



УДК 581.192:57.044: 661.162.65

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ГРУП РЕТАРДАНТІВ В РОСЛИННИЦТВІ

Куц Б.О., аспірант

Кур'ята В. Г., д.б.н., професор

e-mail: danotchka@gmail.com

Тенденції розвитку світового рослинництва передбачають використання синтетичних регуляторів росту рослин, що є одним із центральних напрямів забезпечення глобальної потреби людства у підвищенні урожайності та якості продукції сільськогосподарських культур. Серед синтетичних регуляторів росту рослин особливе значення мають ретарданти. Використання цієї групи сполук дає можливість генерувати напрямок мобілізації потенційних можливостей рослинного організму на різних етапах онтогенезу, що впливає на гормональний статус рослини, вуглеводний і азотний обмін, підвищуючи стійкість до дефіцитних станів, екстремальних умов середовища, покращуючи стійкість до фітопатогенів. Встановлено, що дія на рослини ретардантів як препаратів антигіберелінового впливу реалізує перебудову характеру донорно-акцепторних відносин внаслідок регуляції ростових процесів, атрагуючої активності «стоку» та донорної активності листка, перерозподілу потоків асимілятів та елементів мінерального живлення як між вегетативними, так і генеративними органами рослини через зміни гормональної регуляції морфогенезу, особливостей накопичення, тимчасового депонування і розподілу асимілятів між конкуруючими процесами. За механізмом впливу на рослину діючі речовини, які входять до складу ретардантів, умовно можна поділити на дві групи. Одні активно впливають на екзогенні (синтезовані рослиною) регулятори росту шляхом інгібування біосинтезу гібереліну, змінюючи при цьому активність ауксину і паралельно збільшуючи активність абсцизової кислоти та цитокініну. Інші змінюють баланс у бік посилення синтезу етилену, який активізує процеси руйнування клітинних структур і прискорює старіння клітин. Окрім того встановлено, що застосування ретардантів та стимуляторів росту може бути ефективним засобом підвищення харчової цінності та регулювання процесів метаболізму на різних стадіях онтогенезу, враховуючи формування унікального за своїм біохімічним складом та співвідношенням поживних речовин урожаю.

Ключові слова: класифікація, ретарданти, антигіберелінова дія, морфогенез, продуктивність, елементи живлення.

Trends in the world of vegetation show the usage importance of synthetic plant growth regulators, which are the main global need area for humankind to increase the yield and quality of crops. Among synthetic plant growth regulators, retardants are of particular importance. The usage of this group of compounds makes it possible to generate the direction of mobilization of plant organism potentials at different stages of ontogeny, which affects the hormonal status of the plant, carbohydrate, and nitrogen metabolism, increasing resistance to deficient states, extreme environmental conditions, and improving the resistance. It is established that the effect on the plants of retardants as drugs of anti-gibberellin effect realizes the restructuring of the nature of "source-sink" relations due to regulation of growth processes, the trading activity of 'sink' and donor activity of leaf, redistribution of streams of assimilates and elements of minerals of vegetative genera Changes in the hormonal regulation of morphogenesis, features of accumulation, temporary deposition and distribution of assimilates between competing processes. According to the mechanism of influence on the plant, the active substances that are part of the retardants can be divided into two groups. Some actively influence endogenous (plant-synthesized) growth regulators by inhibiting gibberellin biosynthesis, thereby altering auxin activity and in parallel



increasing abscisic acid and cytokinin activity. Others shift the balance toward enhancing ethylene synthesis, which activates cellular destruction processes and accelerates cellular aging. In addition, it has been established that the use of retardants and growth promoters can be an effective means of increasing nutritional value and regulating metabolism at different stages of ontogeny, given the formation of a unique biochemical composition and nutrient ratio of the crop.

Key words: classification, retardants, antihiberal influence, morphogenesis, productivity, nutrients.

Вступ. Багаторічний досвід оптимізації рослинництва та осмислення його головної мети, а саме підвищення продуктивності культур зумовили необхідність впливати на інтенсивність та спрямованість фізіологічних процесів, врожайність, якість продукції тощо.

Ретарданти сьогодні використовують з метою впливу на гормональний статус рослини, вуглеводний і азотний обмін та підвищення стійкості до дефіцитних станів, фітопатогенів, екстремальних умов середовища [13].

На сучасному етапі ретардантні властивості встановлені для п'яти груп сполук, які відрізняються хімічною будовою, однак проявляють чітку антигіберелінову дію [47]:

- гідразидпохідні препарати – гідразид малеїнової кислоти (ГМК, МГнатрій), N,N-диметилгідразид бурштинової кислоти (ДЯК, В-9, алар-85, кілар-85);

- тріазолпохідні препарати – паклобутразол, уніконазол, тебуконазол, пиридазин (BAS –111), азовіт, амідол;

- четвертинні амонієві сполуки (онієві) – АМО-1618, фосфон Д, морфол, пікс, хлормекватхлорид (хлорхолінхлорид, ССС), бромхолінхлорид (ВСС);

- ізобутирати – ДХІБ, ФВ-450, МЕНДОК;

- етиленпродуценти – 2-ХЕФК, етефон, гідрел, дигідрел, кампозан М, декстрел.

Використання деяких препаратів, таких як ГМК та інших гідразидпохідних препаратів залишаються у минулому, оскільки встановлено їх значну мутагенну і канцерогенну дію на тваринні організми, тому препарати цієї групи не використовуються для виробництва продуктів харчування рослинного походження, хоча перспективним є їх застосування у декоративному садівництві, квітникарстві [33,35].

Результати досліджень та їх обговорення. Важливою особливістю дії ретардантів є здатність їх впливати на характер перерозподілу асимілятів в рослині. Основною фізіологічною дією ретардантів є гальмування ростових процесів рослин і, відповідно, зменшення атрагувальної активності «стоку» асимілятів. Доцільним є застосування їх в якості активного зовнішнього фактору впливу на рослину при вивченні закономірностей функціонування рослинного організму як системи «джерело–стік» замість розповсюджених хірургічних способів змін співвідношення потужностей «джерела» і «стоку» (стерилізація, дефоліація, деризоїдація тощо) або введення екзогенних гормонів [7, 82].



Оскільки обробка рослин одним гормоном призводить до змін синтезу і метаболізму інших [25], екзогенне застосування фітогормонів для цієї мети не є доцільним, а співвідношення компонентів гормонального комплексу може призводити до змін морфологічних і фізіологічних програм [38]. Достатньо інформативним вважають підхід «від протилежного» – обробка рослин інгібіторами дії тих чи інших фітогормонів з наступним вивченням ролі екзогенного гормонального комплексу в регуляції фотосинтетичної і ростової функцій, що забезпечується застосуванням ретардантів [80].

У дослідженні різниці обробки зерна кукурудзи двома шляхами, а саме замочуванням та протруюванням насінин паклобутразолом були виявлені наступні зміни: зменшення довжини міжвузля, збільшення частки механічних волокон при основі вузла за рахунок накопичення лігніну, збільшення вмісту ферментів та затримку періоду плодоношення [54]. Це підтверджує, що я під впливом ретардантів може відкладатися надлишок асимілятів не лише у вигляді крохмалю, але й у вигляді структурних полісахаридів та лігніну, що пов'язано з посиленням утворення механічних і провідних тканин [10]. Обробка саліциловою кислотою також сприяла формуванню вкорочених стебел у кукурудзи, підвищуючи холодостійкість за екзогенного впливу [81].

Однак, при розробці загальної схеми дії ретардантів недостатньо вивченим залишається питання про особливості їх впливу на маргінальні меристеми, функціонування яких визначає розміри і форму листка і, відповідно, загальну площу асиміляційної поверхні рослини [47]. В ряді випадків зменшення площі і маси листових пластинок під впливом ретардантів не супроводжувалося зменшенням розмірів клітин мезофілу. Вважають, що це пов'язане із зменшенням частоти антиклінальних поділів і загальним інгібуванням активності маргіналів, внаслідок чого відбувається зменшення накопичення сухої маси органів [6,80].

Ретарданти значно інгібують апікальне домінування [69]. За дії паклобутразолу інгібування лінійного росту ріпаку озимого супроводжувалося існотним посиленням галуження стебла і утворенням додаткових гілочок першого порядку. За дії препарату кількість додаткових пагонів першого порядку зростала на 15%, кількість стручків на рослині на 20%, а кількість насінин в стручку – на 20%. В результаті технічна урожайність зростала на 20% [19].

Існують аналогічні данні про зміну перерозподілу асимілятів, що відбувалася у напрямку до зонтиків першого та другого порядку, зумовлюючи при цьому вкорочення парціальних зонтичків. Також спостерігали посилення інтенсивності синтезу пероксидази, каталази та антиоксидантів за дії ряду інгібіторів оксидаз та підвищення урожайності і якості насіння моркви. [65,71].

Значного ефекту щодо якості продукції вдається досягти, інгібуючи ріст апікальних тканин у промислових масштабах. Так, в умовах промислового вирощування ягід Годжі експериментальне використання 28 різних комбінацій та концентрацій регуляторів росту стимулювали запасання у ягодах ванілової кислоти



та рутину [55]. Також, обробка манго на ранніх етапах онтогенезу дозволяла отримувати урожай не в сезон та/або двічі на сезон через перерозподіл ростових потенціалів від апікальних бруньок, не спричиняючи накопичення фенолів, кристалів оксалату кальцію чи ліпофілів в мезофілі листя [72]. У випадку промислового вирощування манго паклобутразол використовували для блокування впливу ГКЗ, що знижувала кількість квітів. У якості додаткової переваги обробки ретардантом відзначали інтенсивніше накопичення цукрів у плодах [42].

Застосування регуляторів росту таких як ССС, паклобутразол та даменозиду покращувало резистентність стевії до недостатнього зволоження, підвищувало вміст антиоксидантів та цукристість листя, зменшуючи довжину листя та стебла, масу сухої речовини листя [65]. Застосування паклобутразолу на озимій пшениці стимулювало опірні властивості рослин до паразитичних інвазій та знижувало фітовірулентність, що підвищувало урожайність та якість врожаю [88].

Покращення якості сировини, антиоксидантних властивостей та активності ферментативного синтезу спостерігали у результаті обробки інгібіторами росту гірчиці, у якій попередньо виявляли солі кадмію та уран [43,44]. Аналогічна обробка чайних плантацій суттєво знижувала накопичення кадмію, що в контрольних варіантах дослідження розташовувався градієнтно від коренів до молодих листків. Таким чином зберігалися не лише біохімічні властивості, але й смак, якість, економічна цінність та безпечність продукту [85,86].

Збільшення питомої ваги листка та зменшення площі листкової пластинки є основною причиною підвищення інтенсивності фотосинтезу на одиницю площі листкової поверхні при обробці рослин ретардантами [47, 83]. Позитивна кореляція між інтенсивністю фотосинтезу і цим показником пояснюється збільшенням концентрації основних структурних елементів, при безпосередній участі яких здійснюється асиміляція CO_2 [34].

Встановлено, що ретарданти сприяють продовженню життя листків, оскільки скорочуються витрати асимілятів на новоутворення листків, а надлишок пластичних речовин використовується на накопичення маси коренеплідів [22].

У рослин кеш'ю обприскування паклобутразолом покращувало асиміляційні показники та підвищувало вміст хлорофілу, схильність до ранньої бутонізації, що позитивно корелювало із врожайністю горіхів [67].

Застосування ССС на рослинах огірків покращувало якість плодів партеногенетичних рослин та збільшувало кількість плодів на кожному куці. Натомість використання етилену у період бутонізації запускає програму розвитку двостатевих квітів, що зумовлювало негативні тенденції продуктивності культури кабачків (*Cucurbita pepo* var. *Giraumontia*) [48,78].

У дослідженні комплексного застосування суміші фітогормонів для обприскування персику у фазу бутонізації збільшувалася концентрація власне синтезованого етилену, що призводило до пришвидшення дозрівання, пігментації та мацерації плодів, однак, додаючи препарат АКК вдалося нівелювати синтез



екзогенного гормону стресу [62].

В умовах вегетаційного досліду у ендемічних видів звіробою після обробки жасминою кислотою максимізувалися показники, формування кореневої системи та бруньок, кількості вторинних метаболітів, що може в цілому посприяти збереженню рослин-ендемів [46]. Застосування ССС та метилжасмонату призводило до зменшення висоти пагонів, однак збільшувалися сира та суха маса органів у соняшнику [37,58]. В результаті обробки тебуконазолом також відзначено значне підвищення коефіцієнту маси сухої речовини коренів та коефіцієнту використання маси сухої речовини сім'ядолей бобів лише на світлі в результаті обробки гібереліном [8,9,60].

Обробкою рослин сої ретардантами у фазу бутонізації експериментально вдається змінити функціонування донорно-акцепторної системи (ДАС), покращення азотного живлення, спрямування асимілятів у бік формування генеративних органів – бобів. Застосування 0,05%-го паклобутразолу на рослинах сої призводило до зменшення активності вільної форми гіберелінів у листках та підвищення вмісту вільних і зв'язаних форм абсцизової кислоти [2,3].

Ретарданти дають змогу корегувати вирощування не лише сільськогосподарських, але й ягідних культур, що дозволяє оптимізувати процес та економічну рентабельність.

Основною проблемою механічного культивування винограду є пізне формування суцвіть та плодів, знижена здатність до виживання молодих рослин через виснаженість кореневої системи. Підвищення акумуляції цукрів у місцях прикріплення бруньок, а отже перерозподіл поживних речовин у системі можливий лише за комплексного використання таких регуляторів росту як стимулюючої (АВТ №2, гіберелінова кислота), так й інгібуючої дії (хлорпрофам (СРІС)) [89].

Застосування ретардантів у фазу затухання росту агрусу призводило до зниження запиту на асиміляти і початку відкладання запасних вуглеводів у пагонах [29,59].

У малини спостерігалось збільшення вмісту кальцію під впливом хлорхолінхлориду, що може бути пов'язане із накопиченням біополімерів клітинних стінок внаслідок перерозподілу асимілятів при штучному гальмуванні росту, більш раннім та інтенсивним формуванням механічних та провідних тканин. Проведені на листках малини електронно-мікроскопічні дослідження клітин мезофілу рослин, оброблених хлорхолінхлоридом, свідчать про те, що препарат викликав у частини хлоропластів різноманітні пошкодження, аж до повного їх розпаду. При цьому руйнувалася ламелярна структура, хлоропласти розбухали, з'являлася велика кількість осміофільних глобул. Встановлено, що збільшення об'єму асиміляційних клітин листків малини у варіантах із застосуванням різних типів ретардантів не супроводжувалося адекватним збільшенням числа хлоропластів – воно було на рівні, або нижче контрольного варіанту [7, 29]. Оскільки хлоропластогенез знаходиться під гормональним контролем, а за дії ретардантів зменшувалася концентрація



гіберелінів і цитокінінів в клітинах, автором зроблено висновок, що зменшення кількості хлоропластів і відношення «кількість хлоропластів/об'єм клітини» визначалося збільшенням концентрації абсцизової кислоти [7].

Існують випадки коли фізіологічний ефект на культуру відрізняється від очікуваної. Так, у полуниці (*Fragaria ananassa*) застосування паклобутразолу не мало впливу на рослини, так само як обробка ГКЗ. Натомість синтетичний ауксин та 1-нафталенооцтова кислота (НОК) діяли як інгібітор [52]. Закономірність зміни рівня гормонів відрізняється від тих, які були зареєстровані на культурі винограду. Однак, єдиної послідовної картини зміни гормонів залежно від стадії та під час дозрівання не виявлено [41,52].

Відомо, що гормональна система рослин значною мірою впливає на поглинання, рух і включення в обмінні процеси елементів мінерального живлення [1, 4, 11].

Слід підкреслити, що вплив ретардантів на надходження і перерозподіл азоту, калію, фосфору та інших елементів живлення в органах рослин не отримав однозначної оцінки у різних джерелах.

Загалом, на вміст і перерозподіл елементів мінерального живлення за дії ретардантів суттєво впливають тип препарату, особливості культури, погодні умови вегетації. Співвідношення елементів мінерального живлення є необхідною умовою нормального росту і розвитку рослин. Оскільки ретарданти є модифікаторами гормонально-інгібіторного балансу в рослині, виникає питання про зміни у надходженні і перерозподілу елементів мінерального живлення між органами при ретардантних ефектах. Трофічне забезпечення при штучному гальмуванні росту ретардантами визначається не лише надходженням асимілятів, а й засвоєнням елементів. За умов дефіциту будь-якого елемента мінерального живлення зазнають змін метаболізм та надходження чи перерозподіл інших елементів.

Зокрема, за дії різних за хімічною будовою ретардантів на ранніх етапах вегетації відмічався підвищений вміст азоту, фосфору та калію в усіх органах рослин картоплі. Зменшення вмісту калію в листках і стеблах картоплі за дії ретардантів на кінець вегетації свідчить про уповільнення транспортування асимілятів від місць синтезу до бульб, причому на фоні більш посушливих умов вегетації дія ретардантів на надходження та перерозподіл елементів живлення була менш ефективною [25, 27].

Вивчення вмісту мінеральних речовин у пагонах чорноплідної горобини під впливом ретардантів свідчить про зменшення вмісту фосфору та калію в стеблах і листках у період активного росту пагонів. Після закінчення плодоношення вміст цих елементів збільшувався в листках, що пояснюється депонування елементів мінерального живлення в листках внаслідок завершення періоду росту та формування плодів [7].

Рослини томату, оброблені хлормекватхлоридом, містили більше азоту, кальцію, магнію. У сильнорослого винограду у фазі активної вегетації під впливом



ССС вміст кислоторозчинного органічного фосфору зменшувався [57]. Підвищення інтенсивності надходження азоту і фосфору при обробці хлорхолінхлоридом відбувалося у картоплі, а поглинання цих елементів і кальцію рослинами гарбуза пригнічувалося [1].

Під впливом хлорхолінхлориду спостерігалось зменшення калію в листках вики, сочевиці та машу і збільшення вмісту цього елемента в стеблах. Ретардант викликав зміни в кількості і перерозподілі кальцію, магнію, марганцю, міді, заліза та натрію в стеблах, листках та плодах вики., збільшення кількості та розмірів квітів сочевиці та машу. Однак механізм дії деяких ретардантів може бути неоднаковим або неефективним залежно від групи та культури, що спонукає до більш детального вивчення механізмів впливу. Зокрема, існують дані про збільшення вмісту марганцю й заліза в стеблах і листках квасолі та коренях ярої пшениці за дії даного препарату [64,66,88]. Однак, обробка озимої пшениці ССС призводила до збільшення кількості кальцію у листках та стеблі і зменшення у колосі, збільшення поглинання коренями кукурудзи фосфору та рубідію [53,74]. Тебуконазол бере участь в формуванні резистентності до низьких температур озимої пшениці [56], підвищуючи водоутримуючу здатність тканин. Аналогічно за допомогою тебуконазолу, замість класичної обробки ІОК імбиру покращуються здатність утримувати воду економічно цінними органами цієї лікарської рослини, що за звичайних умов можуть втрачати до 10% ваги на добу, впливаючи на фізіологічні та біосинтетичні показники, активність РНК [61].

Потрібно зауважити, що механізм дії ретардантів змінюється залежно від умов програм та фази онтогенезу. Досліди з обробки триазолпохідним ретардантом паклобутразолом концентрацією 17 моль/л, ефективно знижує енергію проростання та витончення гіпокотилів 6-денних проростків квасолі в умовах ското- та фотоморфогенезу. Обробка паклобутразолом збільшує кількість клітин в трансверсійних секціях гіпокотилів. Діаметр гіпокотилію був змінений в етіюльованих рослин, але в рослин, що зростали на світлі встановлено додаткову експансію клітин при основі [49]. Однак індуковані розчином 1-аміноциклопропан-1-карбонової кислоти (АКК) концентрацією 10 моль/л проростки квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) не мали латерального розширення гіпокотилію лише на світлі. У той самий час, обробка паклобутразолом індукує схожий ефект для проростків отриманих в умовах вегетаційного дослідження на світлі та посилює ефект світла секрецією етилену в 6-денних проростків [40]. Рівень АКК, проміжного попередника етилену, був суттєво вищим в оброблених гіпокотиліях порівняно з контролем, що частково спричинене зниженням малоніляції.

Вплив паклобутразолу на гіпокотилі та первинні листки бобів, оброблених під час формування коріння, стебла та листових пластинок інтактних рослин у порівнянні з контролем демонструє підвищення вмісту гормонів в базальних ділянках, яке є ефективним для підвищення інтенсивності розвитку кореневої системи та стебла, є сприятливим для укорінення [68].



Передпосівне застосування ГКЗ призвело до формування більшої кількості додаткових коренів, що корелювало з концентрацією ГК. Інші зрізи були оброблені індолбутеровою кислотою, паклобутразолом або сахарозою відзначилися позитивним ефектом лише малою мірою, що співзвучно з розвитком більшої кількості коренів через збільшення відповідних тканин проростка [35]. Збільшення вмісту етилену не спостерігали в етіюльованих рослин, а також суттєво не відрізнялися параметри діаметру кореню. Однак у фотоморфних рослин, що демонстрували зменшення етиленового градієнту змінювалися суттєво усі показники крім потовщення базальної частини.

Метилжасмонат та паклобутразол зумовлювали зміни вже через 48 годин після проростання стевії, що супроводжувалося увімкненням інтенсивних програм синтезу глікозидів, в тому числі ент-кауреноїдів [63].

Обробка бульб картоплі ретардантами в період виходу зі спокою призводила до уповільнення проростання бульб, зменшення витрат резервних вуглеводів на процеси уросту та розщеплення крохмалю в бульбах за рахунок інгібування активності амілазного комплексу, що значно покращувало господарсько-цінні властивості в період зберігання [23, 27, 28]. У фазу росту обробка призводила до більш ранньої закладки бульб, збільшувалася їх кількість в кущі, що робить перспективним застосування ретардантів у насінництві даної культури [17, 24, 25]. При цьому зменшувався індекс листової поверхні і утворення біомаси надземної частини, однак посилювалися темпи росту бульб. За дії паклобутразолу відбувалося посилення відтоку асимілятів до бульб з листків, стебел, столонів і коренів картоплі як при вирощуванні в тропіках [23], так і в умовах центральної України [25].

За дії ретардантів відбувалося зменшення листової поверхні рослин картоплі, цукрового буряку, озимого ріпаку, що частково компенсувалося перебудовою асиміляційного апарату листків. Зокрема, обробка ретардантами призводила до потовщення листків за рахунок розростання стовпчастої паренхіми, яка є основною фотосинтезуючою тканиною листка [19, 28, 31]. Обробка цукрового буряка ретардантами у період утворення 14-16 і 38-40 листків знижувала співвідношення мас сухих речовин гички до коренеплоду, що свідчить про перерозподіл асимілятів на користь росту маси коренеплоду і підвищення показника господарської ефективності урожаю. При цьому застосування 0,05%-го паклобутразолу в оптимальні періоди розвитку підвищувало урожайність коренеплодів на 22%, а цукристість на 1,3% у порівнянні з контролем [30, 31, 79].

Відомо, 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, а також фотосинтезу від росту при зміні умов зовнішнього середовища [21, 39]. В зв'язку з цим слід відзначити, що масштабність і значення донорних і акцепторних властивостей клітинних оболонок під впливом ретардантів потребують більш



детального вивчення, оскільки структурні полісахариди становлять основну масу рослини і в критичні періоди росту і розвитку можуть частково включатися в обмін, забезпечуючи незалежний від фотосинтезу потік цукрів до атрагувальних центрів [5,15,45].

Уповільнення росту стебла ріпаку озимого під впливом різних за механізмом дії ретардантів – паклобутразолу, декстрелу і хлормекватхлориду призводило до перерозподілу потоків асимілятів у бік формування стручків, що визначало підвищення урожайності культури і збільшення вмісту олії в насінні [19].

Наявність сигнальних зв'язків у системі «рослина» підтверджує вплив синтезованих молекул цитокінінів у коренях, що, рухаючись до надземних органів, забезпечує опірність рослини до умов значного затінення та опадання листя у спеку, оскільки підвищує фотосинтетичну активність хлорофілів у листі та стеблі незалежно від типу обробки томатів [36,51], баклажану [16, 76], перцю [20].

Різне навантаження озимого ріпаку урожаєм у контролі і за дії ретардантів впливало на інтенсивність відтоку асимілятів з вегетативних органів: депонування вуглеводів у вегетативних органах при застосуванні паклобутразолу і хлормекватхлориду протягом періоду росту забезпечувало приріст урожаю цієї культури у порівнянні з контролем [16,18]. За дії паклобутразолу зменшувався вміст амінокислот в насінні ріпаку озимого, що супроводжувалося зростанням вмісту вищих жирних кислот [19].

Так, хлорхолінхлорид гальмує ріст і накопичення вегетативної маси надземними органами пшениці і одночасно посилює наростання маси коренів [36], що супроводжується підвищенням зернової продуктивності рослин [50]. Укорочування соломини у пшениці під впливом етефону і бромистого етилсульфонію супроводжувалося посиленням росту колосу і наливу зерна [14].

Для однодольних, зокрема лілій паклобутразол виявився детермінантою, що зумовлювала підвищення маси цибулини на 77,07%, знижувала ріст листя та коренів, а також сприяла накопиченню крохмалю та цукрів у 2,5 рази більше ніж у контрольному варіанті, що корелювало зі вмістом амілази [83].

За дії піксу відмічалось збільшення активності ферментів, що регулюють процес формування волокон бавовнику – глюкансинтетази і пероксидази, внаслідок чого прискорювався процес формування волокон [12]. Процес накопичення цих речовин протилежний дії ауксинів і гіберелінів, які викликають розпушення клітинної стінки за рахунок активації ферментів, що розщеплюють полісахариди [73].

Встановлено, що під впливом ССС посилюється дезамінування ароматичних амінокислот за рахунок посилення активності фенілаланін- і тирозин-амоній-ліаз. Тим самим попереджається включення цих амінокислот в білки, що спрямовує їх обмін у бік утворення фенольних попередників лігніну [32].

Гальмування наростання маси структурної речовини одних органів може супроводжуватися накопиченням резервних речовин в інших органах і тканинах. На



ранніх етапах розвитку картоплі за дії ретардантів в листках дослідних рослин відбувалося збільшення вмісту основної транспортної форми цукрів – сахарози – внаслідок зменшення атрагувальної активності ростових центрів [25].

Посилений синтез крохмалю в картоплі за дії ретардантів реалізується, ймовірно, через підвищення вмісту АБК в бульбах: встановлено стимулюючий ефект екзогенної абсцизової кислоти на швидкість включення 14С-глюкози в крохмаль на етапі його активного відкладання у запас і встановлена кореляція між вмістом екзогенної АБК в бульбах і швидкістю синтезу крохмалю [17,26,49,75]. За дії хлормекватхлориду у таро (*Colocasia esculenta* L.) відбувалося суттєве зменшення інтенсивності вегетативного росту, яке супроводжувалося накопиченням редуруючих та нередукуючих цукрів, крохмалю [71].

За дії декстрелу, паклобутразолу збільшувався вміст білкового і зменшувався вміст небілкового азоту в листках цукрового буряку на кінець вегетації, а в коренеплодах відбувалися протилежні зміни [31]. Збільшення вмісту білкового азоту під впливом хлорхолінхлориду відмічалось для яблуні, картоплі [1], сої [77,82]. Як показали результати ряду досліджень, зміни у вмісті білку під впливом ретардантів супроводжуються, як правило, суттєвими змінами вмісту вільних амінокислот в рослинах. З'ясовано, що хлорхолінхлорид впливає на амінокислотний склад білків пшениці, підвищує вміст вільних амінокислот в надземній частині рослини [4].

Висновки. Таким чином, аналіз сучасної літератури свідчить, що застосування ретардантів є ефективним механізмом для спрямування, регуляції та корекції вирощування економічно цінних культур, що здійснюється в першу чергу через затримку проліферації меристематичних клітин, перерозподіл асимілятів та системні зміни функціонування ДАС.

Література:

1. Гамаюнова В. В., Іскакова О. Ш. Урожайність сортів картоплі залежно від мінерального живлення та ристрегулюючих речовин за вирощування на краплинному зрошенні в умовах півдня України // Вестник Уманського НУС. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynist-sortiv-kartopli-zalezchno-vid-mineralnogo-zhivlennya-ta-ristregulyuyuchih-rechovin-za-viroschuvannya-na-kraplinnomu>
2. 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
3. Голунова Л.А., Кур'ята В.Г. Регуляція продукційного процесу і симбіотичної азотфіксації сої за допомогою ретардантів/ Л.А. Голунова, В.Г. Кур'ята – Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016.– 142 с
4. Ерошенко Ф.В., Ерошенко А.А., Симатин Т.В. Использование азота растениями озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-azota-rasteniyami-ozimoj-pshenitsy>.
5. Каленська, С. М.; Токар, Б. Ю.; Ташева, Ю. В.. Управління стійкістю рослин зернових культур проти вилягання. Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство», [S.1.], n. 210, 2015.
6. Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах / В. Г. Кур'ята, І. В. Попрощка // Физиология растений и генетика. – 2016. – 48, №6. – С. 475–487.
7. Кур'ята В. Г. Фізіолого - біохімічні основи застосування ретардантів в рослинництві / В. Г. Кур'ята, І. В. Попрощка. – Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. – 98 с.
8. 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. – Т. 8 (2). – С. 162-168.
9. Куц Б.О. Вплив гібереліну і тебуконазолу на інтенсивність проростання насіння бобів за умов ското- і фотоморфогенезу / Б.О.Куц, В.Г. Кур'ята // *Актуальні проблеми біології та методики її викладання у закладах вищої освіти: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2018-2019 н.р.* – Вінниця, 2019. – 266 с. – С. 209-216
 10. Кушнір О.В. Фізіологічні основи застосування фітогормонів та антигіберелінових препаратів в рослинництві О.В. Кушнір, В.Г. Кур'ята, // *Сучасні проблеми біологічної науки та методика її викладання у закладах вищої освіти* Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018.-с.244-261.
 11. Мухина М.Т. Влияние регуляторов роста растений комплексного действия на фоне азотно-фосфорных удобрений на урожайность и качество сои в условиях Краснодарского края: диссертация ... кандидата Биологических наук: 06.01.04 / Мухина Мария Тимофеевна; [Место защиты: ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова], 2017
 12. Пискарева Л. А., Бочарникова Е. Г. Влияние различных агрохимикатов на урожайность и качество озимой пшеницы // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019. №4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnyh-agrohimi-katov-na-urozhaynost-i-kachestvo-ozimoy-pshenitsy> (дата обращения: 22.02.2020).
 13. Поливаний С.В., Кур'ята В.Г. Фізіологічні основи застосування модифікаторів гормонального комплексу для регуляції продукційного процесу маку олійного: монографія / С.В. Поливаний, В.Г. Кур'ята / – Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016.– 140 с
 14. Попроцька І. В. Регуляція донорно - акцепторних відносин у рослин в системі «депо асимілятів – ріст» у процесі проростання. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. - 122 с.
 15. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей проростків гарбуза за різного рівня донорно-акцепторних відносин у процесі проростання / І. В. Попроцька // *Физиология растений и генетика*. - 2014. - Т. 46, № 3. - С. 259-266. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2014_45_3_11.
 16. Рогач В. В. Вплив стимуляторів росту на фотосинтетичний апарат, морфогенез і продукційний процес баклажана (*Solanum melongena*) // *Biosystems Diversity*. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vpliv-stimulyatoriv-rostu-na-fotosintetichniy-aparat-morfogenez-i-produktsiyniy-protses-baklazhana-solanum-melongena> (дата обращения: 01.03.2020).
 17. 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.
 18. 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.
 19. Рогач В. В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і складвищих жирних кислот олії ріпаку / В. В. Рогач, В. Г. Кур'ята, С. В. Поливаний. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 152 с.
 20. Рогач В.В. Вплив рістстимуляторів Вітазиму та 6-бензиламінопурину на морфогенез та продуктивність перцю солодкого/ В. В. Рогач, О.В. Кушнір, В.В. Плотніков // *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – 2017. – Вип. 1 (93) С. 95-101.
 21. Стасик О. О., Киризий Д. А., Прядкина Г. А. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений // *Физиология растений и генетика*. – 2016. – №. 48, № 3. – С. 232-251.
 22. Сумская М. А. и др. Воздействие стресспротекторов-фиторегуляторов на фотосинтетическую активность и продуктивность гибрида рмс 121 // *Научно-практический журнал основан в марте 1956 г.* – 2015. – С. 17.
 23. 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.
 24. 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.
 25. 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.



26. Ткачук О. О., Шевчук О. А. Утворення крохмалю у рослинах картоплі за дії ретардантів //Стратегії інноваційного розвитку природничих дисциплін: досвід, проблеми та перспективи: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 22 березня 2018 р.)/гол. ред.. колегії НА Калініченко; ЦДПУ.–Кропивницький, 2018.-237 с. – 2018. – С. 97.
27. 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.
28. 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.
29. Шаталюк Г. С., Кур'ята В. Г. Сучасний стан і перспективи використання синтетичних регуляторів росту в рослинництві. / Сучасні проблеми біологічної науки та методика її викладання у закладах вищої освіти//2018. –с.161-181
30. Шевчук О.А. Вплив паклобутразолу на перерозподіл елементів мінерального живлення у органах культури цукрового буряка / О.А. Шевчук // 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 «Нілан-ЛТД», 2018. – 318 с. – С. 58-71.
31. Шевчук О. А., Кур'ята В. Г. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків/ О.А.Шевчук,В.Г. Кур'ята– Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015.– 140 с.
32. Шевчук О. А., Кур'ята В. Г. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків. – Вінниця : ТВОРИ, 2015. – 137 с.
33. 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
34. Якубова Мухиба Мухсиновна, Гиясов Тавакал Джураевич Регуляторные аспекты азотного и углеродного метаболизма в связи с продуктивностью растений // Евразийский Союз Ученых. 2018. №1-2 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regulatorynye-aspekty-azotnogo-i-uglerodnogo-metabolizma-v-svyazi-s-produktivnostyu-rasteniy> (дата обращения: 05.02.2020).
35. Abo El-Enien H. E., Omar M. A. Effect of some growth substances on rooting and endogenous hormones of *Casimiroa edulis* L. CUTTINGS //Zagazig Journal of Agricultural Research. – 2018. – Т. 45. – №. 3. – С. 891-904.
36. Aborisade, A.T. & Ayibiowu, A.F.. (2010). Effect of polyethylene thickness, photoperiod and initial stage at harvest on ripening of two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. *Acta Horticulturae*. 858. 179-184. 10.17660/ActaHortic.2010.858.23.
37. Adams, Robert p. and Sam T. Johnson. “The effects of plant growth regulators on the growth and yields of hydrocarbons in *Helianthus annuus* cv.” (2019).
38. Ahmad, I., Kamran, M., Ali, S. et al. Seed filling in maize and hormones crosstalk regulated by exogenous application of uniconazole in semiarid regions. *Environ Sci Pollut Res* 25, 33225–33239 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3235-0>
39. Allahverdiyeva, Yagut & Battchikova, Natalia & Brosche, Mikael & Fujii, Hiroaki & Kangasjärvi, Saijaliisa & Mulo, Paula & Mähönen, Ari & Nieminen, Kaisa & Overmyer, Kirk & Salojarvi, Jarkko & Wrzaczek, Michael. (2015). Integration of photosynthesis, development and stress as an opportunity for plant biology. *New Phytologist*. 208. 647-655. 10.1111/nph.13549.
40. Almeida, O. M. D., Melo, H. C. D., & Portes, t. d. a. (2016). Growth and yield of the common bean in response to combined application of nitrogen and paclobutrazol. *revista Caatinga*, 29(1), 127–132. doi:10.1590/1983-21252016v29n115rc
41. Bottcher, C., Keyzers, R. A., Boss, P. K., & Davies, C. (2010). Sequestration of auxin by the indole-3-acetic acid-amido synthetase GH3-1 in grape berry (*Vitis vinifera* L.) and the proposed role of auxin conjugation during ripening. *Journal of Experimental Botany*, 61(13), 3615–3625. doi:10.1093/jxb/erq174
42. Cavalcante, Í. H. L., Nogueira e Silva, G. J., Cavacini, J. A., Araújo e Amariz, R., Tonetto de Freitas, S., Oliveira de Sousa, K. Â., ... Gomes da Cunha, J. (2020). Metconazole on Inhibition of Gibberellin Biosynthesis and



Flowering Management in Mango. Erwerbs-Obstbau. doi:10.1007/s10341-019-00466-w

43. Chen, L., Long, C., Wang, D., & Yang, J. (2019). Phytoremediation of cadmium (Cd) and uranium (U) contaminated soils by *Brassica juncea* L. enhanced with exogenous application of plant growth regulators. *Chemosphere*, 125112. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.125112
44. Chen, X., Yang, H., Gan, C., Yuan, R., Han, Z., & Li, Y. (2019). Transcriptomic analysis of the phytotoxic effects of 1-allyl-3-methylimidazolium chloride on the growth and plant hormone metabolic pathways of maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Chemosphere*, 125013. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.125013
45. Chumakova V. V., Avksentiyeva O. O. Influence of giberelin priming on growth and content of soluble carbohydrates in seedling of soft wheat under vernalization //Науковий журнал «Біологічні системи: теорія та інновації». – 2018. – №. 287. – С. 173-183.
46. Cirak, C., Radušienė, J., Kurtarc, E. S., Marksa, M., & Ivanauskas, L. (2020). In vitro plant regeneration and jasmonic acid induced bioactive chemical accumulations in two *Hypericum* species from Turkey. *South African Journal of Botany*, 128, 312–318. doi:10.1016/j.sajb.2019.11.028
47. Demir, Sevim & Çelikel, Fisun. (2019). Plant height control of hyacinthus orientalis by gibberellin inhibitors.
48. Ebrahimzadeh, H., Shariatpanahi, M.E., Ahmadi, B. et al. Efficient Parthenogenesis Induction and In Vitro Haploid Plant Regeneration in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Using Putrescine, Spermidine, and Cycocel. *J Plant Growth Regul* 37, 1127–1134 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9803-1>
49. Ellis, Graham & Knowles, Lisa & Knowles, N.. (2019). Increasing the Production Efficiency of Potato with Plant Growth Retardants. *American Journal of Potato Research*. 97. 1-14. 10.1007/s12230-019-09759-y.
50. Franklin K. A. Photomorphogenesis: Plants Feel Blue in the Shade / K. A. Franklin // *Current Biology*. – 2016. - 26(24), R1275–R1276.
51. Glanz-Idan, N., Tarkowski, P., Turečková, V., & Wolf, S. (2019). Root–Shoot Communication in Tomato Plants: Cytokinin as a Signal Molecule Modulating Leaf Photosynthetic Activity. *Journal of Experimental Botany*. doi:10.1093/jxb/erz399
52. G.M. Symons, Y.-J. Chua, J.J. Ross, L.J. Quittenden, N.W. Davies, J.B. Reid, Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry, *Journal of Experimental Botany*, Volume 63, Issue 13, August 2012, Pages 4741–4750, <https://doi.org/10.1093/jxb/ers147>
53. Ivanov, Igor & Kudoyarova, Guzel. (2019). Impact of uneven distribution of mineral nutrients on growth and development of the root system of two durum wheat varieties. *èkobioteh*. 2. 267-272. DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-267-272
54. Kamran, M., Cui, W., Ahmad, I. et al. Effect of paclobutrazol, a potential growth regulator on stalk mechanical strength, lignin accumulation and its relation with lodging resistance of maize. *Plant Growth Regul* 84, 317–332 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0342-8>
55. Karakas, F. P. (2019). Efficient plant regeneration and callus induction from nodal and hypocotyl explants of goji berry (*Lycium barbarum* L.) and comparison of phenolic profiles in calli formed under different combinations of plant growth regulators. *Plant Physiology and Biochemistry*. doi:10.1016/j.plaphy.2019.11.009
56. Korsukova A.V., Gornostai T.G., Grabelnych O.I., Dorofeev N.V., Pobezhimova T.P., Sokolova N.A., Dudareva L.V., Voinikov V.K. Tebuconazole Regulates Fatty Acid Composition of Etiolated Winter Wheat Seedlings // *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tebuconazole-regulates-fatty-acid-composition-of-etiolated-winter-wheat-seedlings> (дата обращения: 01.03.2020).
57. Kulkarni, Ravindra & Ramteke, Sdr & Bankar, Pankaj & Urkude, Vikas & Kalbhor, Jeevan & Shelke, Tukaram & Deshmukh, Umakant & Bhagwat, Sharad. (2018). Effect of Chloromequat Chloride (CCC) on Morphological Parameters, Fruitfulness and Residue in Grapes.
58. Kuryata V. G., Poprotska I. V., Rogach T. I. The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings //Regulatory mechanisms in biosystems. – 2017. – Т. 8. – №. 3. – С. 317-322.
59. Kuryata V., Shataliuk H. Вплив гібереліну і тебуконазолу на динаміку вмісту неструктурних вуглеводів в у листках, анатомічну будову і хімічний склад пагонів та урожайність агрусу (*Grossularia Reclinat* (L.) Mill) //ScienceRise: Biological Science. – 2019. – №. 5-6 (20-21). – С. 4-8.
60. Kuts B. O. Regulation of Donor-Acceptor Relations in the System of Deposition of Assimilates – Growth in Legume Plants during Germination// *JMBS*.- 2019. – №4(2).-P.267–271<https://doi.org/10.26693/jmbs04.02.267>
61. Li, H., Wu, L., Tang, N., Liu, R., Jin, Z., Liu, Y., & Li, Z. (2020). Analysis of transcriptome and phytohormone profiles reveal novel insight into ginger (*Zingiber officinale* Rose) in response to postharvest dehydration stress.



- Postharvest Biology and Technology, 161, 111087. doi:10.1016/j.postharvbio.2019.111087
62. Liu, N. (2019). Effects of IAA and ABA on the Immature Peach Fruit Development Process. *Horticultural Plant Journal*, 5(4), 145–154. doi:10.1016/j.hpj.2019.01.005
 63. Lucho, S.R., do Amaral, M.N., Milech, C. et al. Elicitor-Induced Transcriptional Changes of Genes of the Steviol Glycoside Biosynthesis Pathway in *Stevia rebaudiana* Bertoni. *J Plant Growth Regul* 37, 971–985 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9795-x>
 64. Luo, J., Cai, W., Tong, W., Xu, B., Phytochemical distribution in hull and cotyledon of adzuki bean (*Vigna angularis* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.), and their contribution to antioxidant, antiinflammatory and anti-diabetic activities, *Food Chemistry* (2016), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.101>
 65. M. Karimi, A. Ahmadi, J. Hashemi, A. Abbasi, S. Tavarini, A. Pompeiano, L. Guglielminetti, L.G. Angelini (2019). Plant growth retardants (PGRs) affect growth and secondary metabolite biosynthesis in *Stevia rebaudiana* Bertoni under drought stress. *South African Journal of Botany*, Volume 121, Pages 394-401. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.11.028>.
 66. Mobini, S. H., Lulsdorf, M., Warkentin, T. D., & Vandenberg, A. (2014). Plant growth regulators improve in vitro flowering and rapid generation advancement in lentil and faba bean. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 51(1), 71–79. doi:10.1007/s11627-014-9647-8
 67. Mog, B., Janani, P., Nayak, M. G., Adiga, J. D., & Meena, R. (2019). Manipulation of vegetative growth and improvement of yield potential of cashew (*Anacardium occidentale* L.) by Paclobutrazol. *Scientia Horticulturae*, 257, 108748. doi:10.1016/j.scienta.2019.108748
 68. Mosonyi I. In vitro regeneráció és szaporodás különleges útja *Spathiphyllum* hibridek esetén= In vitro regeneration and proliferation of *Spathiphyllum* hybrids through a special way : dis. – Budapesti Corvinus Egyetem, 2014.
 69. Muchjajib, S. & Muchjajib, U. & Jumea, M.. (2016). Effects of GA and NAA application and fruit wrapping on yield and quality of java apple (*Syzygium samarangense* (Blum) Merrill & Perry). *Acta Horticulturae*. 225-230. 10.17660/ActaHortic.2016.1130.33.
 70. Navin Kumar Ranjan, S Sengupta, Sanyat Misra, Sadanand, Barkha Rani and Bindhyachal Ram. Effect of plant growth regulators on physico-chemical parameters of taro [*Colocasia esculenta* var. *antiquorum* (L.) Schott.]. 2019; 8(5S): 120-122.
 71. Noor, A., Ziaf, K., Amjad, M., & Ahmad, I. (2020). Synthetic auxins concentration and application time modulates seed yield and quality of carrot by altering the umbel order. *Scientia Horticulturae*, 262, 109066. doi:10.1016/j.scienta.2019.109066
 72. Oliveira, M. B., Figueiredo, M. G. F., Pereira, M. C. T., Mouco, M. A. do C., Ribeiro, L. M., & Mercadante-Simões, M. O. (2019). Structural and cytological aspects of mango floral induction using paclobutrazol. *Scientia Horticulturae*, 109057. doi:10.1016/j.scienta.2019.109057
 73. Oluwakemi Owolabi, I., Takahashi Yupanqui, C., Siripongvutikorn, S., Jeandet, P., Linden, J.C., Stoner, R.J., Stoner, R.J., Swieca, M., Randhir, R., Shetty, P. and Shetty, K., 2015. Metabolomic profiling in tomato reveals diel compositional changes in fruit affected by source-sink relationships. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(9), pp.2770-2774.
 74. Pirasteh-Anosheh, Hadi & Emam, Yahya & Khaliq, Abdul. (2016). Response of cereals to cycocel application. *Iran Agricultural Research*. 35. 1-12.
 75. Rogach V. V., Rogach T. I. Vplyv syntetychnyh stymuljatoriv rostu na morfofizyologichni harakterystyky ta biologichnu produktyvnist'kul'tury kartopli //Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol. – 2015. – T. 23. – №. 2. – С. 221-224.
 76. Rohach, V. (2019). Dynamika nakopychennia i pererozpodilu riznykh form vuhlevodiv v orhanakh roslyn baklazhaniv za dii stymuljatoriv rostu. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*. 76. 97-103. 10.25128/2078-2357.19.2.16.
 77. Santos, Valdere & Melo, Aurélio & Pereira Cardoso, Dione & Gonçalves, A.H. & Sousa, Daniele & Silva, Átila. (2017). Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de soja. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 12. 512. 10.18378/rvads.v12i3.4139.
 78. Schilling, S., McCabe, P. F., & Melzer, R. (2019). Love is in the air: ethylene and sex determination in *Cucurbita pepo* (zucchini). *Journal of Experimental Botany*. doi:10.1093/jxb/erz412
 79. Shevchuk, O. & Pervachuk, M. & Vergelis, V.. (2018). Influence of antihypercholine action for the sprouting of been seeds. *Bulletin of Uman National University of horticulture*. 66-71. 10.31395/2310-0478-2018-1-66-71.
 80. Soumya, P.R., Kumar, P. & Pal, M. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Ind*



- J Plant Physiol. 22, 267–278 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40502-017-0316-x>
81. Wang, Y., Wen, T., Huang, Y. et al. Salicylic acid biosynthesis inhibitors increase chilling injury to maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Plant Growth Regul* 86, 11–21 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10725-018-0407-3>
 82. Willaume M., Pagès L. Correlated responses of root growth and sugar concentrations to various defoliation treatments and rhythmic shoot growth in oak tree seedlings (*Quercus pubescens*) // *Annals of botany*. – 2011. – Т. 107. – №. 4. – С. 653-662.
 83. Wu, Y., Sun, M., Zhang, J. et al. Differential Effects of Paclobutrazol on the Bulblet Growth of Oriental Lily Cultured In Vitro: Growth Behavior, Carbohydrate Metabolism, and Antioxidant Capacity. *J Plant Growth Regul* 38, 359–372 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9844-5>
 84. Yamane, K. & Xie, Xiaonan & Kurokura, Takeshi. (2018). Effects of S-abscisic acid treatment on fruit color and quality in 'Kyoho' grape. *Acta Horticulturae*. 239-246. [10.17660/ActaHortic.2018.1206.33](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1206.33).
 85. Yu Wang, Hao Liu, Hui Li, Ruimin Teng, Jing Zhuang (2020). Genome-based identification and analysis of the genes involved in auxin biosynthesis and signal transduction during tea plant leaf development. *Scientia Horticulturae*, Volume 261, 109030. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109030>
 86. Zhang, C., He, Q., Wang, M., Gao, X., Chen, J., & Shen, C. (2020). Exogenous indole acetic acid alleviates Cd toxicity in tea (*Camellia sinensis*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190, 110090. [doi:10.1016/j.ecoenv.2019.110090](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110090)
 87. Zhang, F., Zhao, P., Shan, W., Gong, Y., Jian, Q., & Pan, C. (2012). Development of a Method for the Analysis of Four Plant Growth Regulators (PGRs) Residues in Soybean Sprouts and Mung Bean Sprouts by Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89(3), 674–679. [doi:10.1007/s00128-012-0739-z](https://doi.org/10.1007/s00128-012-0739-z)
 88. Zhao, Hui & Cao, He-He & Pan, Mingzhen & Sun, Yuan-Xing & Liu, T.-X. (2017). The Role of Plant Growth Regulators in a Plant–Aphid–Parasitoid Tritrophic System. *Journal of Plant Growth Regulation*. [10.1007/s00344-017-9689-3](https://doi.org/10.1007/s00344-017-9689-3).
 89. Zhou, Q., Gao, B., Li, W.-F., Mao, J., Yang, S.-J., Li, W., Chen, B.-H. (2020). Effects of exogenous growth regulators and bud picking on grafting of grapevine hard branches. *Scientia Horticulturae*, 264, 109186. [doi:10.1016/j.scienta.2020.109186](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109186)