



УДК 581.1:661.162.6

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБЕРЕЛІНІВ ТА АНТЕГІБЕРЕЛІНОВИХ ПРЕПАРАТІВ У РОСЛИННИЦТВІ

Шаталюк Г. С. аспірант

E-mail: halya17061991@gmail.com

Кур'ята В. Г. д.б.н., професор

E-mail: vgk2006@ukr.net

У статті проаналізовано сучасні відомості про фізіологічну дію гіберелінів та антигіберелінових препаратів (ретардантів) на морфогенез, фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність сільськогосподарських культур. Розглянуто подальші перспективи практичного застосування гіберелінів та ретардантів на сільськогосподарських рослинах. За результатами наукових аналізів обґрунтовано доцільність вивчення впливу гібереліну та ретардантів різних типів на морфогенез, формування і функціонування донорно-акцепторної системи у зв'язку з продуктивністю рослин.

Ключові слова: гібереліни, ретарданти, донорно-акцепторна система, продуктивність рослин.

The article analyzes current information about the physiological effect of gibberellins and anti-hypereline drugs (retardants) on morphogenesis, physiological and biochemical processes, and crop productivity. Further prospects for the practical use of gibberellins and retardants in agricultural plants are considered. Based on the results of scientific analyzes, the feasibility of studying the effect of gibberellin and retardants of various types on morphogenesis, the formation and functioning of the donor-acceptor system in connection with plant productivity is substantiated.

Key words: gibberellins, retardants, donor-acceptor system, plant productivity.

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 [144, 168]. У 20-х роках японські дослідники встановили, що цей грибок викликає хворобу «баканае», яка вражає проростки 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 грибок, 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 (GK₃), а 1959 р. цей же дослідник встановив її будову [17].

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 GK₁, виділеному раніше з *G. Fujikuroi* [17].

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 GK₄ - і GK₇ були ідентифіковані в насінні яблуні, GK₁ – у проростках огірка, GK₁, GK₅, GK₈, GK₉, GK₁₃ – у цибулинах тюльпану, GK₃, GK₄, GK₇, GK₈, GK₉ – в проростках томатів, GK₁, GK₅, GK₆, GK₈ [177], GK₂₀ – у проростках квасолі [150]. Встановлено, що фізіологічна активність різних гіберелінів суттєво різниться. Найбільш поширеними і біологічно активними фітогормонами цієї групи є гіберелові кислоти GK₃, GK₇, GK₁ і GK₄. GK₇ – єдиний із відомих гіберелінів, який перевищує за активністю загальноприйнятий GK₃ (у деяких випадках – сотні разів) [53].

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 [130].

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 [25,111].

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 [61, 112, 115, 119], збільшення швидкості фотосинтезу і вмісту хлорофілу в клітинах [128, 129, 180]. Гібереліни регулюють процеси проростання насіння, координують розтяг клітин та їхній поділ, індукують цвітіння квіткових рослин, детермінують стать тощо [117, 149, 158].

На сьогодні у рослинах, бактеріях і грибах ідентифіковано 136 різних форм гіберелінів, 25 із них виявлено у різних видів грибів [121, 174]. У бактерій були ідентифіковані 4 GK: GK₁, GK₃, GK₄ і GK₂₀ [120], інші ж гібереліни не виявляють високої активності та є попередниками біосинтезу інших форм [112]. Серед них GK₁ і GK₄ є найбільш активними [151].

Вивчення гіберелінів відбувається у таких напрямках: біосинтезу та різноманіття; біологічні функції та вплив на фізіологічні процеси; здійснення



пошуку нових форм гіберелінів [10, 141, 142]. Досліджено гібереліни водоростей [165], бактерій та грибів [141], папоротей [131] та лишайників, мохів [169]. 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 [167]. 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 [51, 82].

Дефіцит гібереліну у рослинах виявляється у скороченні числа і довжини бічних коренів [113]. Вони можуть індукувати ріст і розвиток пагонів, а також пригнічувати ріст коренів завдяки дії сигнальної системи - DELLA-білків [143, 147, 170]. 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 гіберелін 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 [169].

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 [109], а пізні стадії гідроксилювання – 2-оксоглутарат-залежними діоксигеназами (2ODD), як і у вищих рослин [109]. Крім того, на *Azospirillum sp.* продемонстровано, що бактерії можуть утворювати гібереліни *in vitro* [153, 154], а також в асоціації з вищими рослинами [109]. Інокуляція карликового рису, нездатного синтезувати гібереліни, діазотрофними бактеріями роду *Azospirillum* істотно стимулювала зростання рослин. Даний ефект пояснюють зі здатністю бактерій метаболізувати екзогенно додану GK₂₀ в біологічно активну форму GK₁ [47].

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 [15, 16, 44]. 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 [45]. 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 у на гроні. Під впливом гібереліну грона стають більш щільними, відсоток великих ягід збільшується [45].

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 [62].

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 [132], що було зафіксовано для чорного ірису [103], гвоздики [123], гладіолусу [106], агрусу [24, 87, 92, 93], духмяного горошку, туберози [104, 161] та тюльпану. Гібереліни широко застосовуються для вдосконалення виробництва фруктів та овочів.

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 [9, 43].

Новими елементами аграрних технологій є застосування регуляторів росту рослин синтетичного та природного походження як засобів оптимізації та підвищення продуктивності [5, 7, 25, 26]. У сільському господарстві все більшого значення набувають синтетичні регулятори росту рослин [33, 96, 97], їх застосовують для репресії ростових процесів, підвищення стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища, покращення якості продукції та ін. [63, 80, 124]. Застосування регуляторів росту дозволяє регулювати найважливіші фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинних організмах, впливати на зростання урожайності та поліпшення якості продукції.

3-поміж регуляторів росту, крім аналогів фітогормонів широко застосовують модифікатори їх дії, серед яких найбільш важливою групою є ретарданти [36]. Це – антигіберелінові препарати, які або інгібують синтез гіберелінів, або блокують утворення гормон-рецепторного комплексу, унеможливаючи рістстимулюючу дію фітогормону [33, 36]. Відомо, що застосування ретардантів уповільнює лінійний ріст, при цьому часто підвищується урожайності сільськогосподарських культур [95,



144, 145, 152]. 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 [80, 90], підвищення продуктивності рослин [28, 54] та їх стійкості до несприятливих умов середовища [85, 124, 181].

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 [33]. Ретарданти також змінюють гормональний статус рослинного організму [11, 33, 57, 90], вуглеводний та азотний обміни [27, 29, 31, 88], підвищують морозостійкість [35], зимостійкість [41], посухостійкість, стійкість рослин до фітопатогенів [66].

За сучасними уявленнями ретардантні властивості виявляють п'ять груп сполук [5, 33, 36]:

- 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 випробований 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 [152]. Екзогенний гіберелін блокував рістгальмуючу дію препарату. Пізніше виявилось, що ретарданти є речовинами антигіберелінової дії [49, 50]: четвертинні амонієві сполуки інгібують активність ент-каурен-синтази при утворенні копаліпірофосфату з геранілгераніолдифосфату [12], що унеможливило синтез гіберелінів [17].

Найбільшого поширення серед препаратів цієї групи отримав хлормекватхлорид (β-хлоретилтриметиламонійний хлорид) – біла кристалічна речовина, молекулярна маса – 158,1 Д, температура розкладання – 300°C, 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 [67, 166, 167]. Хлормекватхлорид – малотоксична



речовина, що не виявляє канцерогенних та бластоמו генних 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. [18, 43].

Дія цього ретарданту одночасно з уповільненням росту посилює галуження стебла, сприяє формуванню потужнішого листового апарату, закладанню більшої кількості квітів і плодів, що призводить до зростання урожайності багатьох сільськогосподарських культур [68, 108, 155]. Встановлено, що хлормекватхлорид спочатку перешкоджає залученню гіберелінів до метаболізму, після чого перериває його утворення у рослині [33]. 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 [50].

З-поміж синтетичних регуляторів росту на овочевих [38, 54, 76, 83], технічних [37, 55, 71], плодових [4, 53] та інших культурах виділяють етиленпродуценти.

Етиленпродуценти блокують утворення гормон-рецепторного комплексу в клітинах [17]. 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 [73]. Відомо, що утворення та біосинтез етилену контролюють біологічно активні речовини гормональної природи: цитокініни, гібереліни, ауксини та АБК. Біосинтез етилену відбувається за такою схемою: метіонін → S-аденозилметионін (SAM) → 1-аміно-циклопропан-1-карбонова кислота (АЦК) → етилен. Утворення етилену з 1-аміноциклопропанової кислоти можливе за наявності кисню та етиленпродуцентного ферменту, відповідної температури, освітлення, вологості [14].

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 [85, 90]. 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 [116]. Ці сполуки сповільнюють ріст осьових органів, процес характеризується перериванням синтезу гіберелінів на трьох точках [66, 164]. При застосуванні цих



препаратів відбувається гальмування лінійного росту стебла у злакових [78], олійних [72, 81] та овочевих культур [74, 75, 138] підвищується продуктивність рослин [63 89, 98]. 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 [125, 126]. Обробка рослин ячменю паклобутразолом значно інгібувала ріст стебла, збільшуючи кількість бічних продуктивних пагонів та урожай зерна порівняно з іншими препаратами [65]. Широко використовують паклобутразол для затримки росту вегетативних органів плодкових культур [35]. При внесенні в ґрунт паклобутразол сповільнює ріст сої, жита, проса, соняшника, зменшує ступінь вилягання рослин, сприяє укріпленню механічних тканин [151]. При обробці малини паклобутразолом відбувалося гальмування росту стебла, зменшувалась площа листків, що призводило до компактного формування крони [46].

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 [64]. Останнім часом у рослинництві широко застосовують триазолпохідний препарат – фолікур (тебуконазол) [32, 40, 56, 91]. Проте, фізіологія впливу триазолпохідних препаратів залишається мало вивченою.

Ізобутирати, зокрема 2,3-дихлорізобутират натрію (ДХІБ), діючими речовинами якого є 2,3-дихлорізомаєляна кислота та її натрієва сіль, використовують для підвищення стійкості рослин щодо вилягання [85]. 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 [101].

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.

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 [35, 42, 58].

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 [20].



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 [6, 65, 102]. Зміна донорно-акцепторних відносин у рослинах під впливом ССС сприяла кращому наливу зерна, розвитку бокових пагонів і забезпечувала реалізацію потенційної продуктивності зернових культур [65]. Рістгальмуюча дія препаратів викликала зміни у фотосинтетичному апараті, як наслідок – збільшення продуктивності.

Установлено, що триазолпохідні препарати уповільнюють ріст стебел різних видів рослин при застосуванні їх у значно менших концентраціях, ніж інших рістгальмуючих препаратів [65, 146]. Вегетаційні дослідження доводять, що паклобутразол стабільно гальмує ріст пшениці, ярого ячменю та інших злакових незалежно від погодних умов [78, 120, 182]. Аналогічні результати зафіксовано на плодівих культурах: яблуні [110, 173], груші [180], манго [163]. 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 [146]. 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 [178]. Обробка саджанців яблуні паклобутразолом призводила до зменшення висоти рослин за рахунок зменшення довжини міжвузлів. Установлено, що інгібуюча дія ретарданту пов'язана з перерозподілом асимілятів у саджанцях [110, 122, 163].

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 [100, 113, 160, 172]. 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 [35].

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 [63]. Препарати підвищують вміст



хлорофілу в листках картоплі, пшениці, ячменю, що пов'язано зі збільшенням синтезу пігменту та сповільненням його руйнування [50, 85].

Продуктивності рослин пов'язана із процесом формування листової поверхні. Ретарданти різної дії зменшують листову поверхню у рослин малини. При цьому зменшення маси і площі листків пов'язане зі зменшенням частоти поділів клітин, а не їх розмірів [35]. Установлено, що обробка яблуні хлорхолінхлоридом і кампозаном М в одних випадках мала наслідком зменшення загальної площі листка, а в інших – збільшення листової поверхні [177].

При вивченні впливу декстрелу, паклобутразолу та ССС на будову листка картоплі [79], цукрового буряка [99], озимого ріпаку [70] зафіксовано зменшення сумарної площі листків на рослині, що супроводжувалося одночасним їх потовщенням за рахунок розростання хлоренхіми [34, 78, 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 [35, 79]. 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 [99]. 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 коренеплідів та підвищення цукристості. Застосування декстрелу не було ефективним [99].

Використання триазолпохідних препаратів на інших культурах мало зворотній ефект на формування листового апарату. У варіанті із застосуванням тебуконазолу змінювалися морфологічні та мезоструктурні характеристики листового апарату: відбувалося суттєве потовщення листка за рахунок збільшення об'єму і лінійних розмірів клітин стовпчастої та губчастої асиміляційних тканин, підвищення вмісту хлорофілів, хлорофільного та листового індексу рослин, що підвищує продуктивність культури томатів [136, 138] і перцю солодкого [30, 39,].

Рістгальмуючий ефект етиленпродуцентів супроводжується стимуляцією цвітіння та розвитку плодів, не впливаючи на їх якість [20]. 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 [35]. Однак обробка тютюну етрелом уповільнювала цвітіння рослин [162].

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 тичинок квіток у рослин огірка. Посилення фемінізації квіток покращувало продуктивність культури до 40% у порівнянні з контролем [8]. У кабачків збільшення кількості жіночих квіток досягається обробкою рослин етрелом [20].

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 [20, 35].

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 [127]. Під впливом ССС та алару у вегетаційних дослідах при обробці на стадії утворення кошика покращувались посухостійкість і урожайність рослин соняшнику [181]. 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 донорн-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 [23, 137, 180]. Ця концепція застосовується як для аналізу перерозподілу резервних речовин між органами рослин у період проростання насіння, бульб, кореневищ (гетеротрофна фаза росту) [39, 59156], так і при аналізі зв'язків між процесами росту і фотосинтезу в автотрофну фазу розвитку на різних етапах вегетації [107, 134, 140, 181]. 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 [84, 133, 139, 155]. Донорна і акцепторна сфери рослини пов'язані системою прямих і зворотних зв'язків (гормональних, трофічних), що забезпечує взаємну корекцію процесів росту і фотосинтезу [22, 60]. Застосування синтетичних регуляторів росту дозволяє штучно змінювати морфогенез, активність ростових та фотосинтетичних процесів, регулювати навантаження рослин плодами та насінням [108, 131, 135, 138]. 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 [86, 171, 176, 179]. 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 [13, 18, 69, 105].

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 [35]. 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 урожаю на плодоносних пагонах відбувається інтенсивний ріст парості і пагонів заміщення, які наступного року будуть плодоносити. Загущення малини пагонами зменшує продуктивність насаджень, суттєво ускладнює роботу обпилювачів-бджіл, що може знизити врожайність, погіршує світловий режим плодоносного пагона [35]. 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. Установлено, 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 листової поверхні, маси листків і стебла при одночасному потовщенні і більш вищих значеннях відносної маси листків [35].

Застосування ретардантів на суниці викликають значні зміни в рості, розвитку та продуктивності: при обробці хлорхолінхлоридом збільшувалася врожайність насаджень, поліпшувалася якість розсади та пришвидшувалось 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, 19, 53].

Доцільність застосування етиленпродуцентів визначається тим, що фізіологічний ефект досягається за рахунок етилену – нативного метаболіту рослини, який прискорює дозрівання плодів, забезпечує одночасне досягання плодів [35, 94]. 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. Установлено, що етефон гальмує розвиток пухлин у тканинах легенів мишей [21, 52].

При обробці квасолі та винограду хлорхолінхлоридом відмічалось 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 [66].

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 урожайністю 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.

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. – 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. 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.
7. 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. – № 20. – С. 77-81.
8. 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.
9. Вакуленко В. В. Регулятори росту растений / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал // Защита и карантин растений. – 2000. – № 11. – С. 41–42.
 10. 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.
 11. 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.
 12. 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.
 13. Гуляев Б. І. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б. І. Гуляев, А. Б. Карлова, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39. № 5. – С. 401-408.
 14. Деева В. П. Ретарданты – регуляторы роста растений / Деева В. П. – Минск: Наука и техника, 1980. – 176 с.
 15. Дерендовская А. И. Реакция столовых сортов винограда на обработку соцветий гиббереллином / А. Дерендовская, Г. Николаеску, А. Штирбу и др. // Știința agricolă, UASM – Chișinău. – 2010. 2. – С. 12-16.
 16. 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.
 17. Дерфлинг К. Гормоны растений / К. Дерфлинг. – М.: Мир, 1985. – 303 с.
 18. Икрина М. А. Регуляторы роста и развития растений. Т. 2 / М. А. Икрина, А. М. Колбин. - М. : Химия. – 2005. – 471 с.
 19. Казахмедов Р. Э. Биологические основы формирования бессемянных ягод у семенных сортов винограда и способы их получения с использованием регуляторов роста / Р. С. Казахметов // Москва: ТСХА, 1996. - 149 с.
 20. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві / Ф. Л. Каліні. – К.: Урожай, 1989. – 162 с.
 21. Кефели В. И. Рост растений / В. И. Кефели; под ред. М. Х. Чайлахяна. // [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Колос, 1984. – 175 с.
 22. 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.
 23. Киризий Д. А. Фотосинтез. Ассимиляция CO₂ и механизмы ее регуляции / Д. А. Киризий О.Остасик, Г. А. Прядкина, Т. М. Шадчина // Киев: Логос, 2014. — Т. 2. — 478 с.
 24. Кур'ята В. Г. Вплив гібереліну і тебуконазолу на динаміку вмісту неструктурних вуглеводів у листках, анатомічну будову і хімічний склад пагонів та урожайність агрусу (*Grossularia reclinata* (L.) Mill) / В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк // Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science». 2019. – 5-6(20-21). – С. 4-8.
 25. Кур'ята В. Г. Вплив гібереліну та ретардантів на перерозподіл вуглеводів та поживних речовин у листі та стеблах агрусу (*Grossularia reclinata* (L.) Mill) залежно від продуктивності культури / В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк // Физиология растений и генетика. – 2020. – 52(1). – С. 31-45.
 26. 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.
 27. 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.
 28. Кур'ята В. Г. Дія фолікуру на листовий 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.
 29. Кур'ята В. Г. Дія фолікуру на листовий 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.



30. Кур'ята В. Г. Морфофізіологічні особливості формування листкового апарату перцю солодкого за дії гібереліну та фолікуру / В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач, О. В. Кушнір // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2017. – 2. – С. 86-92.
31. 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.
32. Кур'ята В. Г. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру / В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // Физиология растений и генетика. – 2015. – 47(4). – С. 313-320.
33. Кур'ята В. Г. Ретарданты — модифікатори гормонального статусу рослин / В. Г. Кур'ята // Физиология растений: проблемы та перспективи розвитку. – К. : Логос, 2009. Т. 1. – С. 565-589.
34. 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.
35. 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.
36. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні основи застосування ретардантів в рослинництві / В. Г. Кур'ята, І. В. Попроцька. – Вінниця: ТОВ «Твори». – 2019. – 98 с.
37. 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.
38. 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. Кірізії // Физиология и биохимия культурных растений. – 2008. – Т. 40, № 5. – С. 448-456.
39. 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.
40. Кур'ята, В. Г. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру/ В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // Физиология растений и генетика. – 2015. – 47, № 4, – С. 313-320.
41. Лукаткин А. С. Влияние препарата цитодеф на рост и холодоустойчивость теплолюбивых растений / А.С. Лукаткин, О.В. Овчинникова // Агрохимия. – 2009. – № 12. – С. 32-38.
42. Макрушин М. Регулятори росту - важливий резерв підвищення врожайності / М. Макрушин, С. Герасименко, Р. Бабанов // Пропозиція. – 2003. – №2. – 71 с.
43. 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.
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев. – М. : Колос, 1979. 246 с.
50. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений // Аграрная наука. – 1993. - № 3. – С. 21-24.
51. Муромцев Г. С. Физиологическая активность гиббереллина А7 // П-я конф. Регуляторы роста и развития растений / Г. С. Муромцев // Тез. докл.-М., 1992. – 4 .2. –144 с.
52. 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.
53. Перстнев Н.Д. Применение регуляторов роста в виноградарстве /Н. Д. Перстнев, А. И. Дерендовская // Кишинев: ACSA. – 2002. – 39 с.
54. 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.
55. 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). – С. 103-106.
56. 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.
57. 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.
58. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю 2009 / С. П. Пономаренко // Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 102–104.
59. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стіноксім'ядолей гарбуза за різного рівня донорно-акцепторних відносин у процесі проростання / І. В. Попроцька // Физиология растений и генетика. – 2014. –46(3). – С. 259-266.
60. 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.
61. Причко Т. Г. Влияния обработок гиббереллином на урожайность и качество плодов черешни / Т. Г. Причко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 28(04). – С.
62. 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.
63. Прусакова Л. Д. 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.
64. Прусакова Л. Д. Применение производных триазола в растениеводстве / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агрехимия. – 1998. – № 10. – С. 37-44.
65. 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.
66. 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.
67. Ретарданты [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ретарданты>.
68. Рогач В. В. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі / В. В. Рогач, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Серія Біологія. Екологія. – 2015. – 23(2). – С. 221- 224.
69. 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.
70. 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.
71. 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.
72. 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.
73. Романовская О. И. 2-хлорэтилфосфоновая кислота и ее препараты – поступление, перемещение,



- разложение, метаболизм и остатки в растениях / О. И. Романовская, О. И. Крейцберг // Этиленпродукенты в растениеводстве: Физиологическое действие и применение. Рига : Зинатне. – 1989. – С. 9-31.
74. 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.
75. Сулима Ю. В. Вплив ретардантів на морфогенез і продуктивність картоплі / Ю. В. Сулима, Ю. В. Михайлова, В. В. Рогач // «Бъдещите изследования – 2014» : материалы за X Международна научна приклична конференция; 17-25 февруари, 2014. – Т. 38. Биологии. – София : «Бял ГРАДБГ» ООД. – 2014. – С. 26-29.
76. 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 Mezshnarodni 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.
77. 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.
78. 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.
79. 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.
80. 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.
81. Ходаніцька О. О. Дія хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез, продуктивність та жирнокислотний склад насіння льону олійного / О.О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 148 с.
82. 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.
83. 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.
84. 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.
85. Шаповалов А. А. Отечественные регуляторы роста растений / А. А. Шаповалов, Н. Ф. Зубкова. // Агрехимия. – 2003. – №11. – С. 33-47.
86. 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.
87. 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.
88. Шаталюк Г. С. Вплив гібереліну та ретардантів на вміст елементів мінерального живлення рослин агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Актуальні питання географічних і біологічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження / Збірник наукових праць ВДПУ; [відп. ред. А. В. Гудзевич]. – Вінниця. – 2019. – 17 (22). С. 60-62.
89. Шаталюк Г. С. Вплив гібереліну та ретардантів різних типів на мезоструктурну організацію листків і продуктивність агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Materialy XIII Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami - 2017», 07-15 listopada 2017 roku. Przemysł.



- Naukaistudia. 2017. - 5. P. 20-25.
90. Шаталюк Г. С. Вплив есфону на біохімічні зміни в період дозрівання ягід, урожайність та якість продукції агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. – 2019. – 3. – С. 65-70.
 91. Шаталюк Г. С. Вплив триазолпохідного препарату фолікуру на вміст різних форм вуглеводів у рослині агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Сьогоднішня біологічна наука: матеріали Міжнародної наукової конференції (14-15 червня 2018 р., м. Суми). Секція «Молекулярна біологія, біофізика та біохімія». Суми. – 2018. – С. 28-30.
 92. Шаталюк Г. С. Дія гібереліну на ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Materials of the XI International scientific and practical conference, «Fundamental and applied science», - 2015. Biological sciences. Ecology. Geography and geology. Sheffield. Science and education LTD. – 2015. – 7. P. 7-8.
 93. Шаталюк Г. С. Дія гібереліну та антигіберелінових препаратів на анатомічну будову пагонів агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція. Бъдещи въпроси от света на науката – 2017, 15-22 декември 2017 г. Биологични науки. Ветеринарен. Екология. Медицина. Селско стопанство.: София. «Бял ГРАД-БГ» ООД. – 2017. – 9. – С. 7-10.
 94. Шаталюк Г. С. Дія есфону на ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу / Г. С. Шаталюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Wykształcenie i nauka bez granic - 2015». Medycyna. Nauk biologicznych. Ekologia. Geografia. Geografia i geologia. Rolnictwo: Przemysł. Nauka i studia. – 2015. – 12. – P. 52-54.
 95. Шаталюк Г. С. Ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу за дії гібереліну / Г. С. Шаталюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami - 2015» Medycyna. Nauk biologicznych. Fizyczna kultura i sport: Przemysł. Nauka i studia. – 2015. – 9. – P. 30-32.
 96. Шаталюк Г. С. Сучасний стан і перспективи використання синтетичних регуляторів росту в рослинництві агрусу / Г. С. Шаталюк, В. Г. Кур'ята // Сучасні проблеми біологічної науки та методика її викладання у закладах вищої освіти: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2017-2018 н.р. – Вінниця, ТОВ «Твори». – 2018. – С. 161-182.
 97. Шаталюк Г. С. Сучасні препарати ретардантної дії в рослинництві / Г. С. Шаталюк // Актуальні питання географічних, біохімічних та хімічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження: збірник наукових праць ВДПУ; [відп. ред. А. В. Гудзевич]. – Вінниця. – 2015. – 12 (17). – С. 90-91.
 98. 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.
 99. 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.
 100. 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.
 101. 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.
 102. Яворська В. Регулятори росту зберігають сорьовиту типівість сільськогосподарських культур / В. Яворська, І. Драгозов, В. Мусіяка // Пропозиція. – 2004ю. – № 8-9.
 103. 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.
 104. 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.
 105. 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.
 106. 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.
 107. 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.
108. 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.
 109. 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
 110. Curry E. A. Effect of paclobutrazol on fruit quality: apple, pear and cherry / E. A. Curry, M W. Williams// *Acta Hortic*. – 1986. – 179. – P. 743-754.
 111. Davière J. M. Gibberellin signaling in plants / J. M. Davière, P. Achard // *Development*. – 2013. – 140. V P. 1147-115.
 112. Davies P.J. Plant hormones: Biosynthesis, signal transduction, action! – Dordrecht : Kluwer Acad. Publ. –2004.
 113. 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.
 114. 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'an, & J. A. Franco // *Sci. Hortic*. – 2006. –107. – P. 277–283.
 115. 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.
 116. 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.
 117. 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.
 118. Griffiths J., Murase K., Rieu I. et al. Genetic characterization and functional analysis of the GID₁ gibberellin receptors in *Arabidopsis* / J. Griffiths, K. Murase, I. Rieu et al. // *Plant Cell*. – 2006. – 18. – P. 3399-3414.
 119. Gupta R. Gibberellic acid in plant/ R. Gupta, S. Chakrabarty // *Plant Signal Behav*. – 2013. – 9. – P. 25504.
 120. 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.
 121. P
 122. Hodairi M. H. The effects of paclobutrazol on growth and the movement of ¹⁴C- labeled assimilates in – Red Delicious apple seedlings / M. H. Hodairi, A. E. Conham, W. R. Buckley. – 1988. – Vol. 63, №4. – P. 213-223.
 123. 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.
 124. Jung J. Growth regulation in crop plants with new types of triazole compounds / J. Jung // *Crop Sc*. – 1987. – Vol. 158. – P. 324-332.
 125. 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.
 126. 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.
 127. Kasem M. M. Studying 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.
 128. 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.
 129. Koning R. E. Gibberellins / R. E. Koning // *Plant Physiology Information Website*. – 1994.
 130. 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.
 131. Koutroubas S. D., Damalas C. A. (2016). Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*. – 2016. – 32(6). – 1493-1501.
 132. 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.
 133. 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.
 134. Kuriata V. G. The use of antigibberelins with different mechanisms of action on morphogenesis and production



- process regulation in the plant *Solanum melongena* (Solanaceae) / V. G. Kuriata, V. V. Rohach, T. I. Rohach, T. V. Khranovska // *Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Biologija, ekologija*. – 2016. – 24(1). – P. 221-224.
135. 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.
136. 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.
137. 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. Polyvani // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – 8(1). – P. 11-20.
138. 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.
139. 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.
140. 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 // *Biotechnologie for Biofuels*. – 2014. – 8. – P. 64.
141. MacMillan J. Occurrence of gibberellins in vascular plants, fungi, and bacteria / J. MacMillan // *J. Plant Growth Regul.* – 2001. – 20(4). – P. 387-442.
142. 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.
143. Martínez C. Gibberellins and plant vegetative growth / C. Martínez, A. Espinosa-Ruiz, S. Prat // *Annu Plant Rev.* – 2016. – 49. – P.285–322.
145. 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.
146. 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.
147. 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.
148. 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.
149. 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.
150. Nelson S. K. Gibberellin hormone signal perception: down-regulating DELLA repressors of plant growth and development / S. K. Nelson, C. M. Steber // *Annu Plant Rev.* – 2016. – 49. – P. 153-188.
151. 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.
152. 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.
153. 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.
154. Piccoli P. Metabolism of 17,17-[²H₂]-gibberellin A₂₀ to 17,17-[²H₂] gibberellin A₁ by *Azospirillum lipoferum* cultures / P. Piccoli, R. Bottini // *AgriScientia*. – 1994. – 11. – P. 13-15.
155. 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.
156. 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.
157. Ramwant G. Gibberellic acid in plant / G. Ramwant, S. K. Chakrabarty // *Plant Signaling & Behavior*. – 2013. – 8(9). P. 1559-2324.



158. 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.
159. Sabovljevic M. Plant growth regulation in bryophytes / M. Sabovljevic M, M. Vujcic, A. Sabovljevic // Botan. Serbica. – 2014. – 38(1). – P. 99-107.
160. 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.
161. Selim S. M. Hassanain and Samah M. Youssef. Response of growth, flowering, concrete oil and its component of *Polygonum tuberosum* 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.
162. 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.
163. Sousa Lima G. M. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole / G. M. Sousa Lima, M. C. Toledo Pereira, M. B. Oliveira, S. Nietzsche, G. P. Mizobutsi, & W. M. Publio Filho // Ciencia Rural. – 2016. – 46(8). – P. 1350-1356.
164. 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.
165. 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.
166. 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.
167. 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.
168. 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.
169. 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.
170. 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.
171. 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.
172. 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.
173. Williams M. W. Vegetative growth control of apple and pear trees with icl pp333 chemical analog of bayleton / M. W. Williams, L. J. Edgerton // Acta Hort. – 1983. – 137. – P. 111-116.
174. Yamaguchi S. Gibberellin metabolism and its regulation / S. Yamaguchi // Ann. Rev. Plant Biol. – 2008. – 59. – P. 225-251.
175. 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.
176. 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. Taiwan, L. Weiguo, X. Wang, // Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System. – 2013. – 44(22). – P. 3267-3280.
177. 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.
178. 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, Hawaii. – 1987. – P. 280-287.
179. 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.
180. 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.
181. 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.
182. 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.