокінінових рецепторів, внаслідок чого знімається стимулююча дія цитокінінів (3-метил-7-п-пентиламінопіразоло [4,3-d]-піримідин, N-бензил-N'-фенілсечовина, N-бензил-N'-3,4-дихлорфенілсечовина). До групи цих препаратів відносять триазин і карбамат вони гальмують ріст латеральних бруньок у троянд [49];

- Антибрасиностероїди — це препарати антиімунної та антиростової дії (брасинозол) [98];

- Антигіберелінові препарати — ретарданти. Ця група найбільш поширена та вивчена. Вони не лише гальмують ріст і розвиток рослин, але й призводять до потовщення стебла, посилюють галушення, змінюють довжину кореня та розміри листових пластинок, не впливаючи на продуктивність рослин. До групи цих препаратів відносять культар, фолікур, баронет, етрол, цикоцель [53].

Ретарданти є однією з найбільш поширеною групою серед синтетичних регуляторів росту. Це – антигіберелінові препарати, які або інгібують синтез гіберелінів, або блокують утворення гормон - рецепторного комплексу, унеможливаючи рістстимулюючу дію фітогормону [34, 86]. Відомо, що застосування ретардантів призводить до уповільнення лінійного росту, при цьому часто відбувається підвищення урожайності сільськогосподарських культур



[118,119,123]. Але їх дія не обмежується гальмуванням лінійного росту. Сучасні препарати використовують з метою запобігання виляганням злакових [42, 60, 63] посилення росту кореневої системи, регулювання процесів плодоношення і дозрівання рослин [13], підвищення продуктивності рослин [30, 51, 84] та їх стійкості до несприятливих умов середовища [83, 106, 141].

Рістгальмуюча дія ретардантів супроводжується накопиченням надлишку асимілятів та їх перерозподілом між органами рослини у зв'язку зі зміною донорно-акцепторних відносин [34]. За дії ретардантів також змінюється гормональний статус рослинного організму [34], вуглеводний та азотний обміни [33, 75, 81], підвищується морозостійкість [36], зимостійкість [39, 61], посухостійкість, стійкість рослин до фітопатогенів [90].

За сучасними уявленнями ретардантні властивості проявляють чотири групи сполук [5, 34]:

- Гідразидпохідні препарати, гідразид малеїнової кислоти (ГМК, МГ- натрій), N, N-диметилгідразид бурштинової кислоти (ДЯК, В-9, алар-85, кілар-85) [61];
- Четвертинні амонієві сполуки – хлормекватхлорид (хлорхолінхлорид, ССС), морфол, фосфон Д, пікс, АМО-1618, бромхолінхлорид (ВСС), мепікватхлорид, мефлюїдид, 3- DEC, 17- DMC [78, 94, 115, 127];
- Етиленпродуценти (2-ХЕФК, етефон, етрел, гідрел, дигідрел, декстрел, кампозан М, церон) [36];
- Триазолпохідні препарати – паклобутразол, уніконазол, тебуконазол, пиридазин (BAS –111), азовіт, амідол [62, 89, 122];
- Ізобутирати - ФВ-450, МЕНДОК, ДХІБ, тебапас [79, 93];

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

Гідразид малеїнової кислоти (ГМК) – це безбарвна кристалічна речовина з температурою плавлення 296-298°C, розчинність при 25°C у воді 6 г/кг. Фізіологічна активність ГМК встановлена Д. Шоном і О. Гоффманом у 1949 р. [41]. N, N-диметилгідразид бурштинової кислоти (ДЯК, В-9, алар-85, кілар-85)- являє собою це безбарвну кристалічну речовину з температурою плавлення 154-156°C. Розчинність при 25°C складає 100 г/кг води, 25 г/кг ацетону, 50 г/кг метанолу, у вуглеводнях нерозчинний практично [41]. Ці препарати широко використовувалися в рослинництві для підвищення урожайності яблунь, помідор, уповільнення росту пагонів і компактного формування крони [41]. Препаратами здійснювали обробку цибулі, картоплі та інших овочевих культур для тривалого інгібування меристематичної активності, що дозволяло зменшити витрати та покращити якість продукції, яка зберігалася [41]. В останні роки встановлено канцерогенну та мутагенну дію гідразидпохідних препаратів на тваринні організми, тому для виробництва продуктів харчування рослинного походження препарати цієї групи



не використовуються. Перспективним залишається використання ГМК та інших препаратів цієї групи у декоративному садівництві, квітникарстві [11].

На даний час у переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні зареєстровані такі препарати – ретарданти, які відносяться до груп: четвертинні амонієві сполуки - хлормекват-хлорид, мепікватхлорид, та етиленпродуценти – етефон [48]. Вперше у якості ретарданту в 1950 році був випробуваний препарат АМО 1618, який відноситься до четвертинних амонієвих солей і володіє дуже сильними ретардантними властивостями, але має надзвичайно вузький видовий спектр дії. Вперше дії препарату під його впливом показало, що рослини набувають розеткового габітусу внаслідок інгібування поділу клітин в апікальній зоні стебла [123]. Під впливом екзогенного гібереліну рістгальмуюча дія препаратів знімалася. Пізніше виявилось, що ретарданти є речовинами антигіберелінової дії [43, 45, 88]. Четвертинні амонієві сполуки інгібують активність ент-каурен-синтази при утворенні копаліпірофосфату з геранілгераніолдифосфату [15, 19], що унеможливорює синтез гіберелінів.

Найбільшого поширення серед препаратів цієї групи отримав хлормекватхлорид (β -хлоретилтриметиламонійний хлорид). Це біла кристалічна речовина, молекулярна маса – 158,1Д, температура розкладання – 300°C, розчинність у воді – 74% при 20°C. Добре розчиняється у ацетоні, спиртах і погано у вуглеводнях. Ретардантні властивості відкриті у кінці 50-х років американським біохіміком Н. Толбертом в процесі вивчення метаболізму фосфатів в рослинах з використанням похідних холоніну [65, 132, 133]. Хлормекватхлорид малотоксична речовина, не виявляє канцерогенних та бластома генних властивостей та не розкладається в організмі та через 48 годин виводиться з нього. У різних країнах випускають різні препарати хлормекватхлориду – CCC-720. CCC-460. WR-62 берцема CCC, тур, сайкоцел-750 А, АМВ хлормекват 40, аротекс, ретацел, антивилегач та ін. [21, 41].

Дія цього ретарданту одночасно з уповільненням росту призводить до посилення галуження стебла, формування більш потужного листкового апарату, закладання більшої кількості квітів і плодів, що призводить до зростання урожайності багатьох сільськогосподарських культур [67, 97, 124] Встановлено, що хлормекватхлорид спочатку перешкоджає включенню гіберелінів у метаболізм, після чого перериває його утворення у рослині [34]. Хлорхолінхлорид має здатність впливати на активність цитокінінів. Завдяки підвищенню активності поділів клітин субапікальної меристеми, що призводить до потовщення стебла, пов'язують зі зростанням активності цитокінінів [45]. При обробці квасолі та винограду хлорхолінхлоридом відмічалось збільшення вмісту ауксинів, яке може відбуватися шляхом утворення нових бокових пагонів. Верхівкові меристеми при цьому є центрами синтезу ауксинів. З іншого боку, сповільнення росту основних пагонів супроводжувалося меншими витратами цієї групи фітогормонів [61].

ССС є синтетичним фізіологічно активним препаратом, регулятором росту



рослин з гормональним характером дії екзогенного походження, тобто він привнесений із зовні, а не синтезується самими рослинами. ССС може частково або повністю нейтралізувати ефект природних стимуляторів росту, наприклад, гіберелінів. Морфогенетичні наслідки ефекту хлорхолінхлоридом проявляються в зменшенні повздовжнього розміру клітин і довжини міжвузлів, внаслідок чого зменшується загальна висота рослин. Одночасно посилюється поперечний ріст зі збільшенням кількості судинно-волокнистих пучків. Висота стебла може зменшуватися на 13,9–35,0 %, а інколи й до 60 % [78].

Одним з ефективних регуляторів росту на агрус є пікс, що відноситься до четвертинних амонієвих сполук. Вченими 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 в зв'язку з фазою розвитку вихідних рослин, їх фізіологічним станом. Обробка маточників агрусу регуляторами росту, особливо в посушливі роки дає високий ефект тільки при використанні в певну фазу росту пагонів. Обробки в період активного росту пагонів набагато менш ефективні [2].

Застосування рістрегулюючих речовин у короткий час дало змогу розв'язати нагальні потреби рослинництва. Найбільше зі синтетичних речовин використовують ретарданти, особливо для попередження вилягання зернових та покращення плодоношення плодово-ягідних культур [24, 36]. Ретарданти блокують синтез чи рецепцію гіберелінів і, як наслідок, гальмують надмірний ріст вегетативних органів [34]. Найбільш чутливими до дії ретардантів виявилися рослини з довгим стеблом, які повільно і безперервно ростуть. Менш чутливими є рослини, які можуть утворювати органи відкладання запасних поживних речовин: бульби, кореневища, коренеплоди [64]. Здатність сповільнювати ріст рослин характеризується мірою взаємодії антигіберлінових препаратів. Велику значення серед синтетичних регуляторів росту на овочевих [38, 51, 73, 81], технічних [17, 52, 68, 37], плодових [4, 50, 87, 88], та інших культурах мають етиленподоуценти. Так, етиленподоуценти блокують утворення гормон-рецепторного комплексу в клітинах [32, 51].

Дигідрел – Біс (2-хлоретілфосфонат) - N, N - диметилгідразинія. Утворюється при взаємодії 1,1- диметилгідразину з 2 молями 2- ХЕФК. Молекулярна маса становить 349 Д. Широко застосовувався як ретардант на злакових з нормою використання 0,8-1,5 кг/га. За токсикологічними показниками цей препарат віднесений до токсичних і в останні роки заборонено його застосування для обробки рослин, які використовуються для харчування людей і вигодування тварин [12, 83].

Кампозон М. Препарат 2- хлоретилфосфатної кислоти, вперше був синтезований Інститутом органічної хімії. Рідина зеленого кольору, містить 34% 2-ХЕФК, 2,37% C_2SO_4 , 6,2% PO_4^{-3} та 57,43% води. Препарат є отруйним для бджіл,



малотоксичний для риб [69]. Препарат має добре виражені кислотні властивості, роз'їдає метали і лаки тому не рекомендується наповнювати баки нерозбавленим препаратом.

Етилен єдиний газоподібний фітогормон рослинного організму. Вміст етилену у рослинах в межах від 0,01 до 2500 мг/кг маси сирої речовини. Етилен присутній у плодах і допомагає їхньому дозріванню [27, 99]. Під час старіння або дозрівання плодів відбувається збільшення вмісту етилену, під впливом умов зовнішнього середовища та фітопатогенних організмів [20, 44, 103]. Етилен здатен прискорювати старіння тканин листка та опадання листя, надавати забарвлення яке характерне для зрілих плодів. Його застосовують для регуляції процесів утворення деяких вторинних продуктів обміну речовин, а саме, виділення латексу каучуковими деревами. Етилен бере участь в розтягненні клітин, які передують до диференціації клітин і проферації тканин [69]. Відомо, що утворення та біосинтез етилену контролюється біологічно активними речовинами гормональної природи – цитокінінами, гіберелінами, ауксинами, 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 АЦК відбувається при наявності кисню та етиленпродуцентного ферменту, температури, світла, вологості [18].

Застосування синтетичного етилену є досить трудомістким, для цього в практиці використовують лише речовини, які містять етилен і здатні його виділяти в рослині. Однією з таких сполук є 2-хлоретилфосфонова кислота (2-ХЕФК) і препарати, які створені на її основі (етрел, кампазан М, дигідрел, етефон, декстрел). Етилен в рослині утворюється за допомогою гідролізу етиленпродуцентів. 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 [83].

Особливою групу стимуляторів росту рослин представляють триазолохідні сполуки. Для таких препаратів характерні властивості як регуляторів росту, так і фунгіцидів [101]. Вплив даних сполук спричиняє сповільнення росту осьових органів, даний процес характеризується перериванням синтезу гіберелінів на трьох точках [61, 131]. При застосуванні цих препаратів відбувається гальмування лінійного росту стебла у злакових [74], олійних [35] та овочевих культур [70, 72, 113, 114], підвищується продуктивність рослин [59, 92]. Найбільш вивченим представником триазолових сполук є паклобутразол, відомий під комерційними назвами культар і ориза та технічною назвою РР 333. При обробці паклобутразолом кукурудзи спостерігалось зменшення стебла в довжину, збільшення його діаметра та покращення стійкості [107]. Обробка рослин ячменю паклобутразолом значно інгібувала ріст стебла, збільшуючи кількість бічних продуктивних пагонів та



урожай зерна у порівнянні з іншими препаратами [64]. Для плодкових культур широко використовують паклобутразол для затримки росту вегетативних частин [36]. Паклобутразол при внесенні в ґрунт проявляє гальмуючу дію на ріст сої, жита, проса, соняшника та зменшував ступінь вилягання рослин, сприяв укріпленню механічних тканин [121]. При обробці малини паклобутразолом відбувалося гальмування росту стебла, зменшувалась площа листків, що призводило до компактного формування крони [102].

Ретардантна властивість 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 [62]. Останнім часом в рослинництві широко застосовується триазолпохідний препарат – фолікул (тебуконазол) [53, 88, 87]. Разом з тим, фізіологія впливу триазолпохідних препаратів і фолікуру залишається мали вивчено.

Ізобутирати. До них відноситься 2,3-дихлорізобутират (ДХІБ), діючою речовиною є 2,3-дихлорізомаєляна кислота та натрієва сіль. ДХІБ впливає на водний режим та інтенсивність фотосинтезу, а також використовується для підвищення стійкості рослин до вилягання [79, 83]. Препарати на основі ДХІБ здатні викликати зміни гормонального статусу рослин. Він сповільнює не лише утворення, але і транспорт ГК. Дослідження показали, що сповільнення росту стебла жита та пшениці, викликане завдяки ДХІБ, можна повністю або частково зняти за допомогою ГК.

Отже, літературні дані свідчать, що різні групи ретардантів відрізняються за механізмом дії, але об'єднуються за здатністю сповільнювати ріст рослин, впливаючи на субапикальні меристеми. Разом з тим, їх рістгальмуюча дія пов'язана зі змінами гормонального статусу. Отримані дані мають суперечливий характер, що визначає необхідність в подальшому дослідженні даних аспектів.

Сфера застосування ретардантів в рослинництві. Застосування ретардантів є суттєвим елементом інтенсифікації сучасної технології виробництва сільськогосподарської продукції. Низькі витратні норми регуляторів, можливість керувати з їх допомогою процесами росту та розвитку, змінювати стійкість рослин до зовнішніх факторів визначає їх перспективність [83]. Постійно збільшується список речовин, які здатні змінювати інтенсивність фізіологічних процесів рослин у потрібному напрямку. Важливу роль у цьому відіграють ретарданти. Їх застосовують для боротьби з поляганням зернових культур, затримки росту молодих пагонів плодкових дерев та ягідних культур з метою регуляції плодоношення, для попередження проростання бульб картоплі та інших фізіологічних процесів [36, 40, 55, 60].

Для забезпечення полягання зернових тривалий час використовували хлорхолінхлорид, який підвищує стійкість озимої пшениці проти несприятливих умов зовнішнього середовища. Під впливом ССС в пшениці не спостерігалось порушень у формуванні зерна, не змінювалися посівні якості та період спокою [24].



Але реакція на дію ретарданту залежала від сортових особливостей: підвищеною реакцією на препарат характеризувалися високорослі сорти, схильні до вилягання.

Встановлено, що хлорхолінхлорид збільшував притік ^{14}C – асимілятів з листка в міжвузля стебел озимої пшениці та сприяв відтоку асимілятів у ростучий колос й в кореневу систему за рахунок значного скорочення довжини стебла, збільшення синтезу основних компонентів клітинної стінки – целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин, лігніну [6, 63, 64]. Під впливом ССС в рослинах зміна донорно-акцепторних відносин сприяла кращому наливу зерна, розвитку бокових пагонів і забезпечувала реалізацію потенційної продуктивності зернових культур [64]. Рістгальмуюча дія препаратів викликала зміни у фотосинтетичному апараті, що часто призводило до збільшення продуктивності.

Встановлено, що триазолпохідні уповільнюють ріст стебел різних видів рослин у значно менших концентраціях, ніж інші рістгальмуючі препарати [60,121]. У вегетаційних дослідах виявлено, що паклобутразол стабільно гальмував ріст пшениці та ярого ячменю та інших злакових незалежно від погодних умов [57, 77, 104, 142]. Аналогічні результати були виявлені на плодкових культурах: яблуні [99, 136], груші [140], манго [130], що забезпечувало правильне формування крони і значно збільшувало врожайність та покращувало якість плодів із надзвичайно низьким хімічним навантаженням на гектар (25 г/га).

При обробці паклобутразолом листків саджанців апельсинів значно зростала кількість квітів, зменшувалося опадання плодів, відмічався перерозподіл пластичних речовин у рослині [120]. Препарат зменшував довжину міжвузлів, вегетативних пагонів та збільшував кількість генеративних пагонів. Порівняно з контролем, у оброблених паклобутразолом рослин збільшувався розмір і зменшувалася кількість дрібних плодів, покращувався колір за рахунок рівномірнішого проникнення сонячного світла в крону дерев [139]. Обробка саджанців яблуні паклобутразолом призводила до зменшення висоти рослин за рахунок зменшення довжини міжвузлів. Відмічено, що інгібуюча дія ретарданту пов'язана з перерозподілом асимілятів у саджанцях [99, 105, 130].

У літературі є багаточисельні дані, які свідчать про те, що при внесенні в ґрунт та обприскуванні листків рослин цим же препаратом знижувався вегетативний ріст рослин, збільшувався діаметр кінчиків коріння за рахунок паренхімних клітин кортикального шару, викликаючи радіальне подовження внутрішнього шару клітин кори [91, 100, 128, 135]. При обприскуванні листя рослин малини та внесенні в ґрунт паклобутразолу відбувалося гальмування росту стебла, зменшувалась площа листків, що зумовлювало компактне формування крони. Разом з тим, це не впливало на плодоношення та закладку нових квіток [36].

Все більшого значення у сільському господарстві мають етиленпродуценти. Їхня дія на ячмінь, пшеницю, жито є затримкою росту міжвузлів і часткове пригнічення головних пагонів, що призводить до стимуляції розвитку бічних стебел і формування у них продуктивного колосу [59]. Під дією препаратів



підвищувався вміст хлорофілу в листках картоплі, пшениці, ячменю, що пов'язано із збільшенням синтезу пігменту та затримкою його руйнування [44, 83].

Особливе значення для продуктивності рослин відіграють процеси формування листової поверхні. Ретарданти різної дії призводять до зменшення листової поверхні у рослин малини. При цьому зменшення маси і площі листків пов'язане зі зменшенням частоти поділів клітини, а не їх розмірів. [36]. Встановлено, що обробка яблуні хлорхолінхлоридом і кампозаном М у одних випадках призводила до зменшення загальної площі листка, а в інших – до збільшення листової поверхні [138].

При вивченні впливу декстрелу, паклобутразолу та ССС на будову листка картоплі, цукрового буряка, озимого ріпаку встановлено зменшення сумарної площі листків на рослині, що супроводжувалося одночасним їх потовщенням за рахунок розростання хлоренхіми [77, 92]. Спостерігалось збільшення об'єму клітин стовпчастої паренхіми майже у 1,5 раза. Авторами виявлено, що в основі уповільнення росту листка лежить інгібування активності маргінальних меристем, а не фази розтягнення клітин хлоренхіми [36, 76]. Вивчення впливу ретардантів на динаміку формування листової поверхні рослин цукрового буряка свідчить про те, що застосовані препарати зменшували площу листової поверхні протягом всього періоду вегетації. [89, 92]. При цьому паклобутразол проявляв більш високу рістгальмуючу активність, ніж декстрел. Результати дослідів на рослинах цукрового буряка свідчать про те, що застосування ретардантів у період утворення 14-16 призводило до зменшення маси сирої та сухої речовин листків у порівнянні з контролем. При цьому слід відмітити, що найбільш ефективним було застосування 0,025%-го паклобутразолу у період утворення 14-16 листків. У цих варіантах дослідів спостерігалось збільшення маси коренеплодів та підвищення цукристості. Застосування декстрелу не було ефективним [90].

Рістгальмуючий ефект етиленпродуцентів супроводжується стимуляцією цвітіння та розвитку плодів, не впливаючи на їх якість [24]. Так, гідрел, декстрел, етрел, кампозан прискорювали дозрівання малини. Період швидкого розм'якшення ягід при їх дозріванні пов'язаний з деполімеризацією високомолекулярних фракцій пектинів і низькомолекулярних фракцій целюлози первинних клітинних оболонок [36]. Застосування морфолу на бавовнику запобігає появі пізніх плодоеlementів, опаданню сформованих коробочок. Однак обробка тютюну етрелом уповільнювала цвітіння рослин [129].

Застосування ретардантів у рослинництві дозволяє керувати формуванням кількості квіток і зав'язей, якістю та дозріванням плодів картоплі, томатів, огірків, капусти, моркви та ряду інших овочевих культур.

Управління статтю рослин є одним із ефективних шляхів підвищення продуктивності для 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% порівняно з контролем [10]. У кабачків збільшення кількості жіночих квіток досягається обробкою рослин етрелом [24].

Ретарданти стимулюють ріст плодів та запобігають їхньому опаданню, а також зумовлюють покращення продуктивності плодово-ягідних культур. Для сільськогосподарського виробництва є важливе завдання - регуляція періодом спокою рослин, що дає змогу мінімізувати втрати резервних сполук коренеплодів, бульб та підвищити їх стійкість до ураження мікрофлорою [24, 34]. Дослідження стану спокою бульб картоплі, цибулин, коренеплодів свідчить, що застосування ретардантів сприяє зменшенню втрат овочів при тривалому зберіганні.

Літературні дані свідчать, що ретарданти підвищують стійкість рослин до несприятливих умов середовища, зокрема, до екстремальних температур. Так, під дією препарату BAS 111 W відмічалось покращення посухо- та зимостійкості рослин ріпаку за рахунок кращого розвитку кореневої системи та накопичення вуглеводів [108]. Під впливом ССС та алару у вегетаційних дослідах при обробці на стадії утворення кошика покращувались посухостійкість і урожайність рослин соняшнику [141]. За допомогою ССС та етрелу підвищення стійкості зернових до низьких температур. Це пов'язано з більш глибоким розташуванням в ґрунті вузла кушіння рослин [39, 83].

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 у ієрархії процесів, що забезпечують цілісність рослинного організму, відкриває можливості спрямованого перерозподілу потоків асимілятів між органами рослини в онтогенезі, а значить - і оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських культур [29, 140]. Ця концепція донорно - акцепторних відносин застосовується як для аналізу перерозподілу резервних речовин між органами рослин в період проростання насіння, бульб, кореневищ (гетеротрофна фаза росту) [37, 58, 125] так і при аналізі зв'язків між процесами росту і фотосинтезу в автотрофну фазу розвитку на різних етапах вегетації [141, 96, 117]. 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 [66, 82, 111, 124]. Донорна і акцепторна сфери рослини пов'язані системою прямих і зворотних зв'язків (гормональних, трофічних), що забезпечує взаємну корекцію процесів росту і фотосинтезу [28]. Застосування синтетичних регуляторів росту дозволяє штучно змінювати морфогенез, активність ростових та фотосинтетичних процесів, регулювати навантаження рослин плодами та насінням [97, 108, 116, 110]. Застосування таких препаратів дає можливість штучно змоделювати різний ступінь напруження донорно - акцепторних відносин в рослині і з'ясувати, через які морфологічні, анатомічні та фізіологічні зміни відбувається перерозподіл



потоків асимілятів між органами рослини [134, 137, 138]. Такого ефекту можна досягти механічними методами, зокрема обрізанням пагонів, видаленням жируючих пагонів тощо, що потребує істотних фізичних витрат й економічно недоцільне.

Отримані результати досліджень підтвердили високу ефективність застосування ретардантів для регуляції продукційного процесу сільськогосподарських культур [16, 21, 95]. Водночас, хоча в літературі й наведено позитивні результати застосування ретардантів для підвищення врожаю окремих культур, праць, у яких були б узагальнені результати дослідження шляхів і механізмів дії ретардантів на функціонування донорно-акцепторної системи й оптимізацію продукційного процесу цієї групи культур, немає.

Останнім часом все частіше використовують регулятори росту в ягідництві, що дає змогу збільшити виробництво продукції землеробства на 11–18% [42, 56]. Літературні дані свідчать про перспективність застосування ретардантів на плодово-ягідних культурах. Ретарданти здатні впливати на ріст і розвиток плодових дерев. Вони стимулюють формування більшої кількості дрібних коренів та глибокого розташування кореневої системи в ґрунті, цим зумовлюють вищу посухостійкість рослин [24].

При виборі типу ретарданта для вирішення практичних завдань ягідництва необхідно враховувати специфічні властивості цих культур, продукція яких швидко дозріває, а сам період дозрівання ягід настає зразу після обробки рослин препаратами [36]. Серед кущових ягідних культур проблема регуляції вегетативного росту пагонів є найбільш актуальною для рослин малини. При вирощуванні малини з безперервним циклом плодоношення одночасно з квітуванням і формуванням урожаю на плодоносних пагонах відбувається інтенсивний ріст парості і пагонів заміщення, які на наступний рік будуть плодоносити. Загущення малини пагонами зменшує продуктивність насаджень, суттєво ускладнюється робота обпилювачів - бджіл, що може знизити врожайність, погіршується світловий режим плодоносного пагона [36]. Тому доцільним є використання ретардантів. При обробці розчином хлорхолінхлориду рослин малини для регуляції росту і плодоношення спостерігалася пригнічення росту однорічних пагонів, за рахунок чого поліпшувався світловий режим плодоносних пагонів, досягалося відкрите розташування квітів і ягід. Встановлено, що під впливом хлорхолінхлориду у рослин малини в другій половині вегетації посилювався відтік вільних амінокислот з вегетативних органів у наростаючі ягоди, а у рослин чорноплідної горобини відбувалося збільшення вмісту вільних амінокислот у вегетативних органах при одночасному зменшенні їх вмісту у плодах. Цим же автором одержані результати, які свідчать про те, що під впливом різних за механізмом антигіберелінової дії ретардантів – декстрелу і паклобутразолу – спостерігалася однакова спрямованість змін параметрів росту і морфогенезу рослин малини. Під впливом декстрелу та паклобутразолу



відбувалося зниження площі листової поверхні, маси листків і стебла при одночасному потовщенні і більш вищих значеннях відносної маси листків [36].

Застосування ретардантів на суниці викликають значні зміни в рості, розвитку та продуктивності. При обробці хлорхолінхлоридом збільшувалася врожайність насаджень, поліпшувалася якість розсади та пришвидшувалося дозрівання [24].

Застосування регуляторів росту в технології виробництва столових сортів винограду проводиться з метою значного збільшення розмірів та маси грон, а також самих ягід винограду, що впливає на підвищення врожайності насаджень. За допомогою препаратів можна поліпшення процес накопичення цукру в ягодах винограду та прискорення їх дозрівання, зміни структури грона (зробити її більш щільною або пухкою) та форми ягід, отримання безнасінних ягід [1, 23, 50, 71].

Доцільним є застосування етиленпродуцентів визначається тим, що фізіологічний ефект досягається за рахунок етилену — нативного метаболіту рослини, який прискорює дозрівання плодів, стимулює створення, забезпечує одночасне досягання плодів [36]. Це дозволяє проводити їх механізоване збирання. Етиленпродуценти швидко розкладаються в рослинах і не накопичуються в плодах. З'ясовано, що 2-ХЕФК не становить небезпеки для людини і тварин як канцероген. Встановлено, що етефон гальмує розвиток пухлин в тканинах легенів мишей [27, 47].

Етилен утворюється в плодах, квітках, облиствених стеблах, коренях і насінні. Велика кількість етилену утворюється в старіючих і зріють тканинах, в тканинах які швидко діляться або розтягуються. Він необхідний для дозрівання плодів, синтезуючи в самому плоді. Стимулює в'янення квіток, опадання листя, плодів. Етилен гальмує синтез і пересування ауксина, переважної опадання [31]

Отже, застосування ретардантів дозволяє оптимізувати фізіологічні процеси в рослині. Регулювати донорно-акцепторних відносині, що дозволяє керувати продукційним процесом і урожайністю сільськогосподарських культур. Разом з тим аналіз сучасної літератури свідчить, що ефективність різних груп ретардантів вивчено недостатньо, отримані результати суперечливі. Це визначає необхідність поглибленого вивчення дії цієї групи препаратів на ріст, розвиток та продуктивність сільськогосподарських культур.

Література

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. – Вып. 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. Вып. 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. Вып. 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 науково-технічний центр «Агробіотех» НАН України і Міністерства освіти і науки України, 2011. – 40 с.
6. 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. – С.126.
7. Батукаев А. А. Реакция семенных сортов винограда различных эколого-географических групп на применение гиббереллина / А. А. Батукаева // Москва: Изд-во МСХА, 1996. - 139с.
8. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. – К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. – 352 с.
9. 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 Агрономія – 2016. – № 1. – С. 1-8.
10. 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.
11. Вакуленко В. В. Регуляторы роста растений / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал // Защита и карантин растений. – 2000. – № 11. – С. 41–42.
12. Василенко В. Е. Токсиколого-гигиеническая характеристика ретардантов / В. Е. Василенко, И. К. Блиновский // Регуляторы роста растений ; под ред. акад. В. С. Шевелухи. — М. : Агропромиздат, 1990. — С. 115—132.
13. Влияние регуляторов роста на продуктивность и товарные качества различных сортов яблони в условиях ЦЗР [Текст] / Д.Е. Федоров, А.В. Соловьев, Н.П. Сдвижков, Д.Н. Еремеев // Вестник МичГАУ. – 2011. – Ч. 1. – №1. – С. 69-72.
14. Влияние эпибрассинолида и Акости на засухоустойчивость и продуктивность яровой пшеницы/Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова, Л. Ф. Агеева [и др.]//Агрехимия. – 2000. – № 3. – С. 50–54.
15. Гудвин Т. Введение в биохимию растений / Т. Гудвин, З. Мерсер. – М.: Мир, 1986. – Т.2. – 312 с.
16. Гуляев Б. І. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б. І. Гуляев, А. Б. Карлова, Д. А. Кірізії // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39. – № 5. – С. 401-408.
17. Дебела К. С. Вплив регуляторів росту з різним напрямком дії на продуктивність соняшнику / К. С. Дебела, В. В. Рогач // «Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2013» : Materialy IX Mezunarodni vedecko-practicka conference; 27.02.2013 – 05.03.2013. – Dil 22. – Lekarstvi Biologicke vedy. – Praga : Publishing House «Education and Science» s.r.o. – 2013. – S. 63-65.
18. Деева В. П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения: Физиологические основы / В. П. Деева, З. И. Шелег, Н. В. Санько // Мн.: Наука и техника, 1988. – 255 с.
19. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход / К. Дерфлинг ; пер. с нем. Н. С. Гельман // под ред. В. И. Кефели. – М. : Мир, 1985. – 303 с.
20. Догондзе М.З. Действие гибберелина и ауксина на образование абсцизовой кислоты и этилена в точках роста клубней картофеля в покое и при прорастании / М.З.



- Догонадзе, Н.П. Кораблева, Т.А. Платонова, Г.Л. Шапошникова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – №5. – С. 588-591.
21. Икрина М.А. Регуляторы роста и развития растений : 2 т. / М.А. Икрина, А.М.Колбин // М. : Химия, 2005. – 472 с.
 22. Іванюк Т. В. Рістрегулюючі та фунгібактерицидні властивості іфонію та іфонілію як перспективних етиленпродуцентів у технології вирощування озимої пшениці / Т. В. Іванюк // Физиология и биохимия культ. растений. – 1998. – Т. 30, № 6. – С. 450- 456.
 23. 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.
 24. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві / Ф. Л. Калінін // – К.: «Урожай», 1989. – 168 с
 25. Карецкая Л. М. Изучение действия этиленпродуцирующих ретардантов на ячмень сорта Носовский 9 / Л. М. Карецкая, Н. Т. Ниловская, Э. В. Морозова // Рукопись деп. во ВНИИТЭИагропром. – М., 1990. – 9 с.
 26. Кефели В. И. Общие проблемы регуляции онтогенеза / В. И. Кефели, П. В. Власов, Л. Д. Прусакова // Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений ; под ред. Н. И. Якушкиной. – М., 1990. – С. 6-40.
 27. Кефели В. И. Рост растений / В. И. Кефели ; под ред. М. Х. Чайлахяна. // [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Колос, 1984. –175 с.
 28. 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
 29. Киризий Д.А., Стасик О.О., Прядкина Г.А., Шадчина Т.М. 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.
 30. 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.
 31. Кузнецов, В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева // Москва: Высш. шк., 2005. – 736 с.
 32. Кур'ята В. Г. Дія есфону на ростові процеси і морфогенез томатів / В. Г. Кур'ята, О. О. Кравець // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. – 2016. – № 1 (65). – С. 80 – 85.
 33. 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.
 34. Кур'ята В. Г. Ретарданти — модифікатори гормонального статусу рослин / В. Г. Кур'ята // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин ; голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2009. – С. 565-587.
 35. Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах / В. Г. Кур'ята, І. В. Попрощька // Физиология растений и генетика. – 2016. – 48, №6. – С. 475–487.
 36. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.12 / В. Г. Кур'ята // К., 1999. – 318 с.
 37. Кур'ята В. Г., Попрощька І. В., Рогач Т. І.. Вплив стимуляторів росту та ретардантів на утилізацію резервної олії проростками соняшнику / В.Г. Кур'ята, І.В. Попрощька, Т.І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, медицина. – 2017 – Т. 3.



№8 – С. 317-322.

38. Кур'ята І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у системі депо асимілятів – ріст у проростків гарбуза під впливом гібереліну і хлормекватхлориду за умов ското- і фотоморфогенезу / І. В. Кур'ята, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культ. растений. – 2008. – Т. 40, № 5. – С. 448-456.
39. Лукаткин А.С. Влияние препарата цитодеф на рост и холодоустойчивость теплолюбивых растений / А.С. Лукаткин, О.В. Овчинникова // Агрехимия. – 2009. – № 12. – С. 32-38.
40. Макрушин М. Регулятори росту - важливий резерв підвищення врожайності / М. Макрушин, С. Герасименко, Р. Бабанов // Пропозиція. – 2003. – №2. – 71 с
41. Мананков М. К., Мусиенко Н.Н., Мазанкова О. П. Регуляторы роста растений и практика их применения / М. К. Мананков, Н. Н. Мусиенко, О. П. Мазанкова // Киев : Український фіто соціологічний центр, 2002. – 183 с.
42. Моргун В. В., Яворська В. К., Драгатов І. В. Проблема регуляторів росту в світі та її вирішення в Україні / В. В. Моргун, В. К. Яворська, І. В. Драгатов // Физиология и биохимия культ. растений. – 2002. – 34, №5. – С. 371-376.
43. 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.
44. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // Аграрная наука. – 1993.- № 3. – С. 21-24.
45. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // М.: Колос, 1979 - 246 с
46. Мусатенко Л.І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин / Л.І. Мусатенко // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. – К.: Логос, 2009. – С. 508-536
47. 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.
48. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2015 р. // К.: Юнівест Медиа, 2015. - 832 с.
49. Персикова Т. Ф. Продуктивность люпина узколистого в условиях Беларуси / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, А. В. Какшинцев // Минск : ИВЦ Минфина, 2006. — 179 с.
50. Перстнев Н.Д., Дерендовская А.И. и др. Применение регуляторов роста в виноградарстве /Н. Д. Перстнев, А. И.Дерендовская // Кишинев: ACSA, 2002, 39 с
51. 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
52. 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.
53. Поливаний С. В. Вплив фолікуру на морфогенез та продуктивність рослин маку олійного. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія, 2014, 36, С. 64 – 67.
54. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю 2009 / С. П. Пономаренко // Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 102–104.
55. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин / С. П. Пономаренко // Елементи регуляції в рослинництві: Зб. наук. праць. НАН України. – К.: ВВП "Компас", 1998. – С. 10–16. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю 2009 // Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 102–104.



56. Пономаренко С.П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України/ С. П. Пономаренко // Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур: Зб. наук. праць. – Умань: Уманська державна аграрна академія, 2001. – С. 15-23.
57. 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
58. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей проростків гарбуза за різної напруженості донорно-акцепторних відносин в процесі проростання / І. В. Попроцька // Физиология и биохимия культ. растений. – 2014. – 46 (3). – С. 190–195.
59. Прусакова Л. Д. Влияние эпибрасинолида и Акоста на засухоустойчивость и продуктивность яровой пшеницы / Л. Д. Прусакова, С. И. Чиждова, Л. Ф. Агеева и др. // Агрохимия. – 2000. – № 3. – С. 50-54.
60. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76-86. 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.
61. Прусакова Л. Д. Синтетические регуляторы онтогенеза растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чиждова // Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений ; под ред. Н. И. Якушкиной. – М. – № 2. – 1990. – С. 84-124.
62. Прусакова Л.Д. Применение производных триазола в растениеводстве / Л. Д. Прусакова, С. И. Чиждова // Агрохімія. – 1998. – № 10. – С. 37-44.
63. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / Яворська В.К., Драговоз І.В., Крючкова Л.О., Курчій Б.О. та ін. // К.: Логос, 2006. – 176 с.
64. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами/Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко //Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.
65. Ретарданти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ретарданти>
66. Рогач В. В. Дія гібереліну і ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат та продуктивність картоплі / В. В. Рогач, І. В. Попроцька, В. Г. Кур'ята // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Біологія, екологія. – 2016. – Т. 24 (2). – С. 416 – 420.
67. Рогач В. В., Рогач Т. І. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі / В. В. Рогач, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського у-ту. Біологія, екологія,. – 2015. - 23(2). - С. 221-224
68. Рогач Т. І. Вплив регуляторів росту на хімічний склад насіння і якість олії HELIANTHUS ANNUS L. / 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
69. 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.
70. Сакало В. Д. Влияние предпосевной обработки семян сахарной свеклы регуляторами роста на метаболизм сахарозы и продуктивность / В. Д. Сакало, В. М. Курчій // Физиология и биохимия культ. растений. – 2002. – Т. 34. – № 2. – С. 113-120.



71. Смирнов К. В. Применение регуляторов роста в виноградарстве Узбекской ССР / К. В. Смирнов, А. К. Раджабов, С. Н. Морозова // Пути интенсификации виноградарства. - Москва, 1984. - С. 57-59.
72. Сулима Ю. В. Вплив ретардантів на морфогенез і продуктивність картоплі / Ю. В. Сулима, Ю. В. Михайльова, 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.
73. Ткачова А. В. Вплив антигіберелінових інгібіторів росту рослин на морфогенез і продуктивність перців / А. В. Ткачова, О. В. Бровко, В. В. Рогач // «Dny vedy – 2014» : materialy X Mezshnarodni vedecko-practicka conference; 27.03.2014 – 05.04.2014. – Dil 27. –Biologicke vedy. – Praga : Publishing House «Education and Science» s.r.o. – 2014. – С. 20-23
74. Ткачук О. О. Вплив паклобутразолу на анатомо-морфологічні показники рослин картоплі / О. О. Ткачук // Науковий вісник Східноєвропейського національного ун-ту імені Лесі Українки. – 2015. – № 2. – С. 47-50.
75. 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.
76. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Ткачук Олеся Олександрівна // К., 2007. – 164 с.
77. 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.
78. Хлорхолинхлорид (ССС) и возможность его практического использования / [Задонцев А. И., Пикуш Г. Р., Гринченко А. Л., Пыхтин Н. И.] // Весник с.-г. науки. – 1967. – № 6. – С. 24–34
79. Хожаинова Г.Н. Физиолого-биохимическая характеристика действия на растения 2,3-дихлоризобутирата натрия и ретарданта на его основе – тебепаса: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.12 „Физиология растений” / Г. Н. Хожаинова. – Воронеж, 1994. – 23 с.
80. 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.
81. Червоняк Т. С. Вплив ретардантів на динаміку накопичення вуглеводів у рослин томатів / Т. С. Червоняк, О. І. Кондратюк, О. В. Буйний, В. В. Рогач // «Dny vedy – 2014» : materialy X Mezshnarodni vedecko-practicka conference; 27.03.2014 – 05.04.2014. – Dil 27. –Biologicke vedy. – Praga : Publishing House «Education and Science» s.r.o. – 2014. – С. 17-20
82. Шадчина Т.М., Гуляев Б.І., Кірізій Д.А. та ін. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні основи та екологічні аспекти / Т. М. Шадчина, Б. І. Гуляев, Д. А. Кірізій та ін. // К.: Фітосоціоцентр, 2006. — 384 с.
83. Шаповалов А.А. Отечественные регуляторы роста растений / А. А. Шаповалов, Н. Ф. Зубкова. // Агрохимия. – 2003. – №11. – С. 33-47.
84. Шаталюк Г. С. Дія есфону на ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу / Г. С. Шаталюк // Wykształcenie i nauka bez granic. Przemysł Nauka I studia. – 2015. – Т. 12 – С. 52 – 54.
85. Шаталюк Г. С. Ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу за дії гібереліну / Г. С. Шаталюк // Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami. Przemysł Nauka I studia. – 2015. – Т. 9 – С. 30 – 32.
86. Шаталюк Г. С. Сучасні препарати ретардантної дії в рослинництві / Г. С. Шаталюк //



- Актуальні питання географічних, біологічних та хімічних наук: основ. наук. пробл. та перспек. досл.: збір. наук. праць ВДПУ. – Вінниця, 2015. Вип. 12 (17).- С. 90 – 92.
87. Шаталюк Г. С., Кур'ята В. Г. Вплив гібереліну та ретардантів різних типів на мезоструктурну організацію листків і продуктивність агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // *Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami. Przemysł Nauka I studia.*– 2017. – Т. 5 – С. 20 – 25.
 88. Шаталюк Г. С., Кур'ята В. Г. Дія гібереліну та антигіберлінових препаратів на анатомічну будову пагонів агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // *Бъдущи въпроси от света на науката. София «Бял ГРАНД-БГ» ООД.*– 2017. – Т. 9 – С. 7 – 10.
 89. Шевчук А. А. Продиховий апарат бобових рослин за дії регулятора росту паклобутразолу / А. А. Шевчук, Л. В. Самарська // *Актуальні питання географічних, хімічних і біологічних наук : основні наукові проблеми та перспективи дослідження : збірник наукових праць ВДПУ. – Вінниця, 2014. – С. 118-119.*
 90. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12 / Шевчук Оксана Анатолііна. – К., 2005. – 156 с.
 91. 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.*
 92. 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.*
 93. Эрдели Г. С. Изобутираты – новый класс ретардантов : монография / Г. С. Эрдели, Г. Н. Хожаинова, Г. Шиллинг // Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1992. – 159 с.
 94. Altintas, S. (2011). Effects of chlormequat chloride and different rates of prohexadione-calcium on seedling growth, flowering, fruit development and yield of tomato. *African Journal of Biotechnology*, 10(75), 17160-17169.
 95. Bekheta M.A., Abbas S., El-Kobisy O.S. (2008). Influence of selenium and paclobutrazole on growth, metabolic activities and anatomical characters of *Gerbera jasmonii* L. // *Austr. J. of Basic and Applied Sci.* – N 4. – P. 1284-1297.
 96. Bonelli, L.E., Monzon, J. P., Cerrudo, A., Rizzalli, R. H., & Andrade, F. H. (2016). Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Research*, 198, 215-225.
 97. Carvalho M. E. A., Castro C. P. R., Castro F. M. V., Mendes A. C. C. (2016). Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflowerю. *Communicate Scientiae*, 7(1), 154 -164.
 98. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor / Asami Tadao, Min Yong Ki, Nagata Noriko [et al.] // *Plant Physiol.* – 2000. – Vol. 123, № 1. – P. 93-99.
 99. Curry, E.r.i.c. .A. and Williams, M.a.x. .W. (1986). Effect of paclobutrazol on fruit quality: apple, pear and cherry. *Acta Hort.* 179, 743-754.
 100. Fernandez, J. A., Balenzategui, L., Ban'n, S. & Franco, J. A. (2006). Induction of drought tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period. *Sci. Hortic.* 107, 277–283.
 101. Fletcher, R. A., Gilley, A., Sankhla, N. & Davis, T. D. (2000). Triazoles as Plant Growth Regulators and Stress Protectants. *Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci).* 24, 55–138.
 102. Grossman K., Hauser C., Sauerbrey E., Fritsh H. Schmidst O., Jung J.(1989). Growth Retardant as Inhibitor of Ethylene Production // *J. Plant Physiol.* – V. 134. – P. 538-543
 103. Grossmann K. (1994). Influence of the triazole growth retardant BAS 111.W on



- phytohormone levels in senescing intact pods of oilseed. *Plant Growth Regul.* – V. 14. – №2. – P. 115-118.
104. Hajihashemi, S., Kiarostami, K., Saboora, A. & Enteshari, S. (2007). Exogenously applied paclobutrazol modulates growth in salt-stressed wheat plants. *Plant Growth Regul.* 53, 117–128.
105. Hodairi M.H. Conham, A.E. Buckley W.R. (1988). The effects of paclobutrazol on growth and the movement of 14 C- labeled assimilates in – Red Delicious apple seedlings.– Vol. 63, №4. – P. 213-223.
106. Jung J. (1987). Growth regulation in crop plants with new types of triazole compounds. *Crop Sc.* – Vol. 158. – P. 324-332.
107. Kamran, M. et al. (2018). Effect of paclobutrazol, a potential growth regulator on stalk mechanical strength, lignin accumulation and its relation with lodging resistance of maize. *Plant Growth Regul.* 84, 317–332.
108. Kasem M. M., El-Baset M.M. (2015) Studying the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Plant Sciences*, 3(5), pp. 255-258.
109. Kim S.K., Lee S.C., Kim K.M., Lee B.H. (2003). Possible residual effects of gibberellic acid and gibberellins biosynthesis inhibitors on sprouting, early bulbil formation and tuber yield in Chinese yam // *J. Agron. And Crop Sci.* – 189, №6. – P. 428-432.
110. Koutroubas S. D., Damalas C. A. (2016). Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*, 32, (6), 1493-1501.
111. Kumar, S., Sreenivas, G., Satyanarayana, J., & Guha, A. (2012). Paclobutrazol treatment as a potential strategy for higher seed and oil yield in field-grown *Camelina sativa* L. *Crantz. BSK Research Notes*, 5(1), 1-13
112. Kuryata , V.G., Kravets, O.O. (2018). Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 356-362.
113. 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). – C. 127 – 132.
114. Kuryata, V.G., Polyvanyi, S.V. (2018). Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy plants under treptolem treatment in connection with productivity of crop. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 11-20.
115. Kuryata, V.G., Khodanitska O. O. Features of anatomical structure, formation and functioning of leaf apparatus and productivity of linseed under chlormequatchloride treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 918-926.
116. Kuryata, V.G., Poprotska, I. V., Rogach, T. I. (2017). The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings. *Regul. Mech. Biosyst.*, 8(3), 317–322.
117. Liu, L., Fang, Y., Huang, M., Jin, Y., Sun, J., Tao, X., Zhang, G., He, K., Zhao, Y., & Zhao H. (2014). Uniconazole-induced starch accumulation in the bioenergy crop duckweed (*Landoltia punctata*) II: transcriptome alterations of pathways involved in carbohydrate metabolism and endogenous hormone crosstalk. *Biotechnologie for Biofuels*, 8:64.
118. Matsoukis A., Gasparatos D., Chronopoulou-Sereli A. (2015). Mepiquat chloride and shading effects on specific leaf area and K, P, Ca, Fe and Mn content of *Lantana camara* L. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(1), pp. 121 – 125.
119. Matysiak K., Kaczmarek S. (2013). 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. *J. Plant Prot. Res.*, 53(1), pp. 79–88.
120. Mauk C.S., Bausher M.G., Yelenosky C. (1986). Influence of growth regulator treatments



- on dry matter production, fruit abscission, and 14 C – assimilate partitioning in citrus //J. Plant Growth Regulat.–Vol. 5, №2.–P.111-120.
121. Özmen, A. D., Özdemir, F. & Türkan, I. Effects of paclobutrazol on response of two barley cultivars to salt stress. *Biol. Plant.* 46, 263–268.
122. Panyapruerk, S., Sinsiri, W., Sinsiri, N., Arimatsu, P., & Polthanee, A. (2016). Effect of paclobutrazol growth regulator on tuber production and starch quality of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Asian Journal of Plant Sciences*, 15(1-2), 1-7.
123. Pavlista A. D. (2013). Influence of foliar-applied growth retardants on russet burbank potato tuber production. *Am. J. Potato*, 90, pp. 395-401.
124. Pobudkiewicz A. (2014). Influence of growth retardant on growth and development of *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. *Acta Agrobotanica*, 67(3), 65–74.
125. Poprotska, I. V., Kuryata, V. G. (2017). Features of gas exchange and use of reserve substances in pumpkin seedlings in conditions of skoto- and photomorphogenesis under the influence of gibberellin and chlormequat-chloride. *Regulatory mechanisms in biosystems*, 8(1), 71-76
126. Qiu J. (2004). Zhejiang daxue xuebao. Nongye yu shengming kexue ban. J. Zhejiang Univ. Agr. and Life Sci. – 2004. – Vol. 30. – № 2. – P. 153-158
127. Sachs R. M., Lang A., Bretz C. F., Roach J. (1960). Shoot histogenesis: subapical meristematic activity in a caulescent plant and the action of gibberellic acid and AMO-1689. *Amer. J. Bot.* – № 47. – P. 260–266.
128. Sankar, B. et al. (2007). Effect of paclobutrazol on water stress amelioration through antioxidants and free radical scavenging enzymes in *Arachis hypogaea* L. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* 60, 229–235.
129. Sergeeva L.I. Influence of ethrel, IAA and TYBA on tobacco Trapezond flowering in connection with plant ageing and physiological state. *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. – P. 48.*
130. Sousa Lima, G.M., Toledo Pereira, M.C., Oliveira, M.B., Nietsche, S., Mizobutsi, G.P. & Publio Filho, W.M. (2016) Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. *Ciencia Rural.*, 46(8), 1350-1356.
131. Tadao A., Yong Ki M., Noriko N. (2000). Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. *Plant Physiol.*— Vol. 123, № 1. — P. 93—99.
132. Tezuka T., Sekia X., Ohno X. (1980). Physiological studies on the action of CCC in Kyoho graper // *Plant and Cell Physiol.* - Vol. 21, №6. – P. 969-977.
133. Tolbert N.E. (1960). (2-chlorethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. 1. Chemical structure and bioassay. // *J. Biol. Chem.* - Vol. 235, №4. – P. 475-483.
134. Wang, Y., Gu, W., Xie, T., Li, L., Sun, Y., Zhang, H., Li, J., & Wei, S. (2016). Mixed Compound of DCPTA and CCC increases maize yield by improving plant morphology and upregulating photosynthetic capacity and antioxidants. *PLOS ONE*, 11(2).
135. Watson, G. W. (2001). Soil applied paclobutrazol affects root growth, shoot growth and water potential of American elm seedlings. *J. Environ. Hort* 19, 119–122.
136. Williams, M.W. and Edgerton, L.J. (1983). Vegetative growth control of apple and pear trees with icl pp333 chemical analog of bayleton. *Acta Hort.* 137, 111-116.
137. Yan, W., Yanhong, Y., Wenyu, Y., Taiwen, Y., Weigu, L., & Wang, X. (2013). Responses of root growth and nitrogen transfer metabolism to uniconazole, a growth retardant, during the seedling stage of soybean under relay strip. *Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System*, 44(22), 3267-3280.
138. Yan, Y., Wan, Y., Liu, W., Wang, X., Yong, T., & Yang, W. (2015). Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system. *Plant Production*



- Science*, 18,(3), 295-301.
139. Yoshikawa F.T., Martin G.C., Larue J. H. (1987). Paclobutrazol can increase income of peach growers in California. *Proceedings // Annual meeting, Plant growth society of America*. – Honolulu, Hawai. – P. 280-287.
 140. Yu, S. M., Lo, S. F., & Ho, T. D. (2015). Source–Sink Communication: Regulated by Hormone, Nutrient, and Stress Cross-Signaling. *Trends in plant science*, 20(12), 844–857.
 141. Zafirova T. P. (1986). 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, Vol. 28. – Oct. 4,. – Pt 1. – P. 797-800.
 142. Zhao, X. F., Fang, Z. G. & Gao, Z. M. (2006). Effects of paclobutrazol (PP333) on root vigor and IAA oxidase and peroxidase activities in leaf of rice and wheat seedlings. *Guangxi Agric.* (Chinese; abstract in english). Vol. 37 - P. 379–381.