

<https://doi.org/10.15407/frg2020.02.152>

УДК (581.1:582.926.2):661.162.65/66

МОРФОГЕНЕЗ, ФОТОСИНТЕЗ І ПРОДУКТИВНІСТЬ БАКЛАЖАНІВ ЗА ВПЛИВУ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ З РІЗНИМИ МЕХАНІЗМАМИ ДІЇ

В.В. РОГАЧ¹, Д.А. КІРІЗІЙ², О.О. СТАСИК², Т.І. РОГАЧ¹

¹Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
21100 Вінниця, вул. Острозького, 32

e-mail: rogachv@ukr.net

²Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

Досліджено особливості ростових процесів, формування листкового апарату, його мезоструктури та фотосинтетичної активності, а також біологічної продуктивності рослин баклажанів під впливом синтетичних аналогів основних гормонів-стимуляторів росту та ретардантів, із різними механізмами дії. Встановлено, що за дії тебуконазолу (EW-250) і 6-бензиламінопурину (6-БАП) кількість листків на рослині зростала, а під впливом хлормекватхлориду (ССС-750) та есфону (2-хлороетилфосфонієвої кислоти, (2-ХЕФК)) зменшувалася. Усі сполуки, окрім 2-ХЕФК, збільшували масу сирої речовини листків і спричинювали потовщення листкової пластинки внаслідок розростання клітин хлоренхіми. За дії ретардантів EW-250, СССР-750 і стимуляторів 6-БАП, гіберелової кислоти (ГК₃) об'єм клітин стовпчастої паренхіми збільшувався, а розміри клітин губчастої паренхіми практично не змінювалися. Під впливом регуляторів росту зазнавав змін продиховий апарат рослин. 1-Нафтилоцтова кислота (1-НОК) та ГК₃ практично не змінювали кількість клітин нижнього епідермісу на одиницю абаксіальної поверхні листка, але зменшували кількість продихів, а 6-БАП і ретарданти достовірно збільшували як кількість клітин епідермісу, так і кількість продихів. Усі регулятори росту, окрім 1-НОК, достовірно збільшували площу продихів. Усі сполуки, окрім 2-ХЕФК, збільшували масу сирої речовини стебел і коренів та масу сухої речовини цілої рослини. Всі сполуки, окрім ГК₃, збільшували вміст суми хлорофілів у листках та одночасно підвищували інтенсивність видимого фотосинтезу. Найвищий вміст хлорофілу зафіксовано після обробки EW-250, найвищу фотосинтетичну активність — за дії 6-БАП. Усі регулятори росту посилювали фотодихання й темнове дихання. Інтенсивність транспірації найбільшою мірою зростала після обробки EW-250 і 6-БАП та найсильніше зменшувалася після застосування ГК₃. Показано, що усі стимулятори росту і ретарданти (крім етиленпродуценту 2-ХЕФК) підвищували продуктивність культури. Найефективнішим виявилось застосування триазолпохідного ретарданту тебуконазолу й цитокінінового стимулятора росту 6-БАП.

Ключові слова: *Solanum melongena* L., стимулятори росту, ретарданти, морфогенез, листковий апарат, мезоструктура, хлорофіл, фотосинтез, дихання, продуктивність.

Цитування: Рогач В.В., Кірізій Д.А., Стасик О.О., Рогач Т.І. Морфогенез, фотосинтез і продуктивність баклажанів за впливу регуляторів росту з різними механізмами дії. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. 52, № 2. С. 152–168. <https://doi.org/10.15407/frg2020.02.152>

Підвищення врожайності та поліпшення якості аграрної продукції є важливим завданням сучасної фізіології рослин [1]. Одним із ключових підходів у вирішенні питання оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських рослин є регуляція їх росту і розвитку, а також корекція донорно-акцепторних відносин у рослинному організмі, зокрема внаслідок штучного перерозподілу потоків асимілятів до господарсько важливих органів (плодів, коренеплодів та інших органів запасу). З цією метою широко застосовують як природні, так і синтетичні сполуки [2, 3].

У використанні регуляторів росту рослин можна виділити два підходи. Перший пов'язаний з активацією ростових процесів із наступним збільшенням запиту до фотосинтетичного апарату на асиміляти, що забезпечуватимуть інтенсивніше формування тканин та органів. Другий пов'язаний із гальмуванням насамперед лінійного росту рослин із наступним створенням надлишку пластичних речовин, які у зв'язку з тим, що донорно-акцепторна система є саморегульованою, спрямовуються до запасуючих органів і тканин. У переважній більшості культурних рослин це господарсько-цінні органи.

Отже, два принципово різні підходи до регуляції ростових процесів у кінцевому підсумку чинять подібні ефекти: підвищення біологічної продуктивності рослин, урожайності та якості аграрної продукції.

Основні закономірності функціонування донорно-акцепторних відносин (концепція «source-sink») вивчають переважно при аналізі співвідношення інтенсивності процесів росту і фотосинтезу, де процеси росту є основним акцептором, а фотосинтез — донором асимілятів [4]. Відомо, що зміна швидкості ростових процесів у рослинах під впливом фізіологічно активних речовин зумовлює перебудову фотосинтетичного апарату [5], що призводить до змін у донорно-акцепторній системі рослини [6, 7].

Представники родини пасльонових посідають значне місце серед головних овочевих культур, тому проблема підвищення їх продуктивності за допомогою регуляторів росту є актуальною. Якщо для картоплі та томатів це питання певною мірою висвітлено в літературних джерелах [8, 9], то для баклажанів такі дані нам не відомі.

Метою роботи було з'ясування особливостей ростових процесів, формування листкового апарату, його мезоструктури та фотосинтетичної активності, а також формування елементів продуктивності у рослин баклажанів під впливом синтетичних аналогів основних гормонів стимуляторів росту та ретардантів — інгібіторів гібереліну, що відрізняються за механізмом дії.

Методика

Рослини вирощували в умовах вегетаційного дослідження в ґрунтовій культурі у непрозорих пластмасових посудинах місткістю 10 літрів за природного освітлення. Ґрунт сірий лісовий опідзолений крупнопилувато-середньосуглинковий. Ґрунтово-піщану суміш для набивання посудин готували у співвідношенні 3 : 1. Вологість ґрунту протягом вегетації підтримували на рівні 60 % ПВ.

Рослини баклажанів сорту Алмаз у фазу початку бутонізації (10.06.2018) одноразово обробляли до повного змочування листків 0,005 %-ми розчинами 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК), гібереллової кислоти (ГК₃) та 6-бензиламінопурину (6-БАП), а також 0,25 %-м розчином хлормекватхлориду (ССС-750), 0,025 %-м розчином тебуконазолу (EW-250) та 0,15 %-м розчином есфону (2-ХЕФК). Контрольні рослини обробляли водою. Повторність вегетаційного досліду десятиразова [10].

Морфологічні показники вивчали через кожні 10 днів. Окремі органи зважували на лабораторних вагах. Площу листків визначали гравіметричним методом [11]. Мезоструктурну організацію листка вивчали в період карпогенезу на фіксованому матеріалі [12]. Для фіксації матеріалу застосовували суміш однакових частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1 %-го формаліну. Розміри окремих клітин хлоренхіми визначали на препаратах, отриманих методом часткової мацерації тканин листка [13]. Мацерувальним агентом слугував 5 %-й розчин оцтової кислоти у 2 М соляній кислоті. Для анатомічного аналізу відбирали листки середнього ярусу, які повністю закінчили ріст. Розміри анатомічних елементів вимірювали за допомогою мікроскопа «Микмед-1» та окулярного мікрометра МОВ-1-15. Повторність вимірювань тридцятип'ятиразова.

Вміст хлорофілів визначали у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-16 [14] у п'ятиразовій повторності.

Інтенсивність вуглекислотного газообміну вимірювали на невідокремлених від рослини листках середнього ярусу, що закінчили ріст, у контрольованих умовах на установці, змонтованій на базі інфрачервоного газоаналізатора ГІАМ-5М. Ділянку листка вміщували в термостатовану листову камеру (25 °С) розміром 3×7 см. Листок освітлювали лампою розжарювання КГ-2000 крізь водяний фільтр. Інтенсивність освітлення — 400 Вт/м² ФАР. Через камеру продували атмосферне повітря з природною концентрацією СО₂ зі швидкістю 1 л/хв. Інтенсивність фотосинтезу реєстрували через 45 хв після початку освітлення листка в камері, коли показники газообміну виходили на стаціонарний рівень. Інтенсивність транспірації визначали термоелектричним мікропсихрометром за різницею вологості повітря на вході і виході з камери. Інтенсивність фотодихання оцінювали за викидом СО₂ листком впродовж 1 хв після вимикання світла. Показники газообміну розраховували за стандартною методикою [15]. Повторність вимірювань триразова.

У тексті, таблицях і на графіках наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки. Результати оброблено статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica-6.0. Проводили однофакторний дисперсійний аналіз (відмінності між середніми значеннями обчислювали за критерієм ANOVA, їх вважали вірогідними за $p \leq 0,05$).

Результати та обговорення

Одним із важливих анатомо-морфологічних показників рослини є її висота. Виявлено, що регулятори росту по-різному впливали на

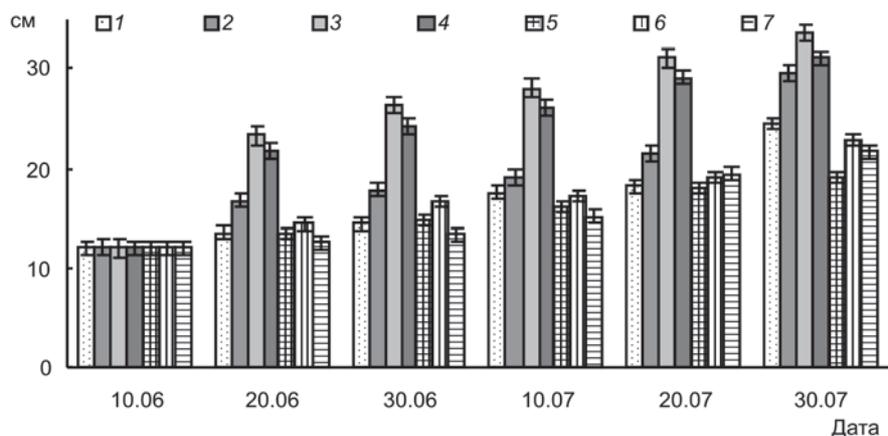


Рис. 1. Вплив регуляторів росту на висоту рослин баклажанів сорту Алмаз:
1 – контроль; 2 – 1-НОК; 3 – ГК₃; 4 – 6-БАП; 5 – 2-ХЕФК; 6 – EW-250; 7 – ССС-750

лінійні розміри рослин баклажанів (рис. 1). Серед варіантів із ріст-стимулювальними препаратами наприкінці досліджуваного періоду найвищими були рослини, оброблені ГК₃. Цей препарат збільшував висоту рослин порівняно з рослинами контрольного варіанта на 37 %. Після застосування 1-НОК лінійні розміри рослин баклажанів збільшувалися на 20 %, а за дії 6-БАП – на 27 %. Антигіберелінові препарати 2-ХЕФК, EW-250 і ССС-750 зменшували висоту рослин відповідно на 22, 7 та 11 %. Ці результати цілком узгоджуються з літературними даними щодо впливу регуляторів росту з різним механізмом дії на тривалість та інтенсивність росту культурних і диких форм рослин [1–3].

Основними донорами пластичних речовин у рослині є листки, тому важливо дослідити вплив регуляторів росту рослин із різним механізмом дії на листковий апарат. Отримані нами результати свідчать, що застосовані регулятори росту по-різному впливали на кіль-

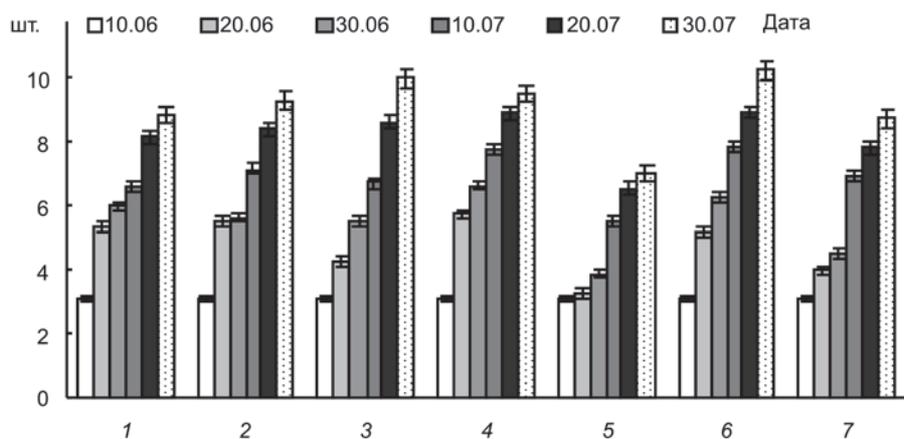


Рис. 2. Вплив регуляторів росту на кількість листків на рослинах баклажанів сорту Алмаз:
1 – контроль; 2 – 1-НОК; 3 – ГК₃; 4 – 6-БАП; 5 – 2-ХЕФК; 6 – EW-250; 7 – ССС-750

кість листків (рис. 2). Максимальну кількість листків на рослині спостерігали після обробки синтетичним аналогом цитокинінів 6-БАП і триазолпохідним ретардантом EW-250. Ці препарати збільшували згаданий показник порівняно з контрольним відповідно на 7 і 15 %. Стимулятори росту ГК₃ та 1-НОК, а також ретардант ССС-750 практично не змінювали кількість листків на рослині. Натомість етиленпродуцент 2-ХЕФК зменшував кількість листків на 21 % наприкінці дослідженого періоду.

Згідно з літературними даними, збільшення кількості листків під впливом регуляторів росту було зафіксовано в рослин *Polygonum cuspidatum* за дії ГК₃ [18], під впливом трептолему в рослин маку олійного [19], льону олійного [20]. Ретардант уніконазол збільшував масу і кількість листків у рослин сої [21], тоді як хлормекватхлорид зменшував їх кількість у соняшника [22], а в рослин ріпаку вплив паклобутразолу і декстрелу на цей показник залежав від погодних умов [23].

Встановлено, що всі досліджені нами регулятори росту збільшували масу сирої речовини листків (табл. 1). Найвищим цей показник був після обробки 6-БАП і EW-250.

Однією з основних характеристик, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур, є площа листків на рослині. За літературними даними, стимулятори росту, як правило, збільшують цей показник, тоді як при застосуванні ретардантів на різних культурах ефект був неоднозначний. Так, за обробки рослин кукурудзи препаратом 6-БАП площа їх листків збільшувалась [24], як і за обробки ГК₃ рослин цукрової тростини [25]. Подібний результат спостерігали на рослинах пшениці, оброблених препаратами ІОК, 2-НОК і ГК₃, однак ретардант паклобутразол зменшував площу листків [26]. Зменшення площі листової поверхні рослин ріпаку спостерігалось за дії цього ж ретарданту та етиленпродуценту декстрелу [23]. Інший триазолпохідний ретардант уніконазол зменшував площу листків у рослин сої [21]. Разом з тим онієвий ретардант хлормекватхлорид збільшував площу листків у рослин соняшника [22], а паклобутразол — у рослин батату [27].

ТАБЛИЦЯ 1. Вплив регуляторів росту на морфологічні показники рослин баклажанів сорту Алмаз у фазу початку формування плодів (n = 10, x±SD)

Показник	Контроль	1-НОК	ГК ₃	6-БАП	2-ХЕФК	EW-250	ССС-750
Сира речовина, г							
листоків	6,55± ±0,23	9,43± ±0,33*	7,11± ±0,29	11,22± ±0,44*	4,11± ±0,19	8,88± ±0,35*	7,67± ±0,27*
стебел	4,11± ±0,18	7,22± ±0,25*	6,99± ±0,22*	13,71± ±0,45*	2,44± ±0,11*	9,11± ±0,32*	4,98± ±0,22*
коренів	3,03± ±0,12	3,19± ±0,13	6,81± ±0,28*	9,67± ±0,32*	2,71± ±0,08	3,59± ±0,14*	5,32± ±0,19*
Суха речовина цілої рослини, г	3,02± ±0,11	4,69± ±0,19*	4,72± ±0,21*	8,91± ±0,35*	2,28± ±0,09*	5,27± ±0,21*	4,28± ±0,19*

*Тут і в табл. 2—4: різниця з контролем достовірна за p ≤ 0,05.

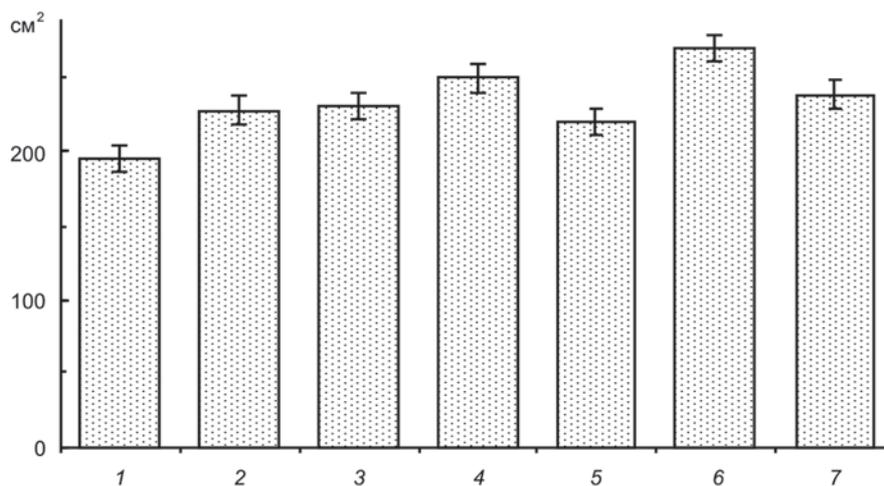


Рис. 3. Вплив регуляторів росту на площу листків рослин баклажанів сорту Алмаз (30.07.2018):

1 – контроль, 2 – 1-НОК, 3 – ГК₃, 4 – 6-БАП, 5 – 2-ХЕФК, 6 – EW-250, 7 – ССС-750

Ми виявили, що у фазу початку формування плодів усі регулятори росту збільшували площу листків на рослині порівняно з контрольним варіантом. Найбільшою вона була після обробки препаратами 6-БАП та EW-250 (відповідно на 28 і 38 %). За дії 2-ХЕФК та ССС-750 цей показник зростав відповідно на 13 і 22 %. Стимулятори росту 1-НОК, ГК₃ збільшували площу листків відповідно на 17 і 19 % (рис. 3).

Зміни площі листкового апарату позитивно впливали на інші анатомо-морфологічні показники рослин. Усі регулятори росту, крім 2-ХЕФК, збільшували масу сирої речовини стебел і коренів. Максимально показники зростали після застосування ГК₃ і ССС-750 (див. табл. 1).

Регулятори росту з різним механізмом дії (крім 2-ХЕФК) збільшували масу сухої речовини цілої рослини (див. табл. 1). Так, за дії 6-БАП, EW-250 цей показник зростав відповідно у 2,9 та 1,7 раза порівняно з контролем. Стимулятори 1-НОК і ГК₃ збільшували масу сухої речовини цілої рослини приблизно в 1,6 раза, а ретардант ССС-750 – в 1,4 раза. Під впливом 2-ХЕФК маса сухої речовини рослини зменшувалася на 25 %.

За літературними даними, маса сухої речовини зростала після обробки ГК₃ у рослин льону олійного [28], цукрової тростини [25], пшениці [26]. Маса сухої речовини цілої рослини пшениці збільшувалася також за дії ІОК і 2-НОК. Маса сирої та сухої речовини у рослин пажитниці збільшували ретарданти РР333 і ССС [17].

Крім площі листкової поверхні іншим важливим показником потужності фотосинтетичного апарату є вміст у листках хлорофілу. Ми виявили, що обробка рослин баклажанів усіма антигібереліновими препаратами достовірно збільшувала вміст суми хлорофілів у листках порівняно з контрольним варіантом (рис. 4). Наприкінці дослідженого періоду цей показник був найвищим після застосу-

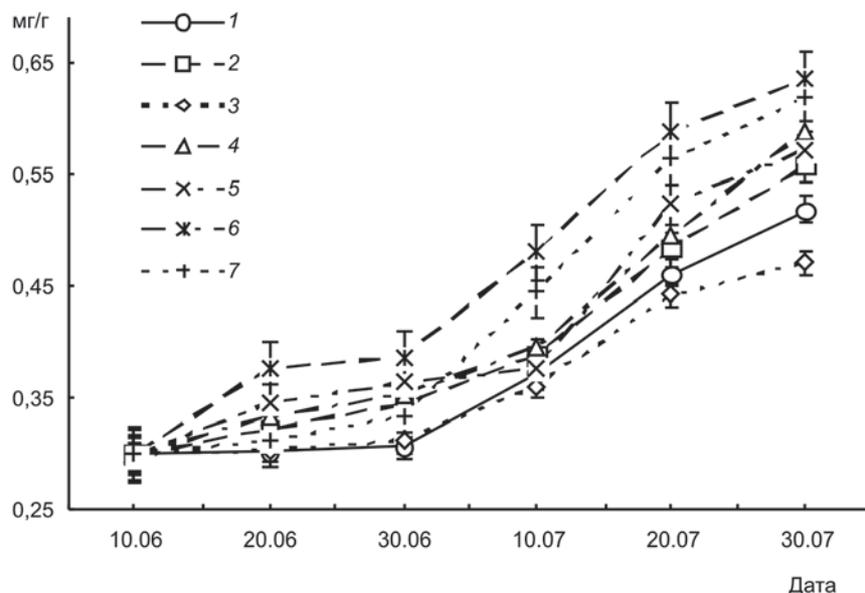


Рис. 4. Вплив регуляторів росту на вміст суми хлорофілів ($a+b$) у сирій речовині листків баклажанів сорту Алмаз:

1 – контроль, 2 – 1-НОК, 3 – ГК₃, 4 – 6-БАП, 5 – 2-ХЕФК, 6 – EW-250, 7 – ССС-750

вання EW-250 (вміст хлорофілу зростав на 23 %). За дії 2-ХЕФК він перевищував контрольний рівень на 10 %, а після обробки ССС-750 — на 19 %. 6-БАП також збільшував вміст суми хлорофілів у листках (на 14 %). Після застосування 1-НОК цей показник мав лише тенденцію до зростання (на 8 %), а за впливу ГК₃ вміст хлорофілу знижувався (на 9 %).

Описані ефекти збігаються з літературними даними щодо впливу на вміст фотосинтетичних пігментів у листках при застосуванні регуляторів росту на інших культурах. Так, зростання вмісту хлорофілів за дії 6-БАП зафіксовано в листках кукурудзи [24], пшениці [26] та огірка [30]. Цитокінінові стимулятори росту емістим С і трептолем збільшували вміст хлорофілів у листках маку олійного [19]. У разі застосування антигіберелінових препаратів вміст хлорофілів у листках також підвищувався, зокрема хлормекватхлорид збільшував вміст суми хлорофілів у листках соняшника [22], а тебуконазол — у листках томатів [9]. У той же час під впливом ГК₃ вміст основних фотосинтетичних пігментів зменшувався.

Мезоструктурна організація листка багато в чому визначає ефективність фотосинтетичного апарату рослини і тим самим істотно впливає на її продуктивність. Обробка рослин регуляторами росту здебільшого спричинює зміни анатомічної будови листків. Зокрема, потовщення листків за рахунок асиміляційної паренхіми спостерігали за дії паклобутразолу у рослин картоплі [8], цукрового буряка [5], ріпаку [23]. В згаданих випадках препарати збільшували й об'єм клітин стовпчастої паренхіми. У томатів ретардант тебуконазол і гіберелова кислота також збільшували товщину хлоренхіми й об'єм клітин стовпчастої паренхіми [9]. Потовщувались листки за рахунок

мезофільної тканини й у рослин кукурудзи за дії стимулятора росту 6-бензиладеніну [24]. Аналогічні результати зафіксовані у рослин маку олійного після обробки емістимом С та трептолемом [19]. Разом з тим у рослин соняшника трептолем практично не змінював товщину хлоренхіми, а ретардант хлормекватхлорид достовірно її потовщував з одночасним збільшенням об'єму клітин стовпчастої паренхіми [16].

Результати наших досліджень свідчать, що більшість регуляторів росту рослин незалежно від механізму їх дії потовщували листові пластинки рослин баклажанів унаслідок розростання клітин основної фотосинтетичної тканини — хлоренхіми (табл. 2). Найбільше асиміляційна паренхіма потовщувалася порівняно з контрольним варіантом за дії ГК₃ (на 50 %), EW-250 (на 21 %) та 6-БАП (на 18 %). Істотне потовщення хлоренхіми відбувалося також під впливом 1-НОК (на 13 %), ССС-750 (на 11 %). Після обробки 2-ХЕФК цей показник практично не змінювався порівняно з контрольним. За дії ГК₃ зростали також товщини верхнього і нижнього епідермісу. Обробка іншими препаратами зменшувала або достовірно не змінювала товщину обох епідермісів листків баклажанів.

Стимулятори росту ГК₃, 6-БАП та ретарданти EW-250, ССС-750 збільшували об'єм клітин стовпчастої паренхіми відповідно на 22 і 16 та 26 і 27 %. Інші препарати зменшували або практично не змінювали цей показник. Розміри клітин губчастої паренхіми мали тенденцію до зростання лише після застосування 6-БАП. За дії інших препаратів вони практично не змінювалися.

Ми встановили, що стимулятори росту 1-НОК, ГК₃ практично не змінювали кількість клітин епідермісу на одиницю площі абаксіальної поверхні листка і зменшували кількість продохів, а 6-БАП та інгібітори гібереліну достовірно збільшували як кількість клітин епідермісу, так і кількість продохів. Усі регулятори росту, крім 1-НОК, достовірно збільшували площу продохів. За дії ретарданту ССС-750 кількість продохів достовірно зменшувалася, але їх площа зростала. При цьому сумарна площа продохової поверхні збільшувалася за дії цитокінінового стимулятора 6-БАП, етиленпродуцента 2-ХЕФК та триазолпохідного ретарданту EW-250.

Відомо, що продуктивність рослин залежить не тільки від особливостей будови фотосинтетичного апарату, а й є сукупним виявом цілої низки фізіологічних процесів, серед яких важливим є співвідношення дихання і фотосинтезу в онтогенезі окремих органів і рослини в цілому [31, 32].

Отримані нами результати вимірювань інтенсивності газообміну листків баклажанів за обробки регуляторами росту свідчать, що наприкінці фази цвітіння лише ССС-750 достовірно збільшував інтенсивність фотосинтезу (табл. 3). Разом з тим у фазу початку формування плодів стимулятори росту 1-НОК, 6-БАП та всі інгібітори гібереліну посилювали процес фотосинтезу в розрахунку на одиницю площі листової поверхні. Найбільше підвищували інтенсивність фотосинтезу препарати 6-БАП (у 2,4 раза) та EW-250 (у 2,1 раза). Менш істотним було зростання цього показника після обробки 1-НОК (на 41 %) і 2-ХЕФК (на 56 %), спостерігали лише тенденцію до його підвищення після застосування ССС-750 (на 12 %).

ТАБЛИЦЯ 2. Вплив регуляторів росту на мезоструктурні показники листків рослин баклажанів сорту Алмаз у фазу початку формування плодів ($n = 35, x \pm SD$)

Показник	Контроль	1-НОК	ГК ₃	6-БАП	2-ХЕФК	EW-250	ССС-750
Товщина верхнього епідермісу, мкм	33,79±0,90	23,57±0,47*	41,87±0,47*	21,43±0,33*	26,13±0,35*	26,13±0,54*	14,88±0,25*
Товщина хлоренхіми, мкм	153,98±2,45	174,21±1,09*	230,83±1,09*	181,59±1,49*	142,42±3,68*	185,89±1,95*	170,75±2,20*
Товщина нижнього епідермісу, мкм	21,69±0,56	32,35±0,40*	35,58±0,40*	11,82±0,31*	18,78±0,84*	13,35±0,43*	13,03±0,35*
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, 10 ² мкм ³	162,08±6,82	115,28±5,59*	297,20±13,11*	188,10±8,49*	149,41±6,13	203,70±10,61*	206,52±10,56*
Довжина клітин губчастої паренхіми, мкм	23,02±0,55	28,06±0,71*	22,79±0,71	26,59±0,59	18,61±0,41*	18,38±0,36*	18,77±0,43*
Ширина клітин губчастої паренхіми, мкм	9,70±0,37	17,08±0,19*	17,08±0,19*	22,55±0,64*	16,74±0,39*	16,37±0,39*	15,01±0,35*
Кількість клітин епідермісу, шт/мм ² поверхні листка	583,45±18,26	576,50±15,75	534,83±15,75*	982,44±19,42*	1015,63±22,41*	1072,74±16,39*	1217,06±18,10*
Кількість клітин продихів, шт/мм ² поверхні листка	128,88±13,34	68,69±3,34*	98,01±4,63*	259,31±9,75*	227,67±9,14*	166,70±11,89*	77,50±2,51*
Площа клітин продихів, мкм ²	163,96±2,71	165,27±2,61	178,32±2,78*	175,98±6,81*	212,50±11,89*	190,12±3,81*	189,76±6,78*
Площа продихової поверхні, 10 ² мкм ² /мм ²	211,31±0,36	113,52±0,08*	174,77±0,13*	456,33±0,66*	483,80±1,09*	316,95±0,45*	147,08±0,17*

Практично всі регулятори росту одночасно з інтенсифікацією фотосинтетичних процесів посилювали фотодихання (див. табл. 3). З одного боку, це можна пояснити тим, що фотосинтетична асиміляція CO₂ і фотодихання є виявом відповідно карбоксилазної та оксигеназної активності одного й того самого ферменту — РБФК/О. Відомо, що співвідношення між цими активностями досить сталі і можуть змінюватися лише за значних відхилень зовнішніх або внутрішніх чинників від оптимальних значень [33], наприклад, за кількаразового збільшення або зменшення концентрації CO₂ чи за умов жорсткої посухи, коли процес фотосинтезу гальмується внаслідок закриття продихів [31, 33]. З іншого боку, викладені вище результати свідчать, що обробка рослин баклажанів регуляторами росту здебільшого сприяла підвищенню потужності фотосинтетичного апарату на тканинному й органному рівнях, а також цілої рослини, що безсумнівно мало б збільшити її забезпеченість асимілятами, насамперед вуглеводами, які, власне, є головним субстратом дихальних процесів. Це непрямо підтверджується достовірним посиленням інтенсивності темнового дихання за обробки рослин регуляторами росту протягом обох досліджених фаз розвитку (див. табл. 3).

Інтенсивність транспірації на початку фази формування плодів була більшою порівняно з контрольними показниками у рослин, оброблених 6-БАП (на 35 %) та EW-250 (на 45 %) (див. табл. 3). За дії інших препаратів вона виявляла тенденцію до зни-

ТАБЛИЦЯ 3. Вплив регуляторів росту на інтенсивність фотосинтезу, фото- і темнового дихання листків баклажанів сорту Дімаз у фазі кінця цвітіння (1) та початок формування плодів (2) (n = 3, x ± SD)

Варіант досліджу	Фотосинтез, мг CO ₂ /(дм ² ·год)		Фотодихання, мг CO ₂ /(дм ² ·год)		Темнове дихання, мг CO ₂ /(дм ² ·год)		Транспірація, г H ₂ O/(дм ² ·год)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	14,5±0,6	9,8±0,4	1,30±0,04	1,05±0,03	0,51±0,02	0,8±0,04	1,62±0,07	1,54±0,07
1-НОК	14,3±0,6	13,8±0,6*	1,51±0,05*	2,07±0,06*	0,82±0,04*	1,0±0,05*	1,77±0,08	1,46±0,06
ГК ₃	14,8±0,5	8,3±0,3*	1,32±0,05	2,31±0,07*	0,81±0,04*	1,3±0,05*	1,31±0,06*	1,16±0,05*
6-БАП	15,0±0,6	23,0±1,0*	1,84±0,07*	2,54±0,09*	0,83±0,04*	2,8±0,09*	1,85±0,09	2,08±0,08*
EW-250	12,0±0,5*	21,0±0,9*	1,11±0,03*	2,33±0,08*	0,84±0,04*	2,5±0,08*	1,06±0,05*	2,23±0,09*
ССС-750	17,5±0,7*	11,0±0,4	2,32±0,08*	2,52±0,09*	1,31±0,06*	1,8±0,06*	1,10±0,05*	1,31±0,06
2-ХЕФК	—	15,3±0,7*	—	2,05±0,06*	—	1,5±0,05*	—	1,39±0,06

ТАБЛИЦЯ 4. Вплив регуляторів росту на елементи продуктивності рослин баклажанів сорту Алмаз ($n = 10$, $x \pm SD$)

Показник	Контроль	1-НОК	ГК ₃	6-БАП	2-ХЕФК	EW-250	ССС-750
Кількість квіток на рослині, шт.	3,32±0,15	4,14±0,18*	5,05±0,21*	6,67±0,28*	2,41±0,11*	5,03±0,22*	4,14±0,18*
Довжина плодів, см	12,14±0,47	13,83±0,54*	13,89±0,56*	14,18±0,61*	11,85±0,42	15,81±0,59*	13,28±0,57
Діаметр плодів, см	3,74±0,13	4,11±0,16	4,32±0,18*	4,75±0,21*	3,28±0,12*	4,88±0,22*	4,14±0,17
Середня маса одного плоду, г	104,11±5,01	118,75±5,28	122,07±5,57*	125,67±5,99*	98,17±4,36	132,29±5,98*	112,32±5,12
Кількість плодів на рослині, шт.	2,28±0,11	2,94±0,14*	2,89±0,14*	3,12±0,17*	2,11±0,12	3,32±0,16*	2,54±0,16
Маса плодів з однієї рослини, г	237,37±11,12	349,13±16,37*	352,78±16,78*	392,09±18,81*	207,14±9,96	439,21±19,97*	285,28±12,88*

ження (1-НОК, ССС-750 2-ХЕФК) або достовірно знижувалася (ГК₃).

Слід зазначити, що стимуляція інтенсивності фотосинтезу препаратами ауксинової й, особливо, цитокінінової природи [34] є досить очікуваним ефектом, добре відомим із літератури та спеціальних коментарів не потребує. Щодо зниження інтенсивності фотосинтезу в рослин, оброблених ГК₃, то цей препарат був єдиним, за дії якого в наших дослідках вміст хлорофілу в листовій тканині зменшувався порівняно з контролем (див. рис. 4). Логічно припустити, що надмірне збільшення об'єму клітин стовпчастої паренхіми під впливом цього препарату (див. табл. 2) не супроводжувалось відповідним зростанням кількості хлоропластів у них, що й призвело до «розбавлення» кількості хлорофілу в розрахунку на одиницю маси листка. Товщина хлоренхіми в цьому варіанті також була істотно вищою не тільки порівняно з контролем, а й з іншими варіантами дослідження світла до нижніх шарів мезофілу, що, з урахуванням зниженого вмісту хлорофілу, негативно позначилося на інтенсивності фотосинтезу. Водночас обробка рослин ретардантами, як правило, приводила, до підвищення вмісту хлорофілу (див. рис. 4), що разом із відповідними змінами мезоструктури листка сприяло зростанню інтенсивності фотосинтезу.

Аналізом елементів господарської продуктивності рослин баклажанів виявлено, що всі стимулятори росту збільшували кількість плодів на рослині порівняно з контролем, особливо 6-БАП (на 37 %) (табл. 4). Серед варіантів з обробкою ретардантами найліпшим за цим показником було застосування EW-250 (збільшення на 46 %). У варіанті з обробкою ССС-750 підвищення було недостовірним, а в разі застосування 2-ХЕФК навіть спостерігалась тенденція до зменшення кількості плодів.

Усі регулятори росту, окрім 2-ХЕФК, збільшували діаметр плодів баклажанів та

їх довжину, відповідно зростала середня маса одного плоду. Найвищі показники середньої маси плодів зафіксовано після застосування EW-250 і 6-БАП, де їх зростання порівняно з контролем становило відповідно 27 і 21 %. Після обробки рослин 2-ХЕФК маса плодів неістотно знизилась (на 6 %). У результаті найбільшу господарську продуктивність рослин баклажанів було отримано у варіантах з обробкою EW-250 (перевищення контрольного показника на 85 %) і 6-БАП (на 65 %). Лише за дії 2-ХЕФК продуктивність баклажанів практично не змінилася.

Цікаво, що приріст продуктивності рослин отримали як при застосуванні стимулятора росту, так і ретарданту. Це пояснюється функціонуванням у рослинному організмі широкої сітки регуляторних і сигнальних механізмів, вплив на окремі ланки якої може призводити до подібних результатів. У разі застосування стимулятора росту цитокінінової природи — це стимуляція поділу клітин, інтенсифікація фотосинтезу, затримання старіння, що підвищує забезпеченість рослин асимілятами, збільшує їх масу, і за умови сталого $K_{\text{госп}}$ приводить до збільшення маси плодів. У разі застосування ретарданту обмежується ріст вегетативних частин рослини, проте поліпшується мезоструктура листків і зростає вміст у них хлорофілу, що сприяє інтенсифікації асиміляції CO_2 одиницею площі листової поверхні. В результаті також підвищується забезпеченість рослини асимілятами, які за умов обмеження росту вегетативних частин перерозподіляються в донорно-акцепторній системі рослини на користь плодів. Із погляду фізіології цей шлях видається більш раціональним.

Відсутність позитивного результату від обробки етиленпродуцентом можна пояснити пришвидшенням старіння рослини за цих умов, що нівелювало його ефект як ретарданту, оскільки скоротило тривалість функціонування фотосинтетичного апарату та наливання плодів.

Отже, застосування регуляторів росту з різним механізмом дії на рослинах баклажана в умовах ґрунтової культури змінювало швидкість ростових процесів, впливало на будову листків, спричинювало зміни в донорно-акцепторній системі рослин і функціонуванні фотосинтетичного апарату. Здебільшого (крім застосування етиленпродуценту) це сприяло підвищенню продуктивності культури. Найефективнішими виявилися триазолпохідний ретардант тебуконазол і цитокініновий стимулятор росту 6-БАП.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун В.В., Яворська В.К., Драгавоз І.В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. *Фізіологія і біохімія культ. рослин*. 2002. **34**, № 5. С. 371—375.
2. Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.
3. Кур'ята В.Г. Ретарданти — модифікатори гормонального статусу рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Т. 1. Київ: Логос, 2009. С. 565—589.

4. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. Киев: Логос, 2004. 191 с.
5. Кур'ята В.Г., Шевчук О.А., Кірізій Д.А., Гуляев Б.І. Структурно-функціональна організація листка цукрового буряка за дії ретардантів. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2002. **34**, № 1. С. 11–16.
6. Кур'ята І.В., Кірізій Д.А. Регуляція донорно-акцепторних відносин у системі депо асимілятів–ріст у проростків гарбуза під впливом гібереліну і хлормекватхлориду за умов ското- і фотоморфогенезу. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2008. **40**, № 5. С. 448–456.
7. Poprotska I.V., Kuryata V.G., Polyvani S.V., Golunova L.A., Prysedsky Y.G.. Effect of gibberellin and retardants on the germination of seeds with different types of reserve substances under the conditions of skoto- and photomorphogenesis. *Biologija*. 2019. **65**, № 4. С. 296–307.
8. Ткачук О.О. Вплив паклобутразолу на анатомо-морфологічні показники рослин картоплі. *Наук. вісник Східноєвропейського нац. ун-ту імені Лесі Українки*. 2015. № 2. С. 47–50.
9. Рогач В.В., Кравець О.О., Буйна О.І., Кур'ята В.Г. Динаміка накопичення і перерозподілу різних форм вуглеводів та азоту в органах рослин томатів за дії ретардантів. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. **9** (2). С. 293–299.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Казаков Є.О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 272 с.
12. Мокроносів А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1978. **61**, № 3. С. 119–131.
13. Кур'ята В.Г. Действие ретардантов на мезоструктуру листьев малины. *Физиология и биохимия культ. растений*. 1998. **30**, № 2. С. 144–149.
14. Гавриленко В.Ф., Ладьгина М.Е., Хандобина М.Н. Большой практикум по физиологии растений. Москва: Высш. шк., 1975. 392 с.
15. Фотосинтез и биопроductивность: методы определения: Мокроносів А.Т., Ковалев А.Г. (ред). Москва: Агропромиздат, 1989. 460 с.
16. Рогач Т.І. Вплив суміші хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез та продуктивність соняшнику. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2012. Вип. 1 (57). С. 121–127.
17. Kasem M.M., Abd El-Baset M.M. Studying the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *J. of Plant Sci*. 2015. **3** (5). P. 255–258. <https://doi.org/10.11648/j.jps.20150305.12>
18. Sugiura D., Sawakami K., Kojim M., Sakakibara H., Terashima I., Tateno M. Roles of gibberellins and cytokinins in regulation of morphological and physiological traits in *Polygonum cuspidatum* responding to light and nitrogen availabilities. *Functional Plant Biol*. 2015. **42** (4). P. 397–409. <https://doi.org/10.1071/FP14212>
19. Поливаний С.В. Анатомо-морфологічні особливості будови листкового апарату рослин маку олійного за дії стимуляторів росту. *Наукові записки Тернопільського нац. педагог. ун-ту імені В. Гнатюка. Сер. Біологія*. 2018. № 3–4. С. 21–27.
20. Ходаніцька О.О., Кур'ята В.Г. Вплив трептолему на насінневу продуктивність і якісні характеристики льону олійного. *Корми і кормовиробництво*. 2011. **70**. С. 54–59.
21. Yan Y., Wan Y., Liu W., Wang X., Yong T., Yang W. Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system. *Plant Production Sci*. 2015. **18** (3). P. 295–301. <https://doi.org/10.1626/ppp.18.295>
22. Рогач Т.І. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему: Автореф. дис.... канд. с.-г. наук. Уманський педагогічний університет. Умань, 2011. 22 с.
23. Рогач В.В. Вплив ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку озимого: Автореф. дис.... канд. біол. наук. ІФРГ НАН України. Київ, 2009. 20 с.
24. Ren B., Zhang J., Dong S., Liu P., Zhao B. Regulations of 6-benzyladenine (6-BA) on leaf ultrastructure and photosynthetic characteristics of waterlogged summer maize.

- J. of Plant Growth Regul.* 2017. 36 (3). P. 743–754. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9677-7>
25. Rai R.K., Tripathi N., Gautam D., Singh P. Exogenous application of ethrel and gibberellic acid stimulates physiological growth of late planted sugarcane with short growth period in sub-tropical India. *J. of Plant Growth Regul.* 2017. 36 (2). P. 472–486. <https://doi.org/10.1007/s00344-016-9655-5>
 26. Zhao H., Cao H., Ming-Zhen P., Sun Y., Liu T. The role of plant growth regulators in a plant aphid parasitoid tritrophic system. *J. of Plant Growth Regul.* 2017. 36 (4). P. 868–876. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9689-3>
 27. Yooyongwech S., Samphumphuang T., Tisarum R., Theerawitaya C., Chaum S. Water-deficit tolerance in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) by foliar application of paclobutrazol: role of soluble sugar and free proline. *Frontiers in Plant Sci.* 2017. 8, 1400 p. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01400>
 28. Mohammad N.K., Mohammad F. Effect of GA₃, N and P ameliorate growth, seed and fibre yield by enhancing photosynthetic capacity and carbonic anhydrase activity of linseed. *Integrative Agriculture.* 2013. 12 (7). P. 1183–1194. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60443-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60443-8)
 29. Luo Y., Yang D., Yin Y., Cui Z., Li Y., Chen J., Zheng M., Wang Y., Pang D., Li Y., Wang Z. Effects of exogenous 6-BA and nitrogen fertilizers with varied rates on function and fluorescence characteristics of wheat leaves post anthesis. *Scientia Agricultura Sinica.* 2016. 49 (6). P. 1060–1083. <https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2016.06.004>
 30. Xiaotao D., Yuping J., Hong W., Haijun J., Hongmei Z., Chunhong C., Jizhu Y. Effects of cytokinin on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence parameters, antioxidative system and carbohydrate accumulation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under low light. *Acta Physiologiae Plantarum.* 2013. 35 (5). P. 1427–1438. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1182-9>
 31. Киризий Д.А., Стасик О.О., Прядкина Г.А., Шадчина Т.М. Фотосинтез. Т. 2. Ассимиляция CO₂ и механизмы ее регуляции. Киев: Логос, 2014. 480 с.
 32. Стасик О.О., Киризий Д.А., Прядкина Г.А. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений. *Физиология растений и генетика.* 2016. 48, № 3. С. 232–251.
 33. Стасик О.О. Фотодыхание: метаболизм и физиологическая роль. *Современные проблемы фотосинтеза.* Т. 2, Москва—Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2014. С. 505–535.
 34. Веденичова Н.П., Косаківська І.В. Цитокиніни в онтогенезі і адаптації злаків. *Фізіологія рослин і генетика.* 2020. 52, № 1. С. 3–30.

Отримано 10.02.2020

REFERENCES

1. Morgun, V.V., Yavorska, V.K. & Dragovoz, I.V. (2002). The problem of growth regulators in the world and its solution in Ukraine. *Fiziologia i biokhimiya kult. rastenij*, 34, No. 5, pp. 371-375 [in Ukrainian].
2. Gritsaenko, Z.M., Ponomarenko, S.P., Karpenko, V.P. & Leontyuk, I.B. (2008). Biologically active substances in crop production. Kyiv: Nichlava [in Ukrainian].
3. Kuryata, V.G. (2009). Retardants are modifiers of the hormonal status of plants. In *Fiziolohiya roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku*, 1, pp. 565-589. Kyiv: Logos [in Ukrainian].
4. Kiriziy, D.A. (2004). Photosynthesis and plant growth in the aspect of source-sink relationships. Kyiv: Logos [in Russian].
5. Kuryata, V.G., Shevchuk, O.A., Kiriziy, D.A. & Gulyaev, B.I. (2002). Structural and functional organization of sugar beet leaf under the action of retardants, 34, No. 1, pp. 11-16 [in Ukrainian].
6. Kuryata, I.V. & Kiriziy, D.A. (2008). Regulation of source-sink relations in the system assimilate depot-growth in pumpkin seedlings by the influence of gibberellin and chlormequat chloride under conditions of skoto- and photomorphogenesis. *Fiziologia i biokhimiya kult. rastenij*, 40, No. 5, pp. 448-456 [in Ukrainian].

7. Poprotska, I.V., Kuryata, V.G., Polyvanyi, S.V., Golunova, L.A. & Prysedsky, Y.G. (2019). Effect of gibberellin and retardants on the germination of seeds with different types of reserve substances under the conditions of skoto- and photomorphogenesis. *Biologija*, 65, No. 4, pp. 296-307.
8. Tkachuk, O.O. (2015). Effect of paclobutrazole on anatomical and morphological parameters of potato plants. *Naukovyy visnyk Skhidnoyevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrayinky*, No. 2, pp. 47-50 [in Ukrainian].
9. Rogach, V.V., Kravets, O.V., Buinaya, O.I. & Kuryata, V.G. (2018). Dynamics of accumulation and redistribution of different forms of carbohydrates and nitrogen in organs of tomato plants under the action of retardants. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9, No. 2, pp. 293-299 [in Ukrainian].
10. Dospekhov, B.A. *Methods of field experiment* (1985). Moscow: Agropromizdat [in Russian].
11. Kazakov, E.A. (2000). *Methodological bases of the experiment on plant physiology*. Kyiv: Phytosociocenter [in Ukrainian].
12. Mokronosov, A.T. & Borzenkova, R.A. (1978). Methods for quantitative assessment of the structure and functional activity of photosynthetic tissues and organs. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*, 61, No. 3, pp. 119-131 [in Russian].
13. Kuryata, V.G. (1998). The effect of retardants on the mesostructure of raspberry leaves. *Fiziologia i biokhimiya kult. rastenij*, 30, No. 2, pp. 144-149 [in Russian].
14. Gavrilenko, V.F., Ladygina, M.E. & Handobina, M.N. (1975). *Great workshop on plant physiology*. Moscow: Vysshaya shkola [in Russian].
15. Mokronosov, A.T. & Kovalev, A.G. (Eds.). (1989). *Photosynthesis and Bioproductivity: Methods of Determination*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
16. Rogach, T.I. (2012). Influence of a mixture of chloromethochloride and treptolem on the morphogenesis and productivity of sunflower. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU, Ser. Silskohospodarski nauky*, Iss. 1 (57), pp. 121-127 [in Ukrainian].
17. Kasem, M.M. & Abd El-Baset, M.M. (2015). Studing the influence of some growth retardants as a chemical mower on ryegrass (*Lolium perenne* L.). *J. of Plant Sci.*, 3, No. 5, pp. 255-258. <https://doi.org/10.11648/j.jps.20150305.12>
18. Sugiura, D., Sawakami, K., Kojim, M., Sakakibara, H., Terashima, I. & Tateno, M. (2015). Roles of gibberellins and cytokinins in regulation of morphological and physiological traits in *Polygonum cuspidatum* responding to light and nitrogen availabilities. *Functional Plant Biol.*, 42, No. 4, pp. 397-409. <https://doi.org/10.1071/FP14212>
19. Polyvanyi, S.V. (2018). Anatomical and morphological features of the poppy plants leaf apparatus structure under the action of growth promoters. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni V. Hnatyuka. Ser. Biolohiya*, No. 3-4, pp. 21-27 [in Ukrainian].
20. Khodanitska, O. O. & Kuryata, V. G. (2011). The effect of treptolem on seed yield and quality characteristics of flax seed oil. *Kormy i kormovyrobnyctvo*, No. 70, pp. 54-59 [in Ukrainian].
21. Yan, Y., Wan, Y., Liu, W., Wang, X., Yong, T. & Yang, W. (2015). Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relay strip intercropping system. *Plant Production Science*, 18, No. 3, pp. 295-301. <https://doi.org/10.1626/pp.18.295>
22. Rogach, T.I. (2011). *Physiological bases of regulation of morphogenesis and productivity of sunflower by means of chlormequat chloride and treptolem* (Unpublished candidate thesis). Uman Pedagogical University, Uman, Ukraine [in Ukrainian].
23. Rogach, V.V. (2009). *Influence of retardants on morphogenesis, productivity and composition of higher fatty acids of winter rapeseed oil* (Unpublished candidate thesis). Institute of Plant Physiology and Genetics, Kyiv, Ukraine [in Ukrainian].
24. Ren, B., Zhang, J., Dong, S., Liu, P. & Zhao, B. (2017). Regulations of 6-benzyladenine (6-BA) on leaf ultrastructure and photosynthetic characteristics of waterlogged summer maize. *J. of Plant Growth Regul.*, 36, No. 3, pp. 743-754. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9677-7>
25. Rai, R.K., Tripathi, N., Gautam, D. & Singh, P. (2017). Exogenous application of ethrel and gibberellic acid stimulates physiological growth of late planted sugarcane with short growth period in sub-tropical India. *J. of Plant Growth Regul.*, 36, No. 2, pp. 472-486. <https://doi.org/10.1007/s00344-016-9655-5>

26. Zhao, H., Cao, H., Ming-Zhen, P., Sun, Y. & Liu, T. (2017). The role of plant growth regulators in a plant aphid parasitoid tritrophic system. *J. of Plant Growth Regul.*, 36, No. 4, pp. 868-876. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9689-3>
27. Yooyongwech, S., Samphumphuang, T., Tisarum, R., Theerawitaya, C. & Chaum, S. (2017). Water-deficit tolerance in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) by foliar application of paclobutrazol: role of soluble sugar and free proline. *Frontiers in Plant Sci.*, 8, 1400 p. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01400>
28. Mohammad, N.K. & Mohammad, F. (2013). Effect of GA₃, N and P ameliorate growth, seed and fibre yield by enhancing photosynthetic capacity and carbonic anhydrase activity of linseed. *Integrative Agriculture*, 12, No. 7, pp. 1183-1194. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60443-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60443-8)
29. Luo, Y., Yang, D., Yin, Y., Cui, Z., Li, Y., Chen, J., Zheng, M., Wang, Y., Pang, D., Li, Y. & Wang, Z. (2016). Effects of exogenous 6-BA and nitrogen fertilizers with varied rates on function and fluorescence characteristics of wheat leaves post anthesis. *Scientia Agricultura Sinica*, 49, No. 6, pp. 1060-1083. <https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2016.06.004>
30. Xiaotao, D., Yuping, J., Hong, W., Haijun, J., Hongmei, Z., Chunhong, C. & Jizhu, Y. (2013). Effects of cytokinin on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence parameters, antioxidative system and carbohydrate accumulation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under low light. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, No. 5, pp. 1427-1438. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1182-9>
31. Kiriziy, D.A., Stasik, O.O., Pryadkina, G.A. & Shadchina, T.M. (2014). Photosynthesis (Vol. 2) Assimilation of CO₂ and the mechanisms of its regulation. Kyiv: Logos [in Russian].
32. Stasik, O.O., Kiriziy, D.A. & Priadkina, G.O. (2016). Photosynthesis and crop productivity. *Fiziol. rast. genet.*, 48, No. 3, pp. 232-251 [in Russian].
33. Stasik, O.O. (2014). Photorespiration: metabolism and physiological role. In *Modern problems of photosynthesis* (Vol. 2, pp. 505-535), Moscow—Izhevsk: Institute of Computer Research [in Russian].
34. Vedenichova, N.P. & Kosakivska, I.V. (2020). Cytokinins in ontogeny and adaptation of cereals. *Fiziol. rast. genet.*, 52, No. 1, pp. 3-30 [in Ukrainian].

Received 10.02.2020

MORPHOGENESIS, PHOTOSYNTHESIS AND PRODUCTIVITY OF EGGPLANTS UNDER THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS WITH VARIOUS ACTION MECHANISMS

V.V. Rogach¹, D.A. Kiriziy², O.O. Stasik², T.I. Rogach¹

¹Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University
32 Ostrozhsky St., Vinnitsia, 21100, Ukraine
e-mail: rogachv@ukr.net

²Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

The peculiarities of growth processes, formation of leaf apparatus, its mesostructure and photosynthetic activity, as well as biological productivity of eggplants under the influence of synthetic analogues of the main growth-promoting hormones and retardants, which differ in mechanism of action, are investigated. Under the treatment by tebuconazole (EW-250) and 6-benzylaminopurine (6-BAP) the number of leaves per plant increased, and under chlormequat chloride (CCC-750) and esfon (2-chloroethylphosphonic acid) — decreased. All compounds except 2-chloroethylphosphonic acid increased the leaves fresh weight and caused thickening of the leaf blade due to the growth of chlorenchyma cells. Under the influence of retardants EW-250 and CCC-750, and growth-promoting substances 6-BAP and gibberellic acid (GA₃), the columnar parenchyma cells volume increased, with cell sizes of the spongy parenchyma practically unchanged. Under the influence of growth regulators the

stomatal apparatus of plants underwent changes. 1-Naphthyl acetic acid (1-NAA) and GA_3 did not change the number of cells of the lower epidermis per unit of abaxial leaf surface, but reduced the number of stomata, and 6-BAP and retardants significantly increased both the number of epidermal cells and the number of stomata. All growth regulators, except 1-NAA, significantly increased the stomatal area. All preparations except 2-chloroethylphosphonic acid increased the fresh weight of the stems and roots and the dry weight of the whole plant. All compounds except GA_3 increased the chlorophylls contents in the eggplant leaves while increasing the net assimilation rate. The highest chlorophyll content was revealed after treatment with EW-250, and the highest assimilation rate was under the influence of 6-BAP. All growth regulators have increased photorespiration and dark respiration. Transpiration activity increased the most after treatment with EW-250 and 6-BAP, and decreased the most after treatment with GA_3 . All growth promoters and retardants (except ethylene producer esfon) have been shown to increase crop productivity. The most effective was the use of the triazole derivative retardant tebuconazole and cytokinin growth promoter 6-BAP.

Key words: *Solanum melongena* L., growth promoters, retardants, morphogenesis, leaf apparatus, mesostructure, chlorophyll, photosynthesis, respiration, productivity.