



УДК 661.162.65:633/635

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБЕРЕЛІНУ ТА РЕТАРДАНТІВ РІЗНИХ ТИПІВ У РОСЛИННИЦТВІ

Кравець О. О., асистент

Кур'ята В. Г., д.б.н., професор

e-mail: kravets07041992@gmail.com

У статті розглянуто сучасні уявлення про особливості використання гібереліну та ретардантів для направленої регуляції фізіологічних процесів росту сільськогосподарських культур. Детально проаналізовано вплив основних груп ретардантів – четвертинних амонієвих сполук, триазолпохідних препаратів та етиленпродуцентів на морфогенез та продукційний процес рослин. Встановлено, що за дії антигіберелінових препаратів уповільнювався лінійний ріст рослини, формувалася потужніший фотосинтетичний апарат, зростав «запит» на асиміляти процесами карпогенезу внаслідок змін у гістогенезі стебла та формування більшої кількості плодів на рослинах. З'ясовано, що застосування протилежним за механізмом дії препаратів суттєво змінює співвідношення між донорною і акцепторною сферами рослин, сприяє посиленню транспорту та реутилізації неструктурних вуглеводів, азотовмісних сполук та елементів живлення з вегетативних органів до плодів. Наслідком такої корекції донорно-акцепторних відносин у рослині є підвищення урожайності культури.

Ключові слова: гібереліни, ретарданти, ріст та розвиток, морфогенез, донорно-акцепторна система, продуктивність

The article considers modern ideas about the features of gibberellin and retardants application for physiological regulation on growth processes of crops. It is analyzed the main groups of retardants - quaternary ammonium compounds, triazole derivatives and ethylene producers on morphogenesis and plant production process. It was found that the action of antigibberellin compounds reduced the linear growth of plant, resulted on the formation of powerful photosynthetic apparatus and increased the "source" of assimilates by carpogenesis due to changes in the histogenesis of stem and the formation of more fruit on plants. It has been established that the application of compounds with multidirectional mechanisms of action significantly changes the correlation between the donor and acceptor spheres of plants, promotes the enhancement of translocation and reutilization of nonstructural carbohydrates, nitrogen-containing compounds and nutrition elements from vegetative organs to fruits. The consequence of such correction of donor-acceptor relations increased the crop production.

Key words: gibberellins, retardants, growth and development, morphogenesis, donor-acceptor system, productivity.

Загальна характеристика регуляторів росту з антигібереліновим механізмом дії. Пізнання 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 [77, 91, 97, 159]. Концепція донорно-акцепторних відносин застосовується як для аналізу перерозподілу резервних речовин між органами рослин в період проростання насіння, бульб, кореневищ (гетеротрофна фаза росту) [49, 85, 132, 143], так і при аналізі зв'язків між процесами росту і фотосинтезу в автотрофну



фазу розвитку на різних етапах вегетації [120, 134, 136, 159]. 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 [73, 130, 131, 133, 142].

Донорна і акцепторна сфери рослини пов'язані системою прямих і зворотних зв'язків (гормональних, трофічних), що забезпечує взаємну корекцію процесів росту і фотосинтезу. Застосування регуляторів росту дозволяє штучно змінювати морфогенез, активність ростових та фотосинтетичних процесів, регулювати навантаження рослин плодами та насінням [2, 7, 15, 20, 26, 29]. По суті, 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 [74, 43, 84, 95, 108, 111, 157].

Однією з найбільш поширених груп синтетичних регуляторів росту рослин є ретарданти – антигіберелінові препарати, які або інгібують синтез гіберелінів, або блокують утворення гормон-рецепторного комплексу, унеможливаючи рістстимулюючу дію фітогормону [45, 102, 109]. Відомо, що ці синтетичні речовини застосовують для інгібування ростових процесів [30, 31, 101, 115], прискорення переходу до стану спокою [45, 49], підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища [14, 118, 158]. Ці препарати значно відрізняються за своєю хімічною будовою, однак викликають один і той же ефект – уповільнюють поділ і розтягування клітин, що призводить до гальмування росту в цілому, не викликаючи аномальних відхилень. При достатній активності асиміляційного апарату штучне обмеження росту вегетативних органів під впливом ретардантів призводить до перерозподілу асимілятів в бік формування плоду, внаслідок чого часто підвищується урожайність та покращується якість сільськогосподарських культур [19, 21, 47, 57, 60, 78, 88, 114, 116]. Разом з тим, питання про фізіологічні механізми координації уповільнення росту і підвищення продуктивності рослин за дії ретардантів вивчено недостатньо.

Найбільш вживаними серед регуляторів росту рослин з ретардантними властивостями є наступні п'ять груп речовин:

1. *Онїєві сполуки* – четвертинні солі амонію, сульфонію та фосфонію. До сполук цієї групи відносяться АМО-1618, фосфон-Д, морфол, пікс, хлорхолінхлорид, хлормекватхлорид, 17-DMC, 3-DEC [32, 42, 52, 76, 154, 157, 160].

2. *Гідразинпохідні препарати* – гідразин maleїнової кислоти (ГМК, МГ-натрій), NN-диметилгідразид янтарної кислоти (ДЯК, В-9, алар-85, кілар-85) [45, 51].

3. *Триазол- та пентанолпохідні препарати* – паклобутразол, уніказол, пиридазин (BAS-111), тебуконазол (фолікур), азовіт, флурпірамідол [58, 121, 124, 126, 130, 153, 155].

4. *Етиленпродуценти* – 2-ХЕФК, етефон, гідрел, дигідрел, кампозан М,



декстерел, етрел, церон [23, 46, 80, 90, 100, 103, 134, 135, 151].

5. *Ізобутирати* – ДХІБ, ФВ-450, МЕНДОК [45, 117].

Дані препарати викликають подібні анатомо-морфологічні зміни, але відрізняються за механізмом дії. За цим принципом ретарданти можна розділити на 2 групи: речовини, які переривають біосинтез гібереленів, і речовини, які нейтралізують стимулюючий ефект гіберелінів, не перериваючи біосинтез [54].

При вивченні фізіолого-біохімічних механізмів рістгальмуючої дії четвертинних амонієвих сполук було встановлено, що вони переривають біосинтез гіберелінів тільки в одній ланці [64]. Зокрема АМО-1618 інгібує активність ент-каурен-синтази на стадії перетворення геранілгераніолдифосфату в копаліл-пірофосфат, як і хлорхолінхлорид (ССС) [9, 55] на відміну від фосфону D, який здійснює це на стадії ент-каурену – ент-кауренол [9, 65].

Онієві препарати, як правило, викликають вкорочення і потовщення стебла, зміну площі листових пластинок і посилення накопичення фотосинтетичних пігментів у листках [66], збільшення квіток жіночої статі у рослин [55, 130]. Так, обробка насіння бавовнику схожим за хімічною будовою з ССС препаратом мепікватхлоридом призводила до гальмування росту рослин, зменшення площі листової поверхні, маси сирію і сухої речовини рослин [154]. За дії препарату ТУР у рослин томатів збільшувались інтенсивність транспірації, кількість судинно-волокнутих пучків та їх водопровідна можливість, що усувало водний дефіцит в тканинах листків [3]. Під впливом препарату цикоцель збільшувались суха маса рослин соняшника, діаметр стебла і кошика, але знижувалась висота рослини і площа листової поверхні і не змінювалися строки цвітіння. Виявлено, що низькі концентрації препарату значно зменшували, а помірні збільшували концентрацію хлорофілів і каротиноїдів у листку соняшника [79, 148].

Рістгальмуючі властивості проявляють також гідразин малеїнової кислоти (ГМК) або 6-окси-3(2Н)-пиридазинон та сполуки синтезовані на його основі (алар-85, кілар-85, ДЯК, ГМК-натрію). Фізіологічна активність даної групи препаратів зумовлюється їх здатністю впливати на оремі групи генів клітинного циклу та інгібувати процеси біосинтезу нуклеїнових кислот [13]. Важливо відмітити і структурну подібність препарату з фенольними сполуками рослинної клітини, які беруть участь в утилізації ауксину, а також здатністю ГМК утворювати стабільні комплекси з β -D-глюкозидами фенольних сполук, гуміновими і фульвіновими кислотами [81].

Гідразинпохідні препарати досить широко використовувалися в рослинництві для підвищення врожайності помідорів, яблуні, уповільнення росту пагонів і компактного формування крони, стимуляції закладання плодкових бруньок [45, 51]. Разом з тим, практичне застосування препаратів цієї групи для виробництва продуктів харчування рослинного походження зараз визнано недоцільним, оскільки встановлено їх значну мутагенну і канцерогенну дію на тваринні організми. Перспективним залишається використання ГМК та інших



препаратів цієї групи у декоративному садівництві, квітникарстві [45].

Особливу групу ретардантів становлять триазолпохідні сполуки. Дія похідних триазолу на ріст осьових органів рослин основана на пригнученні активності ент-каурен-синтетази та інгібуванні біосинтезу гіберелінів у трьох ланках цього процесу: на стадії перетворення геранілгераніолдифосфату в копаліпірофосфат і надалі в ент-каурен, як деякі четвертинні амонієві солі [54, 148]. Крім цього, триазолпохідні препарати пригнічують перетворення ент-каурену в ент-кауренол, ент-кауренолу через ент-кауреналь в кауренову кислоту, що забезпечує надзвичайно високу і стабільну ретардантну активність у відношенні стосовно росту стебла і проростанні насіння багатьох рослин за рахунок пригнічення активності α -амілази [66, 87, 147]. Фізіологічні функції триазолів проявляються в інгібуванні біосинтезу брасиностероїдів [119], в меншій мірі етилену [126], а також деяких цитокінінів [146].

Фізіологічна активність триазолпохідних препаратів проявляється в інгібуванні росту паростків [27, 38, 62], осьових органів зернових злакових [4, 68, 72, 123, 140], бобових [6, 33, 39], овочевих [2, 16, 24, 25, 34, 94], одно-, багаторічних культур [13, 36, 70], стимуляції росту коріння [148], підвищенні продуктивності, стійкості до дії патогенів та найменше екологічне навантаження на гектар [46, 110, 116]. Важливою характеристикою ретардантів є екологічна безпечність та низька токсичність.

Одним із типових представників цієї групи є паклобутразол. Встановлено, що під впливом паклобутразолу збільшується рівень 1-аміноциклопропан-1-карбонової кислоти (АЦК) і знижується рівень етилену у первинних листках квасолі на світлі [155], тоді як за дії BAS 111W на рослинах ріпаку вміст АЦК не змінювався, а вміст рибозидів зеатину і дегідрозеатину підвищувався в 3-4 рази [126]. Встановленою є дія уніказолу щодо підвищення стійкості проростків пшениці до високих температур за рахунок збереження тургору і меншого утворення етилену. Фізіологічний вплив препарату проявляється виключно у малих дозах. Так, для попередження полягання рису норма витрат робочого розчину уніказолу, у порівнянні з хлорхолінхлоридом (на гектар), зменшується більше ніж у 100 разів [65].

Триазолпохідні препарати проявляють як ретардантні, так і фунгіцидні властивості. Якщо триазоли існують у вигляді енантіомеру з R-конфігурацією при хірольному атомі вуглецю, який несе ОН-групу, то це визначає їх фунгіцидні властивості. Якщо ж енантіомер з S-конфігурацією при цьому ж атомі вуглецю, то такі триазоли є інгібіторами гіберелінів [147].

Препарати паклобутразол, уніказол та азовіт (триадимефон) – характеризуються низькою токсичністю, здатністю діяти в малих дозах та екологічною безпечністю [64]. При вивченні транспорту паклобутразолу в стеблі сіянців яблуні виявили, що через 27 тижнів після обробки більше половини ^{14}C -активності знаходилося у флоемі та ксилемі і лише 23 % ^{14}C -активності – в тій



частині, де спостерігалось чітке гальмування росту пагона [64, 125].

Відмічена здатність триазолпохідних інгібувати синтез стеролів і терпеноїдів [147]. Так, паклобутразол пригнічував синтез стеролів у культурі клітин селери [129], а фенпропіморф застосовується як фунгіцид на рослинах винограду, оскільки інгібує біосинтез ергостеролу – основного компоненту мембран грибів [145].

Надзвичайно великим успіхом стало створення регуляторів росту – етиленпродуцентів на основі 2-хлоретилфосфонові кислоти (2-ХЕФК), які на відміну від четвертинних амонієвих сполук і триазолпохідних препаратів не впливають на синтез гіберелінів, але шляхом блокування утворення гормон-рецепторного комплексу здатні інгібувати активність вже синтезованих гормонів цього класу [34, 45, 46].

Дія етиленпродуцентів пов'язана з тим, що ці препарати є екологічно безпечні, оскільки розкладаються в рослинах з виділенням вільного етилену – нативного метаболіту рослини, який накопичується в цитоплазмі і викликає зміни в балансі ауксин-етилен. Встановлено, що під впливом етрелу знижувався вміст ІОК в рослинах гороху [135], а у озимого жита знижувалася активність ауксинів [150].

Етилен викликає затримку мітотичного процесу в меристемах вегетативних органів, що спричиняється блокуванням синтезу ядерної ДНК [10]. Використання етиленпродуцентів зумовлює зменшення розмірів клітини у довжину та збільшення її ізодіаметричних розмірів, що призводить до вкорочення і потовщення міжвузлів [4]. Ці препарати прискорюють дозрівання плодів яблуні [141], сливи [125], томатів [22, 134], що необхідно для механізованого збору врожаю. Застосування етрелу дає можливість отримати більшу кількість жіночих квіток на рослинах огірка та гарбуза [151]. Етиленпродуценти підвищують всхожість та енергію проростання насіння, дозрівання кошиків, що дозволяє зібрати врожай соняшника без втрат [122], стимулюють ріст кореневої системи, на рослинах бавовнику забезпечують дефоліацію (опадання 80 % листя) [138]. Встановлено, що етиленпродуценти підвищують активність полігалактуронази і целюлази, за рахунок чого прискорюється дозрівання плоду [49, 63].

Порівняно новою групою ретардантів є ізобутирати, до яких відноситься 2,3-дихлорізомаляна кислоти (ДХІБ) та її натрієві солі (ФВ-450, мендок). Виявлено два механізми ретардантної дії ДХІБ [117]. Перший – це безпосереднє гальмування біосинтезу ГК від окислювальних ланок після каурену та через редукцію гідроксикауренкарбонової кислоти до вмісту GK_3 і GK_1 . При високих дозах ДХІБ додатково до впливу на синтез ГК викликає гальмування активності ферменту, що бере участь у перетворенні пантоїнової в пантотенову кислоту, тим самим впливає на утворення коферменту А (K_0A). Другий механізм пов'язаний з обміном речовин і реалізується через переривання біосинтезу гібереліну на етапі утворення кауренової кислоти з каурену [117]. Аналіз вмісту міченого вуглецю показав, що при обробці молодих рослин пшениці спостерігалось зменшення мітки вільних



формах ГК₁ та ГК₃, зокрема ДХІБ у 2 рази зменшував утворення ГК₃, а ССС – ГК₁. Відомо також, що ДХІБ гальмує не лише утворення, але й транспорт ГК. Тобто, рістінгібуюча дія даної групи препаратів, в залежності від структури, визначається блокуванням синтезу або зменшенням активності вже синтезованих гіберелінів [45].

В останні десятиріччя ефективні ретарданти також знаходять серед похідних відомого раніше винайденою присутністю грамініцидів класу циклогексацидів (ЦГД), зокрема – ацил-ЦГД, які ефективно блокують шляхи біосинтезу ГК, зменшують вміст активних гіберелінів ГК₁ та ГК₄ і широко використовуються у сучасному рослинництві [124, 137]. Ацил-ЦГД пригнічують фінальні стадії біосинтезу ГК, а саме гідроксилювання ГК₂₀ в ГК₁. Тринексапак-етил, прогексацион-Са та дамінозид інгібують переважно 3β-гідроксилювання та утворення високоактивних гіберелінів із неактивних похідних [147, 148, 152]. Це підтверджується детальними дослідженнями механізму дії ацил-ЦГД [124], якими встановлено, що за структурою молекула прогексациону подібна до 2-оксоглутарової кислоти (ко-субстрат деоксигеназ, що каталізують гідроксилювання пізніх стадій біосинтезу ГК). Тому первинним сайтом дії прогексациону кальцію може бути саме 3β-гідроксилювання. У результаті застосування прогексациону відбувається зниження рівня накопичення ГК₁, що викликає акумулювання його попередника – ГК₂₀ (неактивної форми). При цьому на генетично близькому до пшениці та інших зернових колосових культур виді – куцоніжці двоколосковій (*Brachypodium distachyon* L. P. Beauv.) показано відсутність транскрипційної відповіді на дію фітогормонів, у тому числі прогексациону-Са [127].

Ретарданти класу похідних ацил-ЦГД легко засвоюються через листову поверхню та переміщуються по рослині переважно акропетально, базипетальний рух обмежений. Вони можуть бути ефективними як за внесення у фазі куціння, на початку виходу рослин у трубку, так і у фазі прапорцевого листка, коли активується ріст останнього підколосового міжвузля. Важливо, що у цей період усі елементи колоса вже закладені, тому внесення похідних ЦГД не має вираженого негативного впливу на продуктивність рослин [123]. Ця особливість прояву ретардантної активності нових регуляторів росту має значення щодо зменшення залежності технології вирощування зернових колосових культур від несприятливих умов вегетаційного сезону, зокрема дефіциту вологи, високих температур протягом другої половини вегетації. Саме несприятливі умови вегетаційних сезонів в останні роки часто знижують ефективність застосування ретардантів класу онієвих сполук, що на окремих сортах зернових культур спричиняє навіть зниження рівнів урожайності [139, 148].

Ефективність дії ретардантів значною мірою визначається ґрунтово-кліматичними умовами, видовою і сортовою специфічністю, фазою розвитку рослин, регламентами застосування препаратів. Різні групи ретардантів по-різному впливають на окремі види та сорти рослин [65]. Четвертинні солі амонію найбільш



ефективні при використанні на бобових, складноцвітих і злакових [8, 40, 41, 50, 52, 59, 69, 75], триазолпохідні препарати – на плодових, технічних та декоративних культурах [12, 44, 35, 126, 146], етиленпродуценти – на зернових і овочевих культурах [4, 132, 134].

Фізіолого-біохімічні зміни в рослинах за дії ретардантів. Розробка засобів регуляції донорно-акцепторної («source-sink») системи рослин відкриває перспективи штучного перерозподілу потоків асимілятів із процесів вегетативного росту на потреби карпогенезу (формування і росту плодів), а отже може стати ефективним чинником підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Ця концепція застосовується для аналізу як гетеротрофної фази росту (проростання насіння [144]), так і при аналізі активності донорної та акцепторної сфер рослини на різних етапах вегетації. 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 [91, 120, 159].

Штучна зміна швидкості росту під впливом фітогормонів та синтетичних регуляторів росту дозволяє змоделювати різну ступінь напруження між донорною (джерело) та акцепторною (стік) зонами з метою встановлення особливостей формування і функціонування донорно-акцепторних відносин рослин на різних етапах онтогенезу [132, 133, 144]. Оскільки регулятори росту рослин інгібіторного типу – ретарданти суттєво впливають на морфогенез, тому з'являється можливість встановити, через які анатомо-морфологічні та фізіологічні зміни посилюється або послаблюється транспорт потоків асимілятів до різних органів і тканин рослини.

Виявлено, що механізм дії більшості ретардантів пов'язаний з пригніченням ферментативного біосинтезу гібереліну [54]. Відомо, що однією з найважливіших функцій гіберелінів у процесі проростання насіння злакових культур є здатність стимулювати виділення зародком в ендосперм α -амілази, що сприяє розщепленню крохмалю [62]. Антагоністи гіберелінів – четвертинні амонієві солі і триазолпохідні препарати, навпаки істотно блокують активність цього ферменту, на чому ґрунтується α -амілазний тест визначення активності ретардантів [45].

Аналіз результатів вивчення активності зв'язаних форм гіберелінів в пагонах малини свідчить про те, що вона була меншою у варіантах із застосуванням ретарданту декстрелу і паклобутразолу. В листках відбувалося збільшення активності зв'язаних форм гіберелінів за дії паклобутразолу і зменшення (у порівнянні з контролем) за дії декстрелу [45, 89]. Аналогічні результати отримані і на інших культурах. Зокрема, у ріпаку в листках відмічалось зменшення вмісту зв'язаних форм гіберелінів, у картоплі і люцерни різниця між контролем і паклобутразолом була мінімальною, а у сої і цукрового буряка відмічалось різке зростання їх вмісту [12]. Таким чином, дія ретардантів не пов'язана, очевидно, з інактивуванням гіберелінів шляхом переведення у кон'юговані форми [45].

Результати численних досліджень свідчать про суттєвий вплив ретардантів



на активність гіберелінів в рослинах [9], однак зводити реакцію рослин на дію рістгальмуючих препаратів до змін у вмісті й активності тільки цього класу фітогормонів було б невірним – вирішальну роль у морфогенезі відіграє баланс, співвідношення і послідовність дії різних груп фітогормонів [45]. Тому важливого значення набуває вивчення змін у вмісті і співвідношенні інших класів фітогормонів в тканинах рослин при штучному гальмуванні росту під дією ретардантів.

Гальмування росту різних рослин хлормекватхлоридом, викликало тимчасове збільшення вмісту етилену і АЦПК під впливом ретарданту, що пояснюється як стресова реакція рослин на введення препарату, а рістгальмуюча дія ретарданту ССС не була пов'язана з суттєвими змінами у біосинтезі етилену [80].

Характер дії ретардантів на ауксиновий обмін має видову специфіку. Так, під впливом ССС і АМО-1618 відбувалося зниження активності ауксину, що можна пояснити як інгібування його синтезу, так і збільшення ІОК-оксидази [10, 66], тоді як при обробці квасолі і винограду хлорхолінхлоридом відмічалось збільшення вмісту ауксинів, що може відбуватися за рахунок утворення нових бокових пагонів, тоді як апікальні меристеми виступають центрами синтезу ауксинів [65, 66].

Досліджено, що під дією триазолпохідних препаратів поряд з пригніченням синтезу гіберелінів відбувається збільшення активності природних інгібіторів росту, а саме АБК, що свідчить про зв'язок ретардантної дії препарату і гормональної системи регуляції [65, 66]. Пов'язано це з тим, що синтез гіберелінів і абсцизової кислоти – гілки єдиного шляху синтезу терпенів в рослині [11].

Отримані результати засвідчують чітке збільшення вмісту вільної форми АБК під впливом паклобутразолу у ріпаку [12], картоплі [28] і сої [8], однак рослин цукрового буряка у дослідному варіанті вміст зв'язаної форми гормону зменшувався [104]. Можливо це пов'язано з морфологічними особливостями культури – розетковим характером і відсутністю стебла, інтенсивністю перерозподілу гормону між листками і потужною акцепторною зоною – коренеплодом [106].

Встановлено, що за дії ретардантів у паростках під час проростання бульб картоплі відносна частка абсцизової кислоти збільшується, вміст вільних форм цитокінінів, індолілоцтової кислоти і гіберелінів – зменшується [12, 28], а саме зміни у гормональному комплексі визначають особливості функціонування меристем і диференціації тканин органа [107].

Для переважної більшості сільськогосподарських культур характерним є вилягання посівів [4]. У літературі достатньо інформації стосовно застосування антигіберелінів з метою запобігання вилягання рослин [4, 61], підвищення стійкості яких до вилягання пов'язане зі збільшенням механічної міцності стебла. Встановлено, що обробка рослин озимого ріпаку 0,025 %-им паклобутразолом зумовлювала інгібування лінійного росту пагонів з одночасним посиленням галуження стебла і утворенням додаткових гілочок першого порядку, що



супроводжувалося суттєвим потовщенням стебла в першу чергу за рахунок паренхіми первинної кори, збільшення поперечних розмірів склеренхімних волокон та потовщення їх клітинних оболонок. Такі зміни сприяли посиленню механічної міцності стебла і зменшували вилягання, що створювало технологічні переваги при збиранні урожаю [72]. Аналогічне потовщення стебла було відмічено за дії хлормекватхлориду на рослинах сої [6], соняшнику [77], маку олійного [61]. Так, результати дослідження свідчать, що під впливом хлормекватхлориду діаметр стебла льону збільшувався на 10-30 %, кількість судин ксилеми в ряду зростала на 34-70 %, кора потовщувалася на 23-30 %, діаметр лубяних волокон на 24-35 %, що покращувало стійкість рослин льону до вилягання та забезпечувало технологічні переваги при зборі врожаю [93].

Перебудова гормонального комплексу під впливом ретардантів і відповідне інгібування апікального домінування зумовлювали важливе з погляду регуляції продуктивності рослин посилення галуження стебла. Зокрема, за дії фолікуру збільшувалась кількість пагонів у маку олійного [44], за дії хлормекватхлориду і паклобутразолу – в ріпаку озимого [37], за дії хлормекватхлориду – в льону олійного [96], за дії паклобутразолу – в гірчиці білої [152]. Унаслідок посилення галуження стебел цих культур закладалася більша кількість листків, квіток і плодів, що є важливою передумовою підвищення врожайності. Однак можливості застосування антигіберелінових препаратів при вирощуванні пасльонових культур з метою регуляції процесів органо- і гістогенезу залишаються практично не вивченими [17, 86, 131].

Ключову роль у продуктивності рослин відіграє фотосинтетична активність, яка великою мірою визначається площею листкової поверхні, кількістю і тривалістю життя листків, мезоструктурною організацією листка. Роботи останніх років підтвердили, що штучне гальмування ростових процесів рослин за допомогою ретардантів різних класів супроводжується істотними змінами морфогенезу, які стосуються формування різних рівнів організації фотосинтетичного апарату рослин [44, 48, 71, 82, 91]. У разі застосування хлормекватхлориду на культурі льону олійного кількість листків на рослині збільшувалась без відчутного зростання площі листкової поверхні через менші розміри окремих листків [98]. У рослин сої збільшувались як кількість листків, так і їх сумарна площа [6], у соняшнику під впливом хлормекватхлориду кількість листків зменшувалась, однак унаслідок істотного зростання їх площі загальна площа листкової поверхні збільшувалась [76]. У рослин ріпаку озимого сумарна площа листкової поверхні зменшувалась, однак листки потовщувалися [70]. У рослин маку олійного за дії триазолпохідного препарату фолікуру збільшувались площа листкової поверхні, маса сирої та сухої речовини листків, подовжувалася тривалість життя [58]. У разі застосування ретардантів на олійних культурах загальна площа їх листкової поверхні може збільшуватися без змін або навіть при зменшенні площі окремих листків через інтенсивніше галуження стебла й



закладання більшої кількості листків [61].

Дослідження впливу різних за механізмом дії ретардантів на рослини малини свідчать про зменшення площі і маси листків, за рахунок зменшення частоти поділів клітин, а не їх розмірів, що зумовлене зниженням активності вільних гіберелінів у листках [45, 49].

Важливим показником асиміляційної активності є питома маса листків, що характеризується співвідношенням маси сухої речовини листків до площі листків. Позитивну кореляцію між інтенсивністю фотосинтезу і цим показником пояснюють підвищенням кількості основних структурних елементів і фотосинтетичних пігментів, за безпосередньої участі яких асимілюється CO_2 . Загальною ознакою позитивних змін фотосинтетичного апарату сільськогосподарських культур за дії ретардантів є зростання питомої маси й потовщення листків. Встановлено, що питома маса листків маку у варіантах з обробкою рослин антигібереліновими препаратами хлормекватхлоридом і фолікуром збільшується [58, 61]. Подібні результати отримали інші дослідники на культурах соняшнику [78] та льону олійного [41].

Збільшення питомої маси листків свідчить про мезоструктурні зміни в них за дії препаратів. Аналіз мезоструктурної будови листка цукрового буряка [105], картоплі [89], озимого ріпаку [72] за дії ССС, декстрелу, паклобутразолу свідчить, про збільшення товщини листка за рахунок потовщення шару фотосинтетичної тканини – хлоренхіми, збільшення розмірів та об'єму клітин стовпчастої й губчастої паренхіми в ній. Спостерігалось збільшення об'єму клітин стовпчастої паренхіми майже у 1,5 рази [48]. Застосування хлормекватхлориду сприяє також зростанню об'єму хлоропластів у клітинах стовпчастої паренхіми льону олійного на 14 – 15 %, в клітинах губчастої паренхіми – на 21 – 27 % порівняно з контролем [96].

Характер дії ретардантів різних класів на пігментну систему листків доволі складний і залежить від особливостей об'єкта дослідження, специфіки препарату та умов його застосування. Разом з тим в окремих дослідженнях виявляли позитивний вплив антигіберелінових препаратів на вміст хлорофілів у листках дослідних рослин. Так, паклобутразолу збільшував вміст хлорофілів у листках гербери, фолікур – у маку олійного [61], хлорхолінхлорид – у гінкго дволопатевого [160], флурпірамідол – пуансетії [142].

Суміш етиленпродуценту ДСРТА та четвертинної амонієвої солі ССС збільшує площу листя та масу сухої речовини листків, вмісту хлорофілу в них [157]. Дослідження впливу уніказолу на насіння сої свідчить про аналогічний вплив препарату на фотосинтетичний апарат листка [158].

Важливим ценотичним показником потужності фотосинтетичного апарату є листовий індекс [68]. Встановлено, що за дії ретардантів різної хімічної будови він зростав у рослин маку олійного [61], сої [8], соняшнику [76]. Разом з тим збільшення листового індексу в ценозі не завжди є позитивним явищем, оскільки



загущення посівів, формування надмірної листкової поверхні може призводити до затінення сусідніх рослин і, як наслідок, до зниження врожаю культури [61]. Застосування ретардантів на даних культурах не призводило до таких наслідків, їх урожайність зростала [33; 44].

Ростова функція рослини залежить не тільки від особливостей будови і потужності фотосинтетичного апарату, але є інтегральним проявом цілого ряду фізіологічних процесів, серед яких важливе місце належить співвідношенню дихання і фотосинтезу в онтогенезі окремих органів і рослини в цілому [5]. На сучасному етапі дихання розглядається як потужний метаболічний акцептор вуглецю, а співвідношення дихання/фотосинтез значною мірою характеризує напруженість донорно-акцепторних відносин у рослині [91]. Разом з тим літературні дані щодо впливу ретардантів на процеси дихання рослин носять фрагментарний характер. Так, в дослідях з відокремленими листками плюща було встановлено, що екзогенний етилен посилює їх дихання [155], а під впливом хлорхолінхлориду в умовах підвищеної вологості зменшувалася інтенсивність дихання рослин нуту [128]. Аналогічні результати отримані за дії декстрелу і паклобутразолу на рослинах малини [45].

Зміна донорно-акцепторного балансу проростаючих бульб картоплі під впливом триазолпохідного препарату паклобутразолу призводила до підвищення інтенсивності дихання, причому ефект посилювався на світлі. Це пояснюється тим, що за дії ретарданту в умовах фотоморфогенезу дихання виступало як альтернативний росту акцептор, що утилізує надлишок розчинних цукрів у паростках [62].

На рослинах цукрового буряка було виявлено, що при видаленні частини листкової пластинки (акцептора) хірургічним шляхом спостерігалось зменшення інтенсивності фотосинтезу при одночасному посиленні темного фотодихання [91].

Аналіз результатів дослідження свідчить, що під впливом різних за механізмом дії ретардантів – декстрелом і паклобутразолом відбуваються зміни у газообміні рослин цукрового буряку, відмічалось зростання витрат на фотодихання і темнове дихання у листків [107]. Так, незважаючи на зростання вмісту хлорофілів у тканинах листка дослідних варіантів, інтенсивність фотосинтезу зменшувалася за рахунок збільшення мезофільного опору листків, який залежить від об'єму міжклітинників, величини вільної поверхні клітин мезофілу, фізико-хімічних умов переносу вуглекислого газу від поверхні клітин до хлоропласту й активності рибульозобісфосфаткарбоксилази [53, 107].

Основні закономірності функціонування донорно-акцепторних відносин вивчаються, в основному, при аналізі співвідношення інтенсивності процесів росту і фотосинтезу, де процеси росту виступають в якості основного акцептора, а фотосинтез – в якості донора асимілятів [61, 73]. Під асимілятатами мають на увазі різні сполуки асимільованого рослиною у процесі фотосинтезу вуглецю, в першу



чергу транспортні та запасні форми вуглеводів, які є основою енергетичних і метаболічних процесів, а також «будівельним матеріалом» у процесах росту і розвитку на всіх рівнях організації рослинного організму [91]. Відомо також, що запасні речовини різних типів відіграють роль буферу між фотосинтезом як «джерелом» асимілятів і ростом структурної речовини вегетативних, запасуючих і репродуктивних органів як «стоком» асимілятів, що і визначає до певної міри незалежність ростових процесів від фотосинтезу [67].

Аналіз динаміки вмісту різних форм вуглеводів в органах рослин дає підставу зробити висновок про поступове зменшення сумарного вмісту цукрів і крохмалю в листках і стеблах ріпаку озимого [74], маку олійного [61], льону олійного [95] і соняшнику [78] протягом вегетації, причому процес активувався за дії ретардантів. Оскільки після фази бутонізації ростові процеси у вегетативних органах істотно уповільнюються й одночасно з'являються нові потужні акцепторні зони – плоди, основний потік асимілятів спрямовується на процеси карпогенезу, з чим і пов'язані поступове зменшення вмісту вуглеводів у вегетативних органах та приріст урожаю культур під впливом ретардантів [134].

Продуктивність цукрових буряків пов'язана з накопиченням в коренеплоді великої кількості сахарози, яка синтезується в листках ферментом сахарозофосфатсинтетазою. Так, у коренеплодах цукрового буряка гібриду Роберта за дії паклобутразолу відбувалося збільшення сумарного вмісту цукрів і сахарози, а обробка декстрелом призвела до зменшення цих показників [108]. Подібний вплив ретардантів на перерозподіл різних форм вуглеводів між органами був відмічений на рослинах пасльонових. Так, обробка бульб картоплі паклобутразолом і декстрелом в період виходу їх зі стану спокою призводила до уповільнення проростання бульб, суттєвого зменшення активності амілази та інвертази, що супроводжувалося збільшенням вмісту основної транспортної форми цукрів – сахарози та депонуванням надлишку вуглеводів у вигляді крохмальних зерен у паростках [83].

Відомо, що між інтенсивностями росту, фотосинтезу, дихання та азотним живленням рослин існує чітка залежність [63]. Обмін сполук азоту при обробці рослин ретардантами достатньо вивчений на ягідних [45], злакових [4], технічних [92], бобових і ряді інших сільськогосподарських культур [1, 3, 59, 78, 112]. Встановлено, що за дії хлормекватхлориду вміст білкового азоту в листках і стеблах соняшника порівняно з контролем підвищувався [78], а за обробки ріпаку паклобутразолом – його вміст у тканинах вегетативних органів знижувався [72]. Доведено, що за надлишку азоту в тканинах під час розвитку рослин олійних культур посилюється накопичення білка й одночасно зменшуються вміст олії в насінні та вміст ненасичених жирних кислот в олії [59, 92]. Встановлено, що підвищення вмісту вуглеводів у вегетативних органах рослин маку олійного за дії хлормекватхлориду й фолікуру супроводжувалось зниженням вмісту в них загального азоту [59]. Максимальну кількість азотовмісних речовин у листках і



коренях виявляли на початкових етапах дослідження. До кінця вегетації вміст азоту в тканинах вегетативних органів активніше зменшувався під впливом хлормекватхлориду та фолікуру, що, на нашу думку, свідчить про інтенсивний гідроліз білків і відтік азотовмісних сполук у нові атрагувальні центри – коробочки, кількість яких збільшувалась [61]. Подібні результати відтоку азоту з вегетативних органів у генеративні отримали інші автори, які досліджували рослини озимого ріпаку [72], бавовнику за дії ретарданту пікс [1], цукрового буряку за дії декстрелу [112].

Для бобових рослин аналіз донорно-акцепторних відносин не може бути обмеженим лише специфікою перерозподілу асимілятів між вегетативними і генеративними органами рослин, процесами росту і фотосинтезу, оскільки додатковим атрагувальними центрами перерозподілу асимілятів виступають бобово-ризобіальні комплекси [7]. Інтенсивність засвоєння бобовими рослинами атмосферного азоту визначається характером становлення й розвитку взаємовідносин рослин із бульбочковими бактеріями [18].

Ключовими ферментами асиміляції азоту бобовими рослинами є нітрогеназа і нітратредуктаза [8, 18]. Механізм регуляції нітратредуктази пов'язаний з індукцією/репресією синтезу азоту, на етапі окиснення нітрату до нітриту, та діяльністю специфічних протеаз, що відіграють значну роль у комплексній системі регуляції нітратредуктазної активності. Встановлено, що за дії 0,5 %-го хлормекватхлориду в інокульованих штамми *Bradyrhizobium japonicum* рослин сої підвищувалася активність нітратредуктази в листках у фазу цвітіння, а також посилювалася нітрогеназна активність кореневих бульбочок, при цьому її пік зміщувався на більш пізній етап онтогенезу – фазу зеленого бобу [8].

Фосфорно-калійне живлення впливає на фотосинтетичну активність рослини, транспорт цукрів із хлоропластів листка до генеративних органів, ростові процеси, підтримання тургору й азотний обмін.

Підтримання певного балансу елементів живлення за впливу регуляторів росту сприяє нормальному перебігу фаз онтогенезу рослин, підвищенню продуктивності культур. Так, за дії хлормекватхлориду кількість фосфору в листках цукрових буряків зменшувалась, а вміст калію зростав як у листках, так і в коренеплодах дослідних рослин [112]. В оброблених ретардантами рослин картоплі вміст фосфору в бульбах був підвищеним протягом усього дослідження. У листках дослідних рослин вміст фосфору на початку вегетації збільшувався, наприкінці – зменшувався [107, 112]. Вміст калію в листках на початку дослідження зменшувався, в період цвітіння – збільшувався, наприкінці дослідження знову зменшувався. У бульбах вміст калію зростав лише на перших етапах дослідження, а в подальшому знижувався. У період плодоношення під впливом хлорхолінхлориду підвищувався вміст калію в листках чорноплідної горобини [45].

У результаті вивчення метаболізму елементів мінерального живлення в органах рослин льону олійного встановлено, що за дії препаратів з



антигібереліновою активністю вміст фосфору в листках на початку дослідження зростав, що свідчить про оптимізацію фосфорного живлення рослин під впливом ретарданту. Наприкінці вегетації його вміст поступово зменшувався через посилення відтоку цього елемента до плодів, які в цей час інтенсивно формуються. Таку ж саму закономірність відмічено й для стебла. Наслідком посилення відтоку фосфору до плодів є факт, що його концентрація в плодах за дії ретардантів в онтогенезі зростає інтенсивніше, ніж у контрольному варіанті [92]. Аналогічні закономірності встановлено для ріпаку озимого [72], соняшника [78].

Загалом протягом вегетації за дії ретардантів вміст азоту, фосфору та калію у вегетативних органах поступово зменшувався внаслідок посилення відтоку цих елементів живлення до плодів, кількість яких за обробки препаратами зростала. Тому, існує необхідність вивчення характеру засвоєння й перерозподілу основних потоків елементів мінерального живлення органами рослин овочевих культур за дії регуляторів росту з антигібереліновим механізмом дії.

Регуляція росту і розвитку сільськогосподарських культур за допомогою ретардантів дає змогу спрямовано впливати на окремі етапи онтогенезу і в кінцевому підсумку підвищувати продуктивність та якість урожаю.

Ретарданти здатні регулювати плодоношення [45], прискорювати процеси дозрівання культур [134], змінювати напрямок потоку асимілятів і метаболітів в рослинах в бік посиленого відкладання їх у запасуючих органах, що призводить до збільшення врожайності культур [49, 89]; впливали на якість урожаю [47, 70, 93]; мають значний вплив на насінневу продуктивність рослин [36, 41, 52, 56, 60, 113].

Встановлено, що застосування 0,5 %-го розчину хлормекватхлориду зумовлювало підвищення насінневої продуктивності сорту льону Дебют на 21,2 %, а сорту Орфей на 12,0 %. За дії препарату збільшувався вміст олії в насінні, поліпшувалася її якість (зростали вміст зв'язаних вищих жирних кислот, співвідношення ненасичених і насичених вищих жирних кислот) [96].

При обприскуванні рослин ярого ріпаку розчинами четвертинних онієвих сполук 3-DEC і 17-DMC врожайність зростала на 10 – 27 %, в основному внаслідок впливу на формування стручків головного стебла [52]. Застосування паклобутразолу і декстрелу для обробки озимого ріпаку зумовлювало збільшення кількості пагонів першого порядку і стручків, що підвищувало насінневу продуктивність культури [70]. Подібні результати отримано при використанні триапентенолу [121], модусу [149] і церону в низьких концентраціях перед початком цвітіння [148].

Встановлено, що обробка насіння кукурудзи уніказолом збільшувала врожайність насіння на 20 – 30 % [157], триапентанолу – на 3,7 – 8,3 % [121]. Застосування BAS 111 W на ріпаку підвищувало врожайність насіння на 6 – 15 % [126].

Застосування ретардантів, етиленпродуцентів та їх похідних призводить до підвищення врожайності плодових [13], технічних: крохмаленосних [35, 71, 89],



цукроносних [107], олійних [61, 69, 96], овочевих [43]; ягідних культур [45, 99].

Управління періодом спокою дозволяє вирішувати важливі практичні завдання: дає змогу мінімізувати втрати резервних сполук коренеплодів, бульб та підвищити їх стійкість до бактеріальною та грибною ураження мікрофлорою, зокрема, утворення паростків наприкінці періоду спокою погіршує якість насінневої та продовольчої картоплі.

Формування проростками «запиту» на резервні асиміляти з різних за походженням органів запасу (бульби картоплі і топінамбуру, сім'ядолі насіння соняшнику і гарбуза) значною мірою визначається зміною активності апікальних меристем, що проявляється у підвищеній енергії проростання насіння, посиленні гістогенезу за дії гіберелінів і пригнічення цих процесів під впливом ретардантів [63]. Так, за дії ретардантів відбувалося гальмування проростання бульб картоплі, а саме уповільнення росту паростків за рахунок розростання клітин первинної кори, що призводило до вторинного депонування надлишку вуглеводів у вигляді крохмалю амілопластів [63, 89]. При проростанні насіння соняшника, яке містить в якості резервної речовини олію, обробка ретардантами гальмувала використання олії сім'ядолей, що визначалося відповідними змінами активності ліпазного комплексу [63].

Отже, пізнання шляхів і механізмів функціонування та регуляції активності системи «донор-акцептор», зокрема шляхом штучного перерозподілу продуктів фотосинтезу до плодів, коренеплодів, інших органів запасу під впливом фітогормонів та різних груп синтетичних регуляторів росту відкриває нові можливості для оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських культур. При цьому вплив антигіберелінових препаратів на морфологічні і фізіологічні особливості функціонування донорно-акцепторної системи пасльонових культур вивчено недостатньо.

Література:

1. Ахунов А. А. Влияние ретарданта пикса и дефолианта дロッパ на биосинтез белков в листьях и волокне хлопчатника / А. А. Ахунов, А. А. Умаров, Ф. А. Ибрагимов // *Агрехимия*. – 2005. – № 9. – С. 43-50.
2. Бровко О. В. Вплив гібереліну на формування фотосинтетичного апарату та продуктивність перцю солодкого / О. В. Бровко, В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач // *Агробіологія*. – 2016. – № 1. – С. 86-92.
3. Ваганов А. П. Роль препарата ТУР и микроэлементов в регулировании водного режима у растений томатов / А. П. Ваганов, Н. И Кулик // *Регуляция водного обмена растений : VII Всесоюз. симпоз., 8 - 11 сент. 1981. : материалы симпоз.* - К. : Наук. думка, 1984. - С. 58-60.
4. Ващенко В. Ф. Адаптация устойчивости посева к полеганию ингибиром / В. Ф. Ващенко, Н. В Серкин // *Аграрна наука: Научно-технический и производ. журнал*. – 2013. – № 6. – С. 12-13.
5. Голик К. Н. Темное дыхание растений / К. Н. Голик. – К. : Наукова думка, 1990. – 137 с.
6. Голунова Л. А. Анатоми-морфологічні особливості рослин сої за комплексної дії



- bradyrhizobium japonicum і ретардантів / В. Г. Кур'ята, Л. А. Голунова // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: біологія. – 2012. – №3 (52). – С. 79-83.
7. Голунова Л. А. Дія хлормекватхлориду на продуктивність та якість насіння *Glycine max* L./ Л. А. Голунова // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль, 2015. – №1. (62) – 206 с. – С. 66-71.
 8. Голунова Л. А. Регуляція продукційного процесу і симбіотичної азотфіксації сої за допомогою ретардантів: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2013. – 20 с.
 9. 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.
 10. Деева В. П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения. Физиологические основы / В. П. Деева, З. И. Шелег, Н. В. Санько. – Минск : Наука и техника, 1988. – 255 с.
 11. Дерфлинг К. Гормоны растений / К. Дерфлинг. – М.: Мир, 1985. – 303 с.
 12. Дія паклобутразолу на активність гіберелінів і вміст абсцизової кислоти в листках деяких сільськогосподарських рослин / В. Г. Кур'ята, В. А. Негрецький, В. В. Рогач, Л. А. Голунова, С. В. Мазніченко, Б. І. Гуляев // Физиология и биохимия культ. растений. – 2005. – Т. 37, № 5. – С. 452-458.
 13. Калашников Д. В. Разработка и применение ретардантных смесей на яблоне : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 03.00.05 – Ботаника / Д. В. Калашников. – М., 1989. – 20 с.
 14. Князюк О. В. Вплив гідротермічних умов на продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку із строками сівби / О. В. Князюк // Вісник БДАУ: зб. наук. праць. – Біла Церква, 2000. – С. 113-120.
 15. Князюк О. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи / О. В. Князюк, В. Г. Липовий, І. Ф. Підпалій // Агробіологія: Зб. наук. праць БНАУ. – Біла Церква, 2012. – Вип 9. – С. 116-120.
 16. Князюк О. В. Особливості вирощування перцю та баклажанів в умовах закритого ґрунту / О. В. Князюк // 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.139-159.
 17. Князюк О. В. Продуктивність сортів томату залежно від строку висаджування розсади та просторового розміщення на площі / О.В. Князюк, І.А. Пантелимон, Т. В. Піскорська // Агробіологія : Зб.наук. праць БНАУ. – Біла Церква, 2014. – Вип 1. – С. 78-81.
 18. Коць С. Я. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобиальный симбиоз / С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др. – К. : Логос, 2010. – Т. 2. – 2011. – 523 с.
 19. Кравець О. О. Вплив триазолпохідного препарату фолікуру на вміст вуглеводів у рослин томатів / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference, «Věda a vznik -2017», Věda a vznik -2017. Biologické vědy. Ekologie. Zemědělství. Moderních informačních technologií. Chemie a chemické technologie. – 2017. – 11. – С. 44-47.
 20. Кравець О. О. Вплив екзогенного гібереліну на гістогенез стебла томатів сорту Солероссо / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Материали за XIII международна научна практична конференция, «Achievement of high school - 2017». София. «Бял ГРАД-БГ». – 2017. – 8. – С. 22-25.
 21. Кравець О. О. Вплив есфону на вміст елементів мінерального живлення рослин томатів / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Материали за XIII международна научна практична конференция, Бъдещи въпроси от света на науката – 2017, 15-22 декември 2017 г. Биологични науки. Ветеринарен. Екология. Медицина. Селско стопанство.:



- Софія. «Бял ГРАД-БГ». – 2017. – 9. – С. 3-6.
22. Кравець О. О. Вплив есфону на формування листкової поверхні та анатомічної будови листка томатів / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Materials of the XI International scientific and practical conference, «Modern scientific potential – 2015». Sheffied. – 2015. – 30. – С. 15-17.
 23. Кравець О. О. Мезоструктурна організація листків томатів за дії етиленпродуценту есфону / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Materialy XIII Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Naukowa mysl informacyjnej powieki – 2015». Przemysl. – 2015. – 13. – С. 23-25.
 24. Кравець О. О. Особливості анатомічної будови листка томатів сорту Солеросо за дії фолікуру / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція, Образованието и науката на XXI век – 2017, 15-22 октомври 2017 г.: Софія «Бял ГРАД-БГ». – 2017. – 6. – С. 16-19.
 25. Кравець О. О. Особливості анатомічної будови стебла томатів сорту Солеросо за дії фолікуру / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference, «Vědecký průmysl evropského kontinentu – 2017». – 2017. – 8. – С. 15-18.
 26. Кравець О. О. Формування листкової поверхні та фотосинтетична продуктивність у томатів за дії есфону / О. О. Кравець, В. Г. Кур'ята // Матеріали за 11-а міжнародна научна практична конференція, «Найновите научни постижения - 2015». Софія. «Бял ГРАД-БГ». – 2015. – 13. – С. 35-36.
 27. Кур'ята В. Г. Вміст крохмалю та різних форм цукрів у бульбах картоплі при виході із стану спокою за дії ретардантів / В. Г. Кур'ята, О. О. Ткачук, Л. М. Рогальська // Вісник Запорізького національного університету. Серія: Біологічні науки. – 2006. - №1.- С. 95-99.
 28. Кур'ята В. Г. Вплив ретардантів на вміст абсцизової кислоти та гіберелоподібних речовин у листках картоплі / В. Г. Кур'ята, О. О. Ткачук, В. А. Негрецький // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2004.– № 3-4 (24).– С. 34-37.
 29. Кур'ята В. Г. Вплив ретардантів на насінневу продуктивність і якість насіння цукрового буряка при висадковому способі вирощування / В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія. – Харків. – 2003. – № 5 (3). – С. 101-106.
 30. Кур'ята В. Г. Вплив ретардантів на ростові процеси, морфогенез і продуктивність рослин картоплі / В. Г. Кур'ята, О. О. Ткачук, Г. Л. Ременюк, Б. І. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. - 2002. - Т. 34, № 4. - С. 305-310.
 31. Кур'ята В. Г. Вплив ретардантів на ростові процеси, морфогенез і продуктивність рослин цукрового буряка / В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль, 2002. – № 1 (16). – С. 46-48.
 32. Кур'ята В. Г. Вплив хлормекватхлориду на урожайність та якісні характеристики олії льону / В. Г. Кур'ята, О. О. Ходаніцька // Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві / Збірник наукових праць. – Умань: Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство, 2011. – 468 с. – С. 203-208.
 33. Кур'ята В. Г. Вплив хлормекватхлориду на формування симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* / В. Г. Кур'ята, Л. А. Голунова // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: біологія. – 2011. – №3 (48). – С. 79-83.
 34. 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.
 35. Кур'ята В. Г. Дія паклобутразолу і декстрелу на анатомічну будову листків картоплі /



- В. Г. Кур'ята, О. О. Ткачук // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2002. – №2 (17). – С. 63-66.
36. Кур'ята В. Г. Дія ретардантів на карпогенез і якість насіння цукрового буряка / В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль, 2003. – № 2 (21). – С. 28-31.
37. Кур'ята В. Г. Дія ретардантів на морфогенез і продуктивність рослин озимого ріпаку / В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач, Б. І. Гуляєв // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – Т. 36, № 2. – С. 167-172.
38. Кур'ята В. Г. Дія хлормекватхлориду на використання резервних ліпідів при проростанні насіння соняшнику (*Helianthus annuus L.*) / Кур'ята В. Г., Рогач Т. І. // Наук. записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. – 2008. – №1 (35). – С. 26-31.
39. Кур'ята В. Г. Ефективність системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за дії паклбутразолу / В. Г. Кур'ята, Л. А. Голунова, С. К. Береговенко // Физиология і біохімія культурних рослин. – 2010. – 42. № 3. – С. 218-224.
40. Кур'ята В. Г. Морфофізіологічні зміни в рослин *Helianthus annuus* під впливом хлормекватхлориду / Кур'ята В. Г., Рогач Т. І. // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. праць. Біологічні науки. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – № 2. – С. 151-155.
41. Кур'ята В. Г. Особливості анатомічної будови і функціонування листкового апарату та продуктивність рослин льону олійного за дії хлормекватхлориду / В. Г. Кур'ята, О. О. Ходаніцька // Ukrainian journal of ecology. – 2018. – Том 8, № 1. – С. 918-926.
42. Кур'ята В. Г. Особливості морфогенезу і продукційного процесу льону-кучерявцю за дії хлормекватхлориду і трептолему / В. Г. Кур'ята, О. О. Ходаніцька // Физиология и биохимия культ. растений. – 2012. – Т. 44, № 6. – С. 522-528.
43. 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.
44. Кур'ята В. Г. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру / В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний // Физиология растений и генетика. – 2015. – Т. 47, № 4. – С. 313–320.
45. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин // Физиология растений: проблеми та перспективи розвитку. – К: Логос, 2009. – Т. 1. – С. 565-589.
46. Кур'ята В. Г. Стан і перспективи підвищення ефективності та екологічної безпеки застосування ретардантів і етиленпродуцентів в рослинництві / В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук, О. О. Ткачук, С. В. Мазніченко // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця. - 2002. – Вип.4. – С. 85-90.
47. Кур'ята В. Г. Якісний склад насіння сої за дії ретардантів / В. Г. Кур'ята, Л. А. Голунова // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: біологія, 2009. – № 4 (41). – С. 96-100.
48. Кур'ята В.Г. Структурно-функціональна організація листка цукрового буряка за дії ретардантів / В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук, Д. А. Кірізій, Б. І. Гуляєв // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, №1. – С. 11-16.
49. Кур'ята І. В. Функціонування донорно-акцепторної системи рослин у процесі проростання за дії гібереліну і ретардантів/ І. В. Кур'ята // Физиология и биохимия культ. растений. – 2012. – 44. – №6. – С. 484-494.
50. Кур'ята В. Г. Влияние хлормекватхлорида на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность льна масличного в условиях правобережной Лесостепи



- України / В. Г. Кур'ята, Е. А. Ходаницька // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 4 (8). – С. 88-93.
51. 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.
 52. Милювене Л. Эффект соединения 17-DMC на уровень фитогормонов и рост рапса *Brassica napus* / Л. Милювене, Л. Новицкене, В. Гавелене // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 5. – С. 733-737.
 53. Мокроносов А. Т. Фотосинтез. Физиолого-биохимические и экологические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1992. – 320 с.
 54. Муромцев Г. С. Основы сельскохозяйственной биотехнологии / Г. С. Муромцев, Р. Г. Бутенко, Т. И. Тихоненко, М. И. Прокофьев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 384 с.
 55. Муромцев Г. С. Физиологические механизмы действия ретардантов / Г. С. Муромцев, А. В. Кокурин, З. Н. Павлова // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1984. – №5. – С. 669-674.
 56. Панасюга А. П. Влияние морфорегуляторов на продуктивность горчицы белой / А. П. Панасюга, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский // вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – 1. – С. 33-37.
 57. Поливаний С. В. Вплив суміші трептолему та хлормекватхлориду на продуктивність та якість продукції маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. – 2014. – № 8 (291), Ч 1. – 194 с. – с. 48-55.
 58. Поливаний С. В. Вплив фолікуру на морфогенез та продуктивність рослин маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія біологія. – 2014. – Вип 36. – 194 с. – С. 64-67.
 59. Поливаний С. В. Вплив хлормекватхлориду на урожайність, вміст олії та білку в насінні маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Корми і кормовиробництво: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Вінниця: ТОВ «В-во Діло», 2013. – Вип 75. – 252 с. – С. 150-154.
 60. Поливаний С. В. Дія антигіберелінового препарату хлормекватхлориду на структуру урожаю і якісні характеристики олії маку олійного/ С. В. Поливаний // Сільськогосподарські науки: Збірник наукових праць Вінницького нац. аграр. ун-ту. – Вінниця, 2012. – Вип. 1 (57). – 192 с. – С. 90-93.
 61. 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.
 62. Попроцька І. В. Дія світла та рістрегулюючих речовин на напруженість донорно-акцепторних відносин в рослині у процесі проростання / І. В. Попроцька // Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2016-2017 н.р. / Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського; відпов. ред. В. Г. Кур'ята. – Вінниця, 2017. – С. 103-120.
 63. Попроцька І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у рослин в системі «депо асимілятів – ріст» у процесі проростання / І. В. Попроцька. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. - 122 с.
 64. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова, В. Г. Головатый // Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений ; под ред. Н. И. Якушкиной. – М. – 1989. – № 5 – С. 27-33.
 65. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммуннотекторными 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. Прядкіна Г. О. Депонувальна здатність стебла сучасних сортів озимої пшениці за змінних умов довкілля як фізіологічний маркер їх продуктивності / Г. О. Прядкіна, В. П. Зборівська, П. Л. Рижикова // Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2016. – Т.14, № 2. – С.44-50.
68. Прядкіна Г. О. Потужність фотосинетичного апарату, зернова продуктивність та якість зерна інтенсивних сортів м'якої пшениці за різного рівня мінерального живлення / Г. О. Прядкіна, В. В. Швартау, Л. М. Михальська // Физиология и биохимия культурных растений. – 2011. – 43, № 2. – С. 158-163.
69. Рогач В. В. Вплив хлормекватхлориду на морфогенез та продуктивність озимого ріпаку/ В. В. Рогач // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2011. – № 4 (49). – С. 70-76.
70. Рогач В. В. Вплив хлормекватхлориду на продуктивність та якість продукції озимого ріпаку / В. В. Рогач // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Сільськогосподарські науки – 2011. – Випуск 8 (48). – С. 43-49.
71. 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 університету. Біологія, екологія. – 2016. – Т. 24 (2). – С. 416-420.
72. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих щирних кислот олії ріпаку / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 156 с.
73. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфофізіологічні показники, продуктивність та період спокою картоплі / В. В. Рогач, І. В. Попроцька, Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2015. – № 1. – С. 51-54.
74. Рогач В. В. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / В. В. Рогач // Агробіологія – 2010. – Випуск 4 (80). – С.45-50.
75. Рогач Т. І. Вплив регуляторів росту на хімічний склад насіння і якість олії *Helianthus annuus* L. / Т. І. Рогач. // IV-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. – Вінниця : Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. – С. 409-411.
76. Рогач Т. І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез та продуктивність соняшнику / Т. І. Рогач // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Сільськогосподарські науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 1 (57). – С. 121-127.
77. Рогач Т. І. Вплив хлормекватхлориду на анатомічну будову і продуктивність рослин соняшнику (*Helianthus annuus* L.) / Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: Зб. наук. праць УДАУ. – Умань, 2008. – С. 71-77.
78. Рогач Т. І. Накопичення та перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин соняшника в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія : Сільськогосподарські науки. – Вінниця, 2011. – Вип. 8 (48). – С. 49-54.
79. Рогач Т. І. Продуктивність та якісні характеристики олії соняшнику за дії хлормекватхлориду / Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. // Агробіологія : зб. наук. праць. – Біла Церква. – 2010. – Вип. 4 (80). – С. 37-41.
80. Романовская О. И. 2-хлорэтилфосфоновая кислота и ее препараты - поступление, метаболизм и остатки в растении / О. И. Романовская, О. И. Крейцберг // Этиленпродуценты в растениеводстве : Физиология действия и применение. – Рига : Зинатне, 1989. – С. 9-31.
81. Тараріко Ю. О. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроєкосистем (науково-технологічне забезпечення аграрного



- виробництва) // Ю.О. Тараріко, О. О. Іващенко та ін. – К.: Аграрна наука, 2004. - 126 с.
82. Ткачук О. О. Вплив паклобутразолу на анатомо-морфологічні показники рослин картоплі / О. О. Ткачук // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2015. – № 2. – С. 47-50.
83. 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.
84. Ткачук О. О. Вплив ретардантів на вміст різних форм вуглеводів в органах картоплі / О. О. Ткачук // Агробіологія. – № 11, Біла церква, 2013. – С. 94 – 97.
85. Ткачук О. О. Вплив ретардантів на інтенсивність проростання та гістогенез паростків бульб картоплі при виході їх зі стану спокою / О. О. Ткачук // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки Випуск 1 (57). – 2012. – С. 132-136.
86. 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.
87. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі: дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.12 / Олеся Олександрівна Ткачук. – К., 2007. – 156 с.
88. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі : автореферат дис. на здобуття наук. Ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / О. О. Ткачук. – Київ, 2007. – 22 с.
89. Ткачук О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі / О. О. Ткачук, В. Г. Кур'ята. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 152 с.
90. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин / О. О. Ткачук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – №3 (114), 2014. – С. 41-44.
91. Фотосинтез. Т. 2. Ассимиляція CO₂ и механизмы ее регуляции / Д. А., Киризий, О. О. Стасик, Г. А. Прядкина, Т. М. Шадшина. – Киев: Логос, 2014. – 478 с.
92. Ходаніцька О. О. Вплив регуляторів росту на вміст азоту, фосфору та калію у рослинах льону олійного / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2013. – № 3 (56). – С.102-108.
93. Ходаніцька О. О. Вплив регуляторів росту рослин на морфогенез і продуктивність рослин льону олійного / О. О. Ходаніцька // Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2016-2017 н.р. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 348 с. – С. 25-40.
94. Ходаніцька О. О. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на якість олії льону сорту Орфей / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 77-88.
95. Ходаніцька О. О. Вплив хлормекватхлориду на накопичення і перерозподіл вуглеводів між органами рослин льону олійного в процесі росту та урожайність культури / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята, О.В. Корнійчук // Агробіологія: Збірник наукових праць Білоцерків. нац. аграр. ун-т. – Біла церква, 2011. – Вип. 6 (86). – 182 с. – С. 119-123.
96. 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.
97. Ходаніцька О. О. Застосування хлормекватхлориду для оптимізації продукційного процесу льону олійного / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята // IV Всеукраїнський з'їзд



- екологів з міжнародною участю, 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. – 252 с. – С. 428-431.
98. Ходаніцька О. О. Продукційний процес льону олійного сорту Орфей за дії хлормекватхлориду / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 31-33.
99. Шаталюк Г. С. Дія гібереліну та антигіберелінових 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.
100. Шаталюк Г. С. Дія есфону на ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу / Г. С. Шаталюк // WYKSZTAŁCENIEI NAUKA BEZ GRANIC. Przemysł Nauka I studia. – 2015. – Т. 12 – С. 52-54.
101. Шаталюк Г. С. Ростові процеси, урожайність та якість продукції агрусу за дії гібереліну / Г. С. Шаталюк // PERSPEKTYWICZNE OPRACOWANIA SA NAUKA I TECHNIKAMI. Przemysł Nauka I studia. – 2015. – Т. 9 – С. 30-32.
102. 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.
103. 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.
104. Шевчук О. А. Вплив паклобутразолу на активність гіберелінів, вміст різних форм абсцизової кислоти та накопичення азоту в органах рослин цукрового буряка / О. А. Шевчук // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль, 2008. – 2 (36). – С. 37-42.
105. Шевчук О. А. Дія регуляторів росту рослин на карпогенез та показники насінневої продуктивності цукрового буряка / О. А. Шевчук // Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць. – 2017. – №7 (Том 2). – С. 62-69.
106. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків : автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 / О. А. Шевчук. – К., 2002. – 20 с.
107. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків / О. А. Шевчук, В. Г. Кур'ята. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 140 с.
108. Шевчук О. А. Дія ретардантів на накопичення та перерозподіл вуглеводів у вегетативних органах рослин цукрового буряка / О. А. Шевчук // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця, 2008. – Вип. 35. – С. 86-93.
109. Шевчук О. А. Екологічна безпека та перспективи застосування синтетичних регуляторів росту у рослинництві / О. А. Шевчук, О. О. Кришталь, В. В. Шевчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця : ВНТУ. – 2014. – №1(112). – С. 34-39.
110. Шевчук О. А. Екологічні аспекти застосування ретардантів та етиленпродуцентів в рослинництві / О. А. Шевчук, О. О. Ткачук, Л. А. Голунова, І. В. Кур'ята, Л. М. Рогальська, В. В. Рогач // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця. – 2006.– Вип.12. – С.118-123.
111. Шевчук О. А. Накопичення та перерозподіл вуглеводів у вегетативних органах рослин цукрового буряка / О. А. Шевчук // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. – Луганськ. – 2008. – №14 (153). – С. 131-136.
112. Шевчук О. А. Накопичення та перерозподіл елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослин цукрового буряка за дії ретардантів / О. А. Шевчук, В. Г.



- Кур'ята // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця, 2007. – вип. 32. – С. 18-26.
113. Шевчук О. А. Насіннева продуктивність рослин цукрового буряка гібриду Ялтушківський ЧС 72 при обробці квітконосних пагонів ретардантами / О. А. Шевчук, О. О. Кришталь, С. В. Прокопець, В. Б. Бочарова // *Materialy X Międzynarodowej naukowo-pracowniczej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki - 2014»* (07-15 lutego 2014 roku). – Vol. 28. – Przemysł : Nauka i studia. – 2014. – S. 8-10.
114. 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.
115. Шевчук О. А. Перспективи застосування синтетичних регуляторів росту інгібіторного типу у рослинництві та їх екологічна безпека / О. А. Шевчук, Л. А. Голунова, О. О. Ткачук, В. В. Шевчук, С. Д. Криклива // *Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник.* – Вип. 84. – С. 86-90.
116. Шевчук О. А. Перспективи підвищення ефективності та екологічної безпеки застосування синтетичних регуляторів росту інгібіторного типу у рослинництві / О. А. Шевчук // 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. 431-433.
117. Эрдели Г. С. Изобутираты – новый класс ретардантов / Г.С. Эрдели, Г.Н. Хожаинова, Г. Шиллинг. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1992. – 157 с.
118. Baranyiova I. Effect of application of growth regulators on the physiological and yield parameters of winter wheat under water deficit / I. Baranyiova, K. Klem // *Plant Soil Environ.* – 2016. – 62(3). – P. 114-120.
119. Best N. B. Phytohormone inhibitor treatments phenocopy brassinosteroid–gibberellin dwarf mutant interactions in maize / N. B. Best, G. Johal, B. P. Dilkes // *Plant Direct.* – 2017. – P. 1-18.
120. 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.
121. Budzynski W. The influence of triapentenol used in autumn on wintering, lodging and yielding of winter rape / W. Budzynski, T. Ojczyk // *Rostl. vyroba.* – 1995. – 41, N 5. – P. 201-205.
122. El-Maarou-Bouteau H. Reactive oxygen species, abscisic acid and ethylene interact to regulate sunflower seed germination / H. El-Maarou-Bouteau, Y. Sajjad, J. Bazin, N. Langlade // *Plant, cell and environment.* – 2015. – 38. – P. 364-374.
123. Espindula M. C. Use of growth retardants in wheat / M. C. Espindula, V. S. Rocha, J. A. S. Grossi, M. A. Souza, L. T. Souza, L. F. Favarato // *Planta Daninha.* – 2009. – 27(2). – 379-387.
124. Evans J. R. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, prohexadione-calcium / J. R. Evans, R. R. Evans, C. L. Regusci, W. Rademacher // *HortScience.* – 1999. – 34(7). – P. 1200-1201.
125. Giulio C. Metabolism and translocation of 1,2 –14 C (2-chloroethyl) phosphonic acid in *Prunus persica* (L.) Batsch / C. Giulio, A. Ramina, A. Musia // *Sci. Hortic. (Neth).* – 1981. – Vol. 15, № 1. – P. 33-34.
126. Grossmann K. Influence of the triazole growth retardant BAS 111.W on phytohormone levels in senescing intact pods of oilseed rape / K. Grossmann, J. Kwiatkowski, C. Hauser, F. Siefert // *Plant Growth Regul.* – 1994. – V. 14, №2. – P. 115-118.



127. Kakei Y. Transcriptome analysis of hormone-induced gene expression in *Brachypodium distachyon* / Y. Kakei, K. Mochida, T. Sakurai, T. Yoshida, K. Shinozaki, Y. Shimada // *Scientific Reports*. – 2015. – 5. – P. 14476.
128. Krishnamoorthy X. Effect of waterlogging and growth retardants on gram (*Cicer arictinum* Var H-333) / X. Krishnamoorthy, C. Gosmani, I. Dayal // *Indian J. Plant Physiol.* – 1987. – 30 (4). – P. 387-389.
129. Kuck K. H. Sterol biosynthesis inhibitors / K. H. Kuck, K. Stenzel, J. P. Vors // *Modern crop protection compounds*. – 2012. – vol. 2. – P. 761-805.
130. 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.
131. 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.
132. 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). – C. 356-362.
133. Kuryata V. G. Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy plants under treptolem treatment towards crop productivity / V.G. Kuryata, S.V Polyvanyi// *Ukrainian journal of ecology*. – 2018. – 8(1). – C. 11-20.
134. 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.
135. Lewis D. R. Ethylene inhibits lateral root development, increases IAA transport and expression of PIN3 and PIN7 auxin efflux carriers / D. R. Lewis, S. Negi, P. Sukumar, G. K. Muday // *Development*. – 2011. – 138(16). – P. 3485-3495.
136. Liu Q. Cooperative ethylene receptor signaling / Q. Liu, C. K. Wen // *Plant Signal. Behav.* – 2012 – 7(8). – P. 1009-1013.
137. Matysiak K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat / K. Matysiak // *Journal of Plant Protection Research*. – 2006. – 46(2) – P. 133-143.
138. Mingwei Du The phytotoxin coronatine induces abscission-related gene expression and boll ripening during defoliation of cotton / Du Mingwei, Yi Li, Xiaoli Tian, Liusheng Duan, Mingcai Zhang, Weiming Tan, Dongyong Xu, Zhaohu Li // *Plos one*. – 2014. – 9 (5). – e97652.
139. Miroshnichenko I. M. Changes in the elemental composition of winter wheat plants caused by the action of Megafol and retardants / I. M. Miroshnichenko, T. I. Makoveychuk, L. M. Mykhalska, V. V. Schwartau // (2017) *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. – 2017. – 8(3) – C. 403-409.
140. Moskalets V. V. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers / V. V. Moskalets, T. Z. Moskalets, S. P. Vasykivskiy, I. V. Grynyk, A. G. Vovkohon, O. V. Lobova, O. A. Shevchuk, O. V. Knyazyuk // *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. - 2016. - 6 (3). - P. 311-318.
141. Nybom H. DNA marker-assisted evaluation of fruit firmness at harvest and post-harvest fruit softening in a diverse apple germplasm / H. Nybom, M. Ahmadi-Afzadi, J. Sehic, M. Hertog // *Tree Genetics and Genomes*. – 2013. – V. 9. – P. 279-290.
142. Pobudkiewicz A. Influence of growth retardant on growth and development of *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch / Pobudkiewicz A. // *Acta Agrobotanica*. – 2014. – 67(3). – P. 65-74.
143. Poprotska I. V. The influence of light on the germination process and use of the reserve



- substances of seeds under the action of antigibberellic agents // Proceedings of the 1st European Conference on Biology and Medical Sciences. Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2017. P. 58-63.
144. 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 chlormequat-chloride / I. V. Poprotska, V. G. Kuryata // Regul. Mech. Biosyst. – 2017. – 8(1). – P. 71-76.
145. Porep J. U. Ergosterol as an objective indicator for grape rot and fungal biomass in grapes / J. U. Porep, R. Walter, A. Kortekamp, R. Carle // Food Contr. – 2014. – 37. – P. 77-84.
146. Rabert G. Triazole compounds alters the antioxidant and osmoprotectant status in drought stressed *Helianthus annuus* L. Plants / G. Rabert, P. Manivannan, R. Somasundaram, R. Panneerselvam // Emirates Journal of Food and Agriculture. – 2013. – 26 (3). – P. 265-76.
147. Rademacher W. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways / W. Rademacher // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. – 2000. – 51. – P. 501-531.
148. Rademacher W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production / W. Rademacher // Annual Plant Reviews – 2016. – 49. – P. 359-403.
149. Rijckaert G. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed crops of Italian ryegrass and timothy / Rijckaert Georges // Bioforsk FOKUS. – 2007. – 2 (12). – P. 231-235.
150. Ruzicka K. Ethylene regulates root growth through effects on auxin biosynthesis and transport-dependent auxin distribution / K. Ruzicka, K. Ljung, S. Vanneste, R. Podhorska, T. Beeckman, J. Friml, E. Benkova // Plant Cell. – 2007. – 19(7). – P. 2197-2212.
151. Sakthinathan B. Effect of ethrel on sex expression on pumpkin (*Cucurbita moschata* L.) / B. Sakthinathan, V. Swaminathan, P. Balasubramanian, T. Sivakumar // International journal of chemical studies. – 2017. – 5 (6). – P. 964-966.
152. Schwartau V. V. Physiological role of amino acids in the nutrition of highly productive varieties of winter wheat / V. V. Schwartau, L. M. Mykhalska, I. M. Miroshnichenko // Sortovyvchennya ta ohorona prav na sorty roslyn. – 2016. – 3. – P. 52-57.
153. Setia R.C. Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A. Br. / Setia R.C., Gurmeet Bhathal, Setia Neelam // Plant Grow. Regul. – 1995. – 16, N 2. – P. 121-127.
154. Shahbaz Atta Tung Mepiquat chloride effects on cotton yield and biomass accumulation under late sowing and high density / Shahbaz Atta Tung, Ying Huang, Abdul Hafeez, Saif Ali, Aziz Khan, Biangkham Souliyanonh, Xinghu Song, Anda Liu, Guozheng Yang // Field Crops Research. – 2018. – P. 59-65.
155. Tari I. Comparison of the effects of white light and the growth retardant paclobutrazol on the ethylene production in bean hypocotyls / I. Tari, E. Mihalik // Plant Growth Regulation, Sydney. – 1998. – 24 (1). – P. 67-72.
156. Varman T. Ethylene production and action during foliage senescence in *Hedera helix* L. / T. Varman, T. Solomonos // J. Ex. Bot. – 1986. – 39 (203). – P. 685-694.
157. Wang Y. Mixed compound of DCPTA and CCC increases maize yield by improving plant morphology and up-regulating 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.
158. Yang L. The role of gibberellins in improving the resistance of tebuconazole-coated maize seeds to chilling stress by microencapsulation / L. Yang, D. Yang, X. Yan, L. Cui, Z. Wang, H. Yuan // Scientific Reports. – 2016. – 60. – P. 1-12.
159. Yu S. M. Source-sink communication: Regulated by hormone, nutrient and stress cross – signaling / S. M. Yu, S. F. Lo, T. D. Ho // Trends in plant science. – 2015. – 20(12). – P. 844-857.
160. Zhang W. Effect of chlorcholinechloride on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba* / W. Zhang, F. Xu, C. Hua, S. Cheng // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2013. – 41 (1). – P. 97-103.