

ВПЛИВ ДЕКСТРЕЛУ ТА ПАКЛОБУТРАЗОЛУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

Шевчук О.А., к.б.н., доцент
E-mail: botanikavin@rambler.ru

Вивчали вплив паклобутразолу (0,05% та 0,025%) і декстрелу (0,3%) на морфогенез, продуктивність, мезоструктурну та асиміляційну активність, а також активність гіберелінів і вмісту різних форм абсцизової кислоти у листках цукрового буряка. Встановлено, що зменшення площі листків супроводжується їх потовщенням за рахунок збільшення розмірів клітин стовпчастої та губчастої паренхіми, зменшенням розмірів клітин епідермісу і зростанням кількості продихів на одиницю площі листка. Інтенсивність фотосинтезу листків дослідних рослин була нижчою, ніж контрольних, а частка дихальних процесів у їх вуглекислотному газообміні – більшою. Декстрел та паклокутразол по-різному впливали на співвідношення листкового і мезофільного опорів дифузії CO₂ та концентрацію вуглекислоти у міжклітинниках, що свідчить про різну спрямованість регуляції активності асиміляційного апарату за їх участі. Встановлено, що обробка рослин цукрового буряка 0,025%-им паклобутразолом у період утворення 20-22 листків призводила до зменшення активності вільних гіберелінів, збільшення вмісту вільної абсцизової кислоти (АБК) і зменшення зв'язаної форми АБК в листках. Виявлено, що обробка рослин ретардантами знижує відношення мас сухих речовин гички до коренеплоду, що свідчить про перерозподіл асимілятів на користь росту маси коренеплоду і підвищення показника господарської ефективності урожаю. Найбільш ефективна регуляція продукційного процесу цукрових буряків відбувається при застосуванні розчину 0,025%-го паклобутразолу у період утворення 14-16 листків, що дозволяє підвищити урожайність коренеплодів на 22%, а цукристість – на 1,3%.

Ключові слова: *Beta vulgaris* L., ретарданти, гібереліни, абсцизова кислота, мезоструктура лисків, фотосинтез, дихання, морфогенез, продуктивність

Вступ. Зростаючі потреби сучасного сільськогосподарського виробництва визначають необхідність пошуку нових шляхів та способів підвищення урожаю і його якості. Вирішення цих завдань можливо на основі більш високого рівня реалізації генетичного потенціалу в продуктивному процесі рослини. Важливим компонентом сучасних технологій рослинництва стають регулятори росту рослин [1, 2, 34, 38, 42, 49, 50, 52, 64, 76, 79]. Інтерес до даної групи сполук обумовлений широким спектром їх дії на рослини, можливістю спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку з метою мобілізації потенціальних можливостей рослинного організму, а відповідно – для підвищення урожайності і якості сільськогосподарської продукції. Застосування регуляторів росту – це новий напрямок агробіології, що заснований на сучасних досягненнях фітофізіології, молекулярної біології і біохімії.

Сьогодні створені регулятори росту рослин нового покоління, які характеризуються високою ефективністю і екологічною безпекою. Вони активізують основні процеси життєдіяльності рослин – мембранні процеси, поділ клітин, ферментні системи, фотосинтез, процеси дихання і живлення, а також сприяють

підвищенню біологічної та господарської ефективності рослинництва [29, 55, 65, 69, 72].

Серед багаточисельних відомих регуляторів росту рослин найбільшу цінність у практиці сільського господарства отримали синтетичні інгібітори росту – ретарданти [16].

В результаті дії цих препаратів уповільнюється ріст осевих органів, що призводить до їх потовщення. Але дія ретардантів не обмежується гальмуванням лінійного росту, а виявляється поліфункціональною, у тому числі ретарданти здатні регулювати плодоношення [32]; прискорювати процеси дозрівання культур [14, 30]; змінювати напрямок потоку асимілятів і метаболітів в рослинах в бік посиленого відкладання їх у запасуючих органах, що призводить до збільшення врожайності культур [25, 26, 37, 63, 66, 67, 70, 73]; впливати на якість урожаю та його збереження [40]; мають значний вплив на насінневу продуктивність рослин [18, 27, 28, 39, 60, 61, 67, 71].

Високоєфективним виявилось використання ретардантів на злакових культурах, що дало змогу підвищувати їх стійкість до полягання [13]. Застосування ретардантів, етиленпродуцентів та їх похідних призводить до підвищення врожайності плодкових [83], технічних: крохмаленосних [23, 51, 57, 58, 60], цукроносних [68], олійних [24, 41, 47, 48, 53], овочевих [3, 7, 19]; ягідних культур [14].

В останні роки загострилася проблема підвищення інтенсивності цукрового виробництва, які вирішити стандартними, загальноприйнятими методами неможливо. Одним із перспективних шляхів підвищення продуктивності цукрового буряка стає застосування регуляторів росту [4, 8, 43]. Разом з тим, в літературі представлені лише поодинокі роботи по вивченню впливу ретардантів на морфогенез і продуктивність цукрового буряка [35, 44, 54], а вплив нового покоління ретардантів – триазолпохідних препаратів і етиленпродуцентів практично не вивчався. Відсутність даних про вплив сучасних ретардантів на фізіолого-біохімічні процеси рослин цукрового буряка призводить до розробки і впровадження в буряківництві нових технологій із застосуванням ретардантів. У зв'язку з викладеним метою нашого дослідження було вивчити можливості регуляції росту листків рослин цукрового буряка за допомогою ретардантів – декстрелу та паклобутразолу у зв'язку з продуктивністю культури.

Матеріал і методика досліджень. Рослини цукрового буряка гібриду Роберта вирощували у вегетаційних посудинах місткістю 32 кг ґрунту з додаванням поживної суміші ВНІС. Застосовували нижній полив, вологість ґрунту протягом вегетації підтримували на рівні 60% від повної вологості.

Обробку рослин здійснювали водним розчином 0,05%-ого та 0,025%-ого паклобутразолу – [(2RS,3RS)-1-(4-хлорфеніл)-4,4-диметил-2-(1,2,4-триазол-1-ил)-пентан-3-ол] виробництва фірми «Imperial Chemical Industries PLC» (Великобританія) та 0,3%-го декстрелу - Д – (+) – трео – 1 – (п – нітрофенол) – 1,3 – діксізопропіламоній, 2-хлоретілфосфонова кислота у період утворення 20-22 та 14-16

листіків.

Після виявлення чіткого рістгальмуючого ефекту (зменшення довжини листків дослідного варіанта на 20-25% порівняно з контролем) для визначення різних форм абсцизової кислоти та активності гіберелінів листки фіксували рідким азотом і зберігали до аналізу у холодильній камері при -25°C .

Фітогормони із рослинних субстратів тричі екстрагували 80% етиловим спиртом з антиоксидантом 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенол протягом 24 год. Спиртовий екстракт випарювали до водної фракції, яку заморожували. Для виділення фітогормонів водну фракцію розморожували, підкислювали розчином 2N соляної кислоти до рН 2,8-3,0 і центрифугували 20 хвилин за температури 0°C зі швидкістю 15000 об/хв. Для подальших досліджень АБК та ГПР використовували надосадову рідину. Вільні форми АБК тричі екстрагували очищеним діетиловим ефіром (співвідношення 1:1). Виділення зв'язаних форм АБК проводили за допомогою кислотного-лужної переекстракції [31].

До водного залишку додавали 0,1 N NaOH у 30%-му спирті, гідроліз проводили протягом 3 год. Після охолодження реакційну суміш підкислювали до рН 3,0 розчином 2N соляної кислоти і тричі екстрагували діетиловим ефіром. Об'єднані ефірні фракції вільних і зв'язаних форм АБК очищали за допомогою 0,5M розчину дигідрофосфату калію. Потім кислотність розчину доводили до рН 3,0 і тричі екстрагували гормони діетиловим ефіром. Об'єднані ефірні екстракти випарювали при $+40^{\circ}\text{C}$.

Сухий екстракт розчиняли у 96%-му етанолі і наносили на пластинки TLC Silicagel 60 F 254 («Aldrich», США). Тонкошарову хроматографію проводили у системі розчинників етилацетат – хлороформ - льодяна оцтова кислота (70:30:5 за об'ємом). Зони хроматограм, які відповідали R_f стандарту АБК (фірми «Sigma», США), елюювали 80 %-м етанолом та випарювали досуха під вакуумом.

Ідентифікували та кількісно визначали фітогормони методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) на хроматографі фірми Beckman Gold System (USA). Умови хроматографії: ізократична елюція 20%-м метанолом, швидкість потоку – 2 мл/хв, довжина хвилі для АБК– 254 нм, колонка Servachrom Packing:Si 100:Polyol:RP 185 μm [31].

Вільні форми гіберелінів виділяли тричі із супернатанту екстракцією етилацетатом при рН 2,8. Зв'язані форми були екстраговані бутанолом. Активність гіберелінів (у еквіваленті до ГК₃) визначали методом біотесту за допомогою калібрувальної кривої, побудованої на основі активації росту гіпокотилів салату сорту Кучерявець одеський гібереловою кислотою ГК₃ (фірми «Sigma», США) [31].

Інтенсивність вуглекислотного газообміну вимірювали на невідокремлених від рослини листках середнього ярусу, що закінчили ріст, у контрольованих умовах на установці, змонтованій на базі інфрачервоного оптико-акустичного газоаналізатора ПІАМ-5М. Частину листка справа від центральної жилки вміщували в термостатовану листкову камеру (25°C) розміром 3x7 см. Листок освітлювали лампою розжарювання КГ-2000 через водяний фільтр. Інтенсивність освітлення – 400 Вт/м^2 . Через камеру

продували кондиційоване атмосферне повітря з природною концентрацією CO₂. Вологість повітря після камери вимірювання термоелектричним мікропсихометром. Розраховували параметри вуглекислотного газообміну і транспірації [11].

Мезоструктурні характеристики рослин визначали загальноприйнятою методикою на фіксованому матеріалі [33]. Препарати епідерми для морфометрії одержували методом часткової мацерації тканин листка [15]. У кінці вегетації визначали морфометричні показники рослин і оцінювали урожайність. У таблицях подані середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати досліджень та їх обговорення. Вивчення впливу ретардантів на динаміку формування листової поверхні рослин цукрового буряка свідчить про те, що застосовані препарати зменшували площу листової поверхні протягом всього періоду вегетації. При цьому 0,025%-ий паклобутразол проявляв більш високу рістгальмуючу активність, ніж 0,3%-ий декстрел.

Результати вегетаційних дослідів на рослинах цукрового буряка гібриду Роберта свідчать про те, що застосування ретардантів у період утворення 14-16 призводило до зменшення маси сирої та сухої речовин листків у порівнянні з контролем. При цьому слід відмітити, що найбільш ефективним було застосування 0,025%-го паклобутразолу у період утворення 14-16 листків. У цих варіантах дослідів спостерігалось збільшення маси коренеплодів та підвищення цукристості (табл. 1). Застосування декстрелу не було ефективним.

Таблиця 1

Вплив ретардантів на морфометричні показники рослин цукрового буряка гібриду Роберта на кінець вегетації

Показники	Середнє значення за два роки		
	Контроль	Декстрел (0,3%)	Паклобутразол (0,025%)
Маса сирої речовини листків, г	193,3±9,11	193,0±7,14	172,4±6,03
Маса сухої речовини листків, г	47,2±2,61	50,0±3,62	50,3±3,11
Маса сирої речовини коренеплоду, г	458,3±15,12	479,2±23,03	*584,0±21,01
Маса сухої речовини коренеплоду, г	132,0±4,06	139,3±7,13	*168,0±8,01
Відношення маси сухої речовини листків до маси сухої речовини коренеплоду	0,35±0,031	0,34±0,011	0,29±0,011
Цукристість, %	18,5±0,05	*16,9±0,07	*19,5±0,11

Примітка. Рослини оброблялися у період утворення 14-16 листків; * - різниця достовірною при P=0,05.

Разом з тим, обробка рослин ретардантами знижує відношення мас сухих речовин гички до коренеплоду, що свідчить про принципову можливість застосування ретардантів для перерозподілу асимілятів на користь росту маси коренеплоду і підвищення показника господарської ефективності врожаю.

Таким чином, найбільш ефективна регуляція продукційного процесу цукрових

буряків відбувається при застосуванні розчину 0,025%-го паклобутразолу у період утворення 14-16 листків, що дозволяє підвищити урожайність коренеплодів на 22%, а цукристість – на 1,3%. За результатами цих дослідів отримано деклараційний патент України (№41162А) на спосіб підвищення маси та цукристості коренеплодів цукрових буряків [36].

Регуляція і координація основних функцій рослин (ріст, розвиток, фотосинтез, транспорт асимілятів, водообмін тощо) знаходиться під гормональним контролем [9, 10, 81]. Дані літератури про вплив різних за механізмом дії ретардантів на гормональний комплекс рослин досить суперечливі. Так, під впливом хлорхолінхлориду зменшувалася біологічна активність гіберелінів в проростках квасолі [77] та в пагонах картоплі [82]; уніконазол пригнічував біосинтез гіберелової кислоти у проростків томатів [84]. Однак, було виявлено, що при обробці ССС проростаючих бульб картоплі активність гіберелінів не зменшувалася, а збільшувалася, що пов'язано з переходом зв'язаних їх форм у вільні [45]. У літературі є дані про зміну активності різних фракцій гіберелінів під впливом паклобутразолу у рослин ріпаку, сої, конюшини [17].

В зв'язку з тим, що дані про вплив ретардантів на активність вільних і зв'язаних гіберелінів є суперечливими, виникає необхідність вивчення впливу триазолпохідного препарату паклобутразолу на активність гіберелінів у цукрового буряка.

Аналіз даних впливу 0,025%-го паклобутразолу на активність гіберелінів і вміст різних форм АБК у листках рослин цукрового буряка свідчать, що ретардант суттєво впливав на гормональний статус рослин (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив паклобутразолу на активність ГПР і вміст різних форм АБК в листках рослин цукрового буряка гібриду Роберта

Показники	Контроль	0,025%-ий паклобутразол
Активність вільних гіберелінів, нг-екв. ГК ₃ /г сирої речовини	117,4±10,05	*32,9±0,40
Активність зв'язаних гіберелінів, нг-екв. ГК ₃ /г сирої речовини	127,8±9,35	*281,7±13,22
Вільна АБК, нг/г сирої речовини	88,6±2,57	*104,7±1,43
Зв'язана АБК, нг/г сирої речовини	132,6±10,05	*72,4±2,54

Примітка: Рослини обробляли 0,025%-им паклобутразолом у період утворення 20-22 листків; * - різниця достовірна при P=0,05

Нами встановлено, що за дії паклобутразолу зменшувалася активність вільних форм гіберелінів у дослідному варіанті у порівнянні з контролем, при цьому різко зростала активність зв'язаних форм гіберелінів.

Аналогічні результати отримані і в роботах інших авторів. Зокрема, при обробці молодих рослин пшениці сорту Карола 2-¹⁴C- мевалонатом спостерігалось

зменшення вмісту мітки у вільних формах ГК₁ і ГК₃ під впливом ДХІБ і ССС, причому ДХІБ у два рази знижував утворення ГК₃ [75], а у рослин ячменю і пшениці при внесенні в ґрунт паклобутразолу, хлорхолінхлориду – ГК₁ [74]. Зменшення активності вільних гіберелінів спостерігалось у проростках квасолі [82] та пагонах картоплі за дії хлорхолінхлориду, а також лисках картоплі за дії паклобутразолу [22, 56].

Встановлено, що зв'язані гібереліни можуть проявляти значну функціональну активність. При обробці рослин малини декстрелом і паклобутразолом чіткої залежності між дією цих ретардантів і вмістом кон'югованих форм гіберелінів у листках не спостерігалось. Так, при збільшенні площі листової поверхні в обох варіантах дослідження декстрел викликав зменшення, а паклобутразол – збільшення вмісту зв'язаних форм гормону [14].

Аналіз гістограм активності вільних і зв'язаних гіберелінів свідчить про перерозподіл активності різних фракцій за дії паклобутразолу (рис. 1).

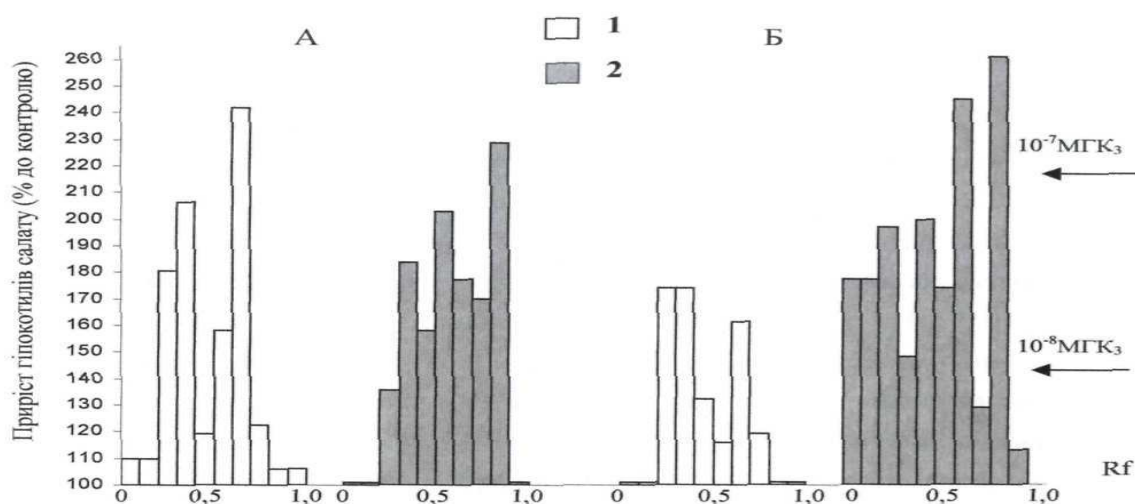


Рис. 1. Вплив паклобутразолу на активність вільних і зв'язаних ГПР у листках рослин цукрового буряка гібриду Роберта; А – контроль; Б – паклобутразол; 1 – вільні ГПР; 2 – зв'язані ГПР

На нашу думку, це свідчить про те, що зменшення активності гіберелінів під впливом паклобутразолу досягається не лише інгібуванням його біосинтезу, але й переходом вільних гіберелінів в кон'юговані форми.

В зв'язку з цим, доцільне вивчення впливу ретарданту на вміст різних форм АБК при одночасному вивченні активності гіберелінів, оскільки синтез гіберелінів і абсцизової кислоти являє собою єдиний шлях синтезу терпенів у рослині. Отримані нами результати свідчать про збільшення вмісту вільної форми АБК у листках цукрового буряка під впливом паклобутразолу, а вміст зв'язаної форми АБК зменшувався (табл. 2). Можливо, це пов'язано з тим, що в синтезі терпенів в рослині існує метаболічна вилка, на кінцях якої в залежності від фізіологічних умов утворюються гормони з різними знаками дії – абсцизова кислота і гібереліни [12]. Оскільки ретарданти не блокують утворення фарнезилпірофосфату – попередника АБК, а проявляють свою дію на більш пізніх етапах біосинтезу дитерпенів (гіберелінів), відбувається зміщення синтезу у бік сексвитерпенів (АБК) незалежно

від каротиноїдного або некаротиноїдного шляхів синтезу гормонів [80]. Виявлено, що блокування синтезу герангеранілпірофосфату не може призвести до гальмування синтезу обох класів сполук, оскільки утворення АБК відбувається на більш ранньому етапі через фарнезилпірофосфат [78].

Відомо, що характер фотосинтетичного процесу, енергетичне і субстратне забезпечення морфогенезу значною мірою визначається анатомо-морфологічними особливостями листка. Літературні дані стверджують, що препарати ретардантної дії суттєво впливають на анатомо-морфологічні особливості листка. Встановлено, що у рослин ріпаку під впливом паклобутразолу відбувається потовщення листкової пластинки [20]. Аналогічні результати спостерігалися і під впливом декстрелу та паклобутразолу у картоплі [21, 59].

Проведені нами дослідження мезоструктурної організації листка цукрового буряка при дії ретардантів також свідчать про суттєві анатомічні зміни. Зокрема, зменшення площі оброблених препаратом листків супроводжувалося потовщенням листкової пластинки, причому це потовщення досягалося в основному за рахунок збільшення об'єму стовпчастої і збільшення лінійних розмірів губчастої паренхіми листка при збільшенні вмісту хлорофілу в тканинах (табл. 3).

Разом з тим, звертає на себе увагу той факт, що у рослин дослідних варіантів спостерігалося збільшення кількості продихів на одиницю площі листка та збільшення площі одного продиху. Збільшення кількості і площі продихів виявлено і у рослин рису під впливом паклобутразолу [85]. При цьому слід відзначити, що збільшення числа продихів на одиницю площі епідермісу корелювало із зменшенням розмірів основних клітин епідермісу. Підрахунок продихового показника, який характеризує відношення кількості продихів до загальної кількості всіх клітин епідермісу на одній і тій же площі [46], свідчить про те, що по всіх варіантах досліджу він був однаковим, тобто співвідношення продихів і інших клітин епідермісу під впливом ретардантів не змінювалося (табл. 3.).

Таблиця 3

Вплив ретардантів на мезоструктурні показники листків цукрового буряка гібриду Роберта

Варіант досліджу	Контроль	0,3 %-ий декстрел	0,05%-ий паклобутразол
Товщина листка, мк	169,0±2,12	*254,2±4,06	*221,3±6,14
Парціальний об'єм тканини на поперечному зрізі листка, % :			
епідерміс	22,5±0,92	*19,3±0,71	*14,4±1,80
хлоренхіма	77,5±2,14	80,7±1,42	*85,6±2,43
Об'єм клітини стовпчастої паренхіми, мк ³	6069±137	*6884±280	*7840±207
Довжина клітини губчастої паренхіми, мк	26,9±0,50	28,1±0,42	27,3±0,70
Ширина клітини губчастої паренхіми, мк	23,6±0,50	24,7±0,84	22,5±0,43
Кількість продихів на 1 мм ² абаксіальної поверхні листка	350,1±3,02	*400,0±5,11	*400,2±5,04

Площа одного продиху, мк ²	267,1±6,02	*333,1±3,11	280,2±7,05
Площа однієї клітини епідермісу, мк ²	505,0±5,02	*434,3±4,11	*415,2±5,07
Продиховий показник	0,15	0,15	0,15
Вміст хлорофілів (а+в), % на сиру речовину	0,52±0,014	*0,58±0,011	*0,63±0,010

Примітка: Обробку рослин здійснювали у період утворення 28 листка. Мезоструктурні характеристики визначали на 30-ий день після обробки; * - різниця достовірна при P=0,05

Візуально відмічалось зменшення міжклітинного простору у хлоренхімі листків дослідних варіантів. Відомо, що ріст клітин епідермісу при нормальному розвитку листка продовжується довше, ніж ріст клітин хлоренхіми. За рахунок цього утворюються міжклітинники і збільшується відстань між сформованими клітинами хлоренхіми [62]. Тому відмічена закономірність, на наш погляд, свідчить про більш раннє припинення росту клітин епідермісу під впливом ретардантів.

Фотосинтез і дихання є важливим елементом продукційного процесу рослин. Інтенсивність фотосинтезу і дихання рослин залежить від віку, швидкості росту, співвідношення мас окремих органів і тісно пов'язана з іншими процесами, які відбуваються у рослині та факторами навколишнього середовища [5]. Відомо, що процеси дихання є потужним метаболічним акцептором асимілятів, загальні дихальні витрати можуть становити від 10 до 80% засвоєного при фотосинтезі вуглецю [5, 6].

Обмеженість даних про дію рістгальмуючих препаратів на співвідношення дихання і фотосинтезу значно звужує можливості аналізу впливу цієї групи регуляторів росту на формування донорно-акцепторної системи рослин, що визначає необхідність поглибленого вивчення питання. Тому при розробці технологій застосування ретардантів на рослинах цукрового буряка доцільно проаналізувати співвідношення між процесами дихання і фотосинтезу, значення фотодихання в загальному балансі вуглецевого обміну. В зв'язку з викладеним, одним із завдань нашого дослідження було вивчення впливу ретардантів паклобутразолу і декстрелу на фотосинтез та газообмін рослин цукрового буряка з метою оптимізації продукційного процесу культури.

Одержані нами результати досліджень свідчать, що під впливом ретардантів відбуваються зміни у газообміні рослини. У оброблених препаратами рослин збільшувався мезофільний опір листків (r_m) (табл. 4), що супроводжувалося зменшенням інтенсивності фотосинтезу, незважаючи на зростання вмісту хлорофілів у тканинах листка (табл. 3).

Результати вивчення мезоструктурної організації листка цукрового буряка свідчать про те, що однією з причин збільшення мезофільного опору під впливом ретардантів є потовщення листка і зменшення міжклітинників внаслідок більш раннього припинення росту клітин епідермісу.

Для розуміння функціонування донорно-акцепторної системи рослин важливим є той факт, що під впливом різних за механізмом дії ретардантів – паклобутразолу і декстрелу, відмічалось зростання витрат на фотодихання і темнове

дихання у листків, які повністю сформувалися після обробки дослідних рослин препаратами (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив ретардантів на інтенсивність фотосинтезу, темного і світлого дихання листків цукрового буряка гібриду Роберта

Параметри	Контроль	Декстрел, 0,3%	Паклобутразол, 0,05%
Вуглекислотний газообмін листків, мг CO ₂ /(дм ² .год): видимий фотосинтез Ф	21,5±0,02	*19,9±0,02	*18,2±0,04
Фотодихання Дф	6,5±0,03	*6,1±0,03	*6,0±0,03
Темнове дихання Дт	3,5±0,03	*3,8±0,09	3,5±0,03
Дф/Ф	0,30±0,004	*0,32±0,003	*0,33±0,003
Дт/Ф	0,16±0,002	*0,20±0,003	0,19±0,003
Дифузійний опір, с/см листковий r _l	3,76±0,009	*4,05±0,005	*3,68±0,002
мезофільний r _m	6,14±0,05	*7,11±0,05	*8,13±0,02

Примітка: Рослини обробляли у період утворення 14-16 листків; * - різниця достовірна при P=0,05

Отже, факторами, які обмежують донорну функцію листка при ретардантних ефектах, є зменшення площі листкової поверхні внаслідок зниження проліферативної активності меристем, збільшення мезофільного опору дифузії CO₂, гальмування швидкості як використання асимілятів на ростові процеси у самому листку, так і їх відтоку до листків верхнього ярусу, що є споживачами. Все це призводить до зниження інтенсивності асиміляції CO₂ і збільшення частки дихальних витрат у вуглекислотному газообміні, що є ознакою наявності надлишку невикористаних асимілятів у листку.

Слід зазначити, що досліджені препарати по-різному впливають на складові дифузного опору. У листків рослин, оброблених декстрелом, одночасно збільшувався як листковий опір r_l, так і r_m, тоді як обробка паклобутразолом практично не впливає на r_l при суттєвому зростанні r_m. Можна припустити, що вплив паклобутразолу на фотосинтетичний апарат не обмежується лише гальмуванням фотосинтезу надлишком асимілятів (у цьому випадку імовірніше слід очікувати ефекту, який виявляється при застосуванні декстрелу), а препарат може брати участь у безпосередній регуляції фотосинтетичних процесів.

Висновки. Таким чином, обмеження донорної функції листка цукрового буряка пов'язане зі змінами гормонального статусу рослини, а саме з накопиченням вмісту вільної АБК і зменшенням зв'язаної форми АБК, а також зменшенням активності вільних гіберелінів, що призводило до змін у морфогенезі листка. Внаслідок зниження проліферативної активності крайових меристем листка зменшується площа листкової поверхні рослини при одночасному потовщенні листкової пластинки. Відмічені зміни мезоструктурної організації листка відбуваються за рахунок збільшення об'єму стовпчастої і губчастої паренхіми, зменшення розмірів клітин епідермісу і зростання кількості продихів на одиницю площі листка.

Виявлено, що обробка рослин ретардантами знижує відношення мас сухих речовин гички до коренеплоду, що свідчить про перерозподіл асимілятів на користь росту маси коренеплоду і підвищення показника господарської ефективності урожаю.

Препарати ретардантної дії – декстрел і паклобутразол – впливають на анатомо-фізіологічні параметри фотосинтетичного апарату цукрового буряка, що виражається у зменшенні площі листової поверхні, видимого фотосинтезу, збільшенні частки дихання у вуглекислотному балансі. Отримані дані свідчать, що ретарданти є потужним засобом регуляції активності асиміляційного апарату – однієї із складових донорно-акцепторної системи рослин, і можуть бути застосовані для цілеспрямованої регуляції перерозподілу пластичних речовин у цукрового буряка.

Література:

1. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. – К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. – 352 с.
2. Бровко О. В. Вплив синтетичних регуляторів росту 1-НОК та 6-БАП на морфогенез та продуктивність перцю солодкого / О. В. Бровко, В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач // Вісник ЛНАУ. Серія Агрономія – 2016. – № 1. – С. 1-8.
3. Буйна О. І. Вплив есфону та хлормекватхлориду на формування фотосинтетичного апарату та урожайність томатів / О. І. Буйна, В. В. Рогач // Збірник наукових праць Подільського державного агротехнічного університету. Сільськогосподарські науки – 2016. – Випуск. 24 (1). – С. 18-25.
4. Гізбулін Н. Г. Застосування регуляторів росту (міфи і реальність) / Н. Г. Гізбулін, С. М. Гонтаренко // Цукрові буряки. – 2000. – № 2. – С. 18-19.
5. Голик К.Н. Темное дыхание растений /К. Н. Голик. – К. : Наукова думка, 1990. – 137 с.
6. Головки Т. К. Дыхание в донорно-акцепторной системе растений / Т. К. Головки // Физиология растений. – 1998. – Т. 45, № 4. – С. 632-640.
7. Голунова, Л.А. Дія хлормекватхлориду на продуктивність та якість насіння *Glycine max* L. / Л.А. Голунова // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. -Тернопіль: ТНПУ, 2015. – Вип. 1(62). – С. 68-72.
8. Гуляев Б. І. Вплив хлормекватхлориду та естрону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення / Б. І. Гуляев, А. Б. Карлова, Д. А. Кірізій // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39, № 5. – С. 401-408.
9. Дерфлинг К. Гормоны растений / К. Дерфлинг. – М. : МИР, 1985. – 303 с.
10. Иванова А. Б. Современные аспекты изучения фитогормонов / А. Б. Иванова, Л. Я. Анцигина, А. Ю. Ярин // Цитология. – 1999. – Т. 41, № 10. – С. 835-847.
11. Киризий Д. А. Влияние редукции черешков на фотосинтез и продуктивность сахарной свеклы / Д. А. Киризий // Физиология и биохимия культ. растений. – 2000. – Т. 32, № 5. – С. 352-355.
12. Кефели В. И. Природный ингибитор роста – абсцизовая кислота / В. И. Кефели, Э. М. Коф, П. В. Власов [и др.]. – М., 1989. – 184 с.
13. Курчий Б.А. Применение ретардантов на посевах озимой ржи в зоне Полесья Украины / Б.А. Курчий // Физиология и биохимия культ. растений. – 1989. – Т. 21, № 5., С. 465-469.
14. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.12 / Кур'ята Володимир Григорович. – К., 1999. – 318 с.
15. Кур'ята В. Г. Одержання препаратів епідермісу методом часткової мацерації тканин листка / В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В.Гнатюка. – Тернопіль : ТНПУ, 1999. – Т. 31(2). – С. 93-102.
16. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин / В. Г. Кур'ята // Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку : Ф 50 у 2 т-х / НАН України, Ін-т

- фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2009. – С. 565-587.
17. Кур'ята В. Г. 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. Гуляєв // Физиология и биохимия культ. растений. – 2005. – Т. 37, № 5. – С. 452-458.
 18. 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.
 19. Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах / В. Г. Кур'ята, І.В. Попроцька // Физиология растений и генетика. – 2016. - 48, №6. - С. 475-487.
 20. 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 культ. растений. – 2004. – Т. 36, № 2. – С. 167-172.
 21. 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.
 22. 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.
 23. 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. Гуляєв // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 4. – С. 305-310.
 24. Кур'ята В. Г. Вплив хлормекватхлориду на урожайність та якісні характеристики олії льону / В. Г. Кур'ята, О. О. Ходаницька // Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві / Збірник наукових праць. – Умань: Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство, 2011. Вип. 76. – С. 203-208.
 25. Кур'ята В. Г. Особливості морфогенезу і продукційного процесу льону-кучерявцю за дії хлормекватхлориду і трептолему / В. Г. Кур'ята, О. О. Ходаницька // Физиология и биохимия культ. растений. – 2012. – Т. 44, № 6. – С. 522-528.
 26. Кур'ята В. Г. Влияние хлормекватхлориду на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность льна масличного в условиях Правобережной Лесостепи Украины / В. Г. Кур'ята, О. О. Ходаницька // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2013. – № 4 (8). – С. 88-93.
 27. 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 ХНАУ. Серія: Біологія. – Харків. – 2003. – № 5 (3). – С. 101-106.
 28. 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.
 29. 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 ВДПУ ім. М. Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця. – 2002. – Вип. 4. – С. 85-90.
 30. Мельник О. В. Функціональні розлади плодів зерняткових / О. В. Мельник, І. О. Мелехова // Новини садівництва. – 2011. – №2. – С. 36.
 31. Методические рекомендации по определению фитогормонов. – Киев: Наук. думка, 1988. – 78 с.
 32. Миликэ К. И. Исследование эффективности синтетических гормональных веществ в овощеводстве, плодоводстве и виноградарстве / К. И. Миликэ, Д. Л. Тома // Применение регуляторов р-та в сельском хозяйстве. – М., 1987. – С. 75-86.

33. Мокронос А. Т. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов / А. Т. Мокронос, Р. А. Борзенкова // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Вып. 61, № 3. – С. 119-131.
34. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин / Л. І. Мусатенко // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку : Ф 50 у 2 т-х / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2009. – С. 508-536.
35. Наливайко С. Е. Что дают свекле регуляторы роста / С. Е. Наливайко, А. М. Селезнев, Р. Ф. Слесарева // Сахарная свекла. – 1999. – № 6. – С. 16-17.
36. Патент № 41162 А Україна. Спосіб підвищення маси та цукристості коренеплодів цукрових буряків / Д. А. Кірізій, Б. І. Гуляєв, Кур'ята В. Г., Шевчук О. А.; Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського. – №2001031699; заявл. 13.03.2001; опубл. 15.08.2001, Бюл. №7.
37. Поливаний С. В. Вплив суміші трептолему і хлормекватхлориду на продуктивність і якість продукції маку олійного / С.В. Поливаний, В.Г. Кур'ята // Агробіологія: Збірник наукових праць / Білоцерків. нац. аграр. ун-т. – Біла Церква, 2013. – Вип. 10 (100). – С. 103-106.
38. Поливаний С. В. Вплив суміші регуляторів росту на якість продукції маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Вісник вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 3. – С. 37-41.
39. Поливаний С. В. Формування фотосинтетичного апарату, насінневої продуктивності та якості олії маку олійного за дії емістиму С / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Вісник УНУС. Агрономія. – Умань, 2015. – № 1. – С. 42-46.
40. 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 «Діло», 2013. – Вип. 75. – С. 150-154.
41. 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. – С. 64-67.
42. Поливаний С. В. Дія трептолему на морфогенез, продуктивність та якісні характеристики маку олійного / С.В. Поливаний, В.Г. Кур'ята // Агробіологія: Збірник наукових праць /Білоцерків. нац. аграр. ун-т. - Біла Церква, 2015.- Вип. 1(117). - С. 65-72.
43. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив / С. П. Пономаренко // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування : зб. наук. праць УДАУ. – Умань, 2008. – С. 44-51.
44. Починок Х. Н. Влияние хлорхолинхлорида на интенсивность фотосинтеза, урожай и сахаристость сахарной свеклы / Х. Н. Починок, А. С. Оканенко, К. Н. Голик [и др.] // Физиология и биохимия культ. растений. – 1976. – 3, № 8. – С. 273-279.
45. Прусакова Л. Д. Синтетические регуляторы онтогенеза растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Итоги науки и техники ВИНТИ. Серия : Физиология растений. – 1990. – Т. 7. – С. 84-124.
46. Раздорский В.Ф. Анатомия растений / В.Ф. Раздорский. – М.: Совет. наука, 1949. – 522 с.
47. 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. – Вип. 8 (48). – С. 43-49.
48. 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.
49. Рогач В. В. Динаміка накопичення і перерозподілу різних форм вуглеводів в органах рослин томатів за дії регуляторів росту / В. В. Рогач // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія : Біологія. – 2017. – № 1 (68). – С. 70-76.

50. 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.
51. 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.
52. Рогач В. В. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфофізіологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі / В. В. Рогач, Т. І. Рогач // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 2015. – Т. 23 (2). – С. 221-224.
53. Рогач Т. І. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на врожайність та якість олії соняшнику [Електронний ресурс] / Т. І. Рогач, В. Г. Кур'ята // Наукові доповіді НУБіП. – 2011. – № 1 (23). – Режим доступу до журн. : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11rtioqs.pdf
54. Сакало В. Д. Потенціал продуктивності поддається регулюванню / В. Д. Сакало, В. М. Курчий, Н. Н. Пантелусь [и др.] // Сахарная свекла. – 1998. – № 8. – С. 14-16.
55. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин / О. О. Ткачук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця : ВНТУ. – 2014. – №3 (114). – С. 41-44.
56. 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.
57. 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.
58. Ткачук О. О. Вплив ретардантів на вміст різних форм вуглеводів в органах картоплі / О. О. Ткачук // Агробіологія. – Біла церква. – 2013. – № 11. – С. 94 – 97.
59. 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.
60. 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.
61. 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.
62. Уоринг Ф. Рост растений и дифференцировка / Ф. Уоринг, И. Филлипс. – М. : МИР, 1984. – 512 с.
63. Ходаніцька О. О. Аналіз дії хлормекватхлориду на продукційний процес льону олійного сорту Орфей / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята, // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – 1 (112). – С. 30-33.
64. Ходаніцька О. О. Продуктивність льону-кучерявцю за дії суміші регуляторів росту / О. О. Ходаніцька, В. Г. Кур'ята // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского. – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 203-210.
65. Шевчук О. А. Екологічні аспекти застосування ретардантів та етиленпродуцентів у рослинництві / О. А. Шевчук // Наукові записки Вінницького держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія : Географія. – 2005. – №12. – С. 31-35.
66. 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.
67. Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків: дис. ... канд. біол. наук :03.00.12 /Шевчук Оксана Анатоліївна. - К., 2005. - 156 с.
68. 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.

69. 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.
70. 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.
71. 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.
72. Шевчук О. А. Екологічні аспекти застосування ретардантів та етиленпродуцентів у рослинництві / О.А. Шевчук, О.О. Ткачук, Л.А. Голунова, І.В. Кур'ята, Л.М. Рогальська, В. В. Рогач // Наукові записки ВДПУ ім. М. Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця, 2006. – Вип. 12. – С. 118-123.
73. Шерстобоева О. В. Вплив сумісного застосування тебуконазолу та біополіциду на врожайність озимої пшениці / О. В. Шерстобоева, Я. В. Чабанюк, А. А. Бунас, Н. О. Опришко, В. В. Чайковська // Аграрна наука – виробництву : Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок. – К. : НААН України. – 2014. – №1 (14). – С. 5.
74. Эрдели Г. С. Изобутираты – новый класс ретардантов / Г. С. Эрдели, Г. Н. Хожайнова, Г. Шиллинг. – Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1992. – 157 с.
75. Khyalil Iqtidar A. Effect of paclobutrazol on growth chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays*) / A. Khyalil Iqtidar, I. Hidayat-ur-Rahman // Plant Sci. – 1995. – Vol. 105, № 1. – P. 15-21.
76. 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.
77. Nagy M. Changes caused by CCC treatment in the endogenous gibberellin content during the swelling of *Phaseolus vulgaris* L. seed / M. Nagy, C. Hodur // Acta agron. Acad. Sci. Hung. – 1984. – Vol. 33, №1-2. – P. 611-614.
78. Nawata E. Effects of CCC on the occurrence of tomato puffi fruits and endogenous cytokinin activities / E. Nawata, H. Inden, T. Asahira // Sci. Hort. – 1985. – Vol. 26, № 2. – P. 119-127.
79. Poprotska I. V. The 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.
80. Rademacher W. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways /W. Rademacher //Annu. Rev. Plant Physiol. – 2000. – Vol. 51. – P. 501-531.
81. Swanson Sarah J. Gibberellic acid induces vacuolar acidification in barley aleurone / J. Swanson Sarah, L. Jones Russell // Plant Cell. – 1996. – Vol. 8, № 12. – P. 2211-2221.
82. Tisio R. Nouvelles preuves de la nature gibberellinigue du «factor racinaire» qui retarde la Tuberisation de germes de Pomme de terre cultives in Vitro / R. Tisio, M. Goleniowski // C.r. Asad. Sci. – 1985. – Vol. 3, № 13. – P. 499-502.
83. Tomala K. Innowacyjne przechowywanie jablek / K. Tomala, M. Wozniak // Sad. – 2009. – №9. – P. 8.
84. Yamaji H. Effects of soil-applied uniconazole and prohexadione calcium on the growth and endogenous gibberellin content of *Lycopersicon esculentum* Mill. seedlings / H. Yamaji, N. Katsura, Nishijima, T. M. Koshioka // Plant Physiol. – 1991. – Vol. 138, № 6. – P. 763-776.
85. Yim K. Growth-responses and allocation of assimilates of rice seedlings by paclobutrazol and gibberellin treatment / K. Yim, Y. Kwon, D. Bayer Growth // Plant Growth Regulation. – 1997. – Vol. 16, № 1. – P. 35-44.