

УДК 581.1:[582.930.3:661.162.66]

<https://doi.org/10.33989/2021.7.2.261545>**В.В. Рогач, О.С. Талалаєва, В.Г. Кур'ята, Т.І. Рогач**Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100, Українаe-mail: rogachv@ukr.net

ORCID 0000-0002-8916-8349

ORCID 0000-0002-2943-1598

ORCID 0000-0002-6763-8266

ORCID 0000-0002-7801-933X

ОСОБЛИВОСТІ МЕЗОСТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛИСТКА ТА АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ СТЕБЛА ТЮТЮНУ ЗА ДІЇ ІНГІБІТОРІВ РОСТУ

Рослини тютюну сорту Тернопільський 14 обробляли інгібіторами гібереліну 2-ХЕФК, EW-250 та ССС-750. Під впливом антигіберелінів потовщувалися листкові пластинки тютюну за рахунок розростання хлоренхіми. Найбільше зростання товщини листків встановлено після застосування 2-ХЕФК та EW-25. Ці самі препарати збільшували об'єм клітин стовпчастої паренхіми. Розміри клітин губчастої паренхіми за дії інгібіторів гібереліну достовірно зменшувалися. Встановлено, що ССС-750 збільшував кількість клітин епідермісу на одиницю абаксіальної поверхні листка, а 2-ХЕФК і EW-250 зменшували. Усі інгібітори росту зменшували кількість продихів та збільшували площу продихів. Усі препарати потоншували шар первинної перидерми, а ретарданти потовщували шар коленхіми. EW-250 збільшував розміри клітин склеренхімних волокон, тоді як інші препарати їх зменшували. Усі антигібереліни потовщували оболонки клітин склеренхіми. Етиленпродуцент збільшував товщину шару вторинної перидерми, а інші препарати цей показник зменшували. EW-250 збільшував, 2-ХЕФК зменшувала, а ССС-750 не змінював товщину шару ксилеми. Діаметр найбільших судин зменшувався за дії 2-ХЕФК та ССС-750 і не змінювався після обробки EW-250.

Ключові слова: *Nicotiana tabacum*; ретардант; етиленпродуцент; мезоструктура листків; анатомія стебла.

Вступ. Основним фотосинтетичним органом більшості рослин є листок. Від ефективності його функціонування залежать процеси росту, розвитку та біологічної продуктивності. Антигіберелінові препарати це сполуки, що здатні інгібувати лінійний ріст рослин та одночасно посилювати ріст бічних органів, в тому числі й листків. У літературних джерелах зустрічаються поодинокі дані про вплив інгібіторів гібереліну на мезоструктурну організацію листків та будову продихового апарату.

Зокрема, онієвий ретардант хлормекватхлорид потовщував листки сої за рахунок розростання хлоренхіми, збільшував об'єм клітин стовпчастої і практично не змінював розміри клітин губчастої паренхіми. За дії препарату також зростала кількість продихів на одиницю абаксіальної поверхні листка (Kuryata et al., 2019). Хлормекватхлорид також потовщував листки гірчиці білої за рахунок хлоренхіми. При цьому зростав об'єм клітин стовпчастої та розміри клітин губчастої паренхіми (Polyvani et al., 2020). Застосування ССС на культурі квасолі збільшувало об'єм клітин стовпчастої та розміри клітин губчастої паренхіми, що сукупно призводило до потовщення листкових пластинок (Shevchuk et al., 2020). Цей самий препарат потовщував листки маку олійного за рахунок розростання клітин хлоренхіми (Kuryata, & Polyvani, 2018b). Ретардант із групи триазолів – паклбутразол та етиленпродуцент – декстрел потовщували хлоренхіму в цукрового буряка, збільшували об'єм клітин стовпчастої і не змінювали розміри клітин губчастої паренхіми. Одночасно за дії препаратів зростала кількість продихів на одиницю площі листка та їх площа і зменшувалася площа клітин епідермісу. При цьому продиховий індекс листків не змінився (Shevchuk et al., 2019). Потовщення листкових пластинок спостерігалось за обробки рослин нарциса антигіберелінами – флурпиримідолом, паклбутразолом та есфоном (Demir, & Çelikel, 2019). Інший триазолпохідний ретардант – гексаконазол потовщував на 13-37% листки огірків (Kim, &

Hong, 2012). Застосування препарату цієї ж групи PP333 на рослинах моринги олійної у дозі 20 мг/л не впливало на товщину кутикули верхнього та нижнього епідермісу та власне самого епідермісу листка. Разом з тим, ретардант потовщував губчасту паренхіму листків, не змінюючи кількості її шарів, та стовпчасту паренхіму, збільшуючи довжину її клітин.

Разом з тим, застосування паклобутразолу у дозах 40, 60 та 80 мг/л і етиленпродуценту дамінозиду в дозах 2000, 4000, 6000 та 8000 мг/л практично не впливало на мезоструктурні показники листка троянди (Carvalho-Zanão et al., 2017).

Антигібереліни також впливали на анатомічну будову стебла культур, схильних до вилягання. Обробка рослин твердої озимої пшениці ретардантом модус (тринексапак-етил), збільшувала діаметр соломини за рахунок потовщення її стінки на 12%, зростання товщини хлорофілоносною паренхіми на 10-25%. Також відзначали збільшення кількості провідних пучків у первинній корі з 20 до 23 штук, а у паренхімі з 19 до 21 штук. Обробка препаратом збільшувала механічну міцність соломини за рахунок зростання діаметра склеренхіми на 21% та кількості рядів склеренхіми на 31% (Одинцова, & Дуктов, 2014). Разом з тим, триазол паклобутразол у дозі 20 мг/л не змінював діаметр судин, але збільшував їх кількість у судинно-волокнутому пучку у моринги олійної. Антигіберелін також потовщував стебло за рахунок зростання товщини кори, флоєми, камбіальної області та ксилеми за рахунок збільшення кількості рядів клітин та діаметра корку. Кількість судин ксилеми при застосуванні PP333 не змінювалася, але їхній діаметр зростав (Abou-shlell et al., 2017).

Таким чином, вплив антигіберелінових препаратів, що відрізняються за механізмом дії, на мезоструктурну організацію листка та анатомічну будову стебла сільськогосподарських культур потребує подальшого більш глибокого вивчення.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на насадженнях тютюну в СФГ «Бержан П.Г.» с. Горбанівка Вінницького району Вінницької області. Рослини сорту Тернопільський 14 обробляли у фазу 5 пар листків за допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex» інгібіторами гібереліну есфоном, тебуконазолом та хлормекватхлоридом. Рослини контрольного варіанта обприскували водопровідною водою. Забір матеріалу для вивчення мезоструктурної організації листка та анатомічної будови стебла проводили у фазу бутонізації. Для його консервації застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1%-го формаліну (Кур'ята, 1999). Визначення розмірів клітин, окремих тканин, органів, діаметра судин здійснювали за допомогою мікроскопа „Микмед-1” та окулярного мікрометра МОВ-1-15х. Для цього використовували часткову мацерацію тканин листка. Як мацеруючий агент було обрано 5%-й розчин оцтової кислоти в 2 моль/л хлоридної кислоти (Кур'ята, 1999). Для мезоструктурного аналізу відбирали листки одного віку та ярусу. Повторність мезоструктурних досліджень тридцяти п'ятиразова.

Результати обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.0. Застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (відмінності між середніми значеннями обчислювали за критерієм Стьюдента, їх вважали вірогідними за $P < 0,05$).

Результати та їх обговорення. Фотосинтетична та біологічна продуктивність рослинного організму в значній мірі залежить від мезоструктурної організації листка. За літературними даними обробка рослин інгібіторами росту у більшості випадків спричиняє зміни анатомічної будови листків. Зокрема, потовщення листків за рахунок асиміляційної паренхіми нами раніше спостерігалось у рослин томатів (Буйна, & Рогач, 2016), перців (Кур'ята, Рогач, & Кушнір, 2017) та FFFF та іншими дослідниками на культурах льону олійного (Кур'ята, & Ходаніцька, 2018a), маку олійного (Kuryata, & Polyvani, 2018b), соняшнику (Рогач, & Кур'ята, 2018).

Результати наших досліджень свідчать, що антигіберелінові препарати з різним механізмом дії суттєво впливали на мезоструктурну організацію листків тютюну сорту Тернопільський 14 (табл. 1). Зокрема, ретарданти практично не змінювали товщину клітин верхнього та нижнього епідермісів, а етиленпродуцент есфон їх збільшував. Есфон та тебуконазол потовщували листкові пластинки за рахунок клітин основної асиміляційної паренхіми. Най-

більш суттєве зростання товщини хлоренхіми було зафіксовано за дії етиленпродуценту (26%). Ретардант тебуконазол збільшував розміри асиміляційної паренхіми на 4%. Одночасно за дії есфону та тебуконазолу достовірно зростає об'єм клітин стовпчастої паренхіми (20 та 16%). Після застосування хлормекватхлориду цей показник суттєво зменшувався.

Таблиця 1

Вплив інгібіторів росту на мезоструктуру листків тютюну сорту Тернопільський 14

Показники	Контроль	2-ХЕФК	EW-250	ССС-750
Товщина верхнього епідермісу, мкм	22,65 ±0,45	*24,18 ±0,68	*17,44 ±0,28	21,34 ±0,52
Товщина хлоренхіми, мкм	172,44 ±3,02	*206,55 ±2,32	*178,54 ±1,01	*155,58 ±1,17
Товщина нижнього епідермісу, мкм	16,03 ±0,54	*23,76 ±0,37	16,38 ±0,37	16,72 ±0,47
Товщина листкової пластинки, мкм	211,12 ±3,01	*254,5 ±3,38	212,37 ±1,66	*193,62 ±2,15
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм ³	10322,78 ± 511,61	*12940,07 ±85,39	*11990,99 ±294,91	*6188,75 ±312,36
Довжина клітин губчастої паренхіми, мкм	24,93 ±0,49	*14,73 ±0,36	*13,68 ±0,26	*12,85 ±0,21
Ширина клітин губчастої паренхіми, мкм	21,98 ±0,44	*11,73 ±0,22	*10,63 ±0,22	*10,32 ±0,17
Кількість клітин епідермісу, шт. / мм ² абаксіальної поверхні листка	2162,45 ±22,53	*1551,22 ±26,86	*2011,19 ±21,32	*2325,29 ±28,82
Кількість продихів, шт. / мм ² абаксіальної поверхні листка	1071,97 ±15,21	*724,68 ±11,14	*787,19 ±15,65	*997,88 ±18,09
Площа клітин продихів, мкм ²	65,95 ±0,94	*72,98 ±1,34	*76,97 ±1,67	*74,81 ±1,43

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$.

Рістстимулятори достовірно зменшували розміри клітин губчастої паренхіми. Нами також встановлено, що есфон та тебуконазол знижували кількість клітин епідермісу та кількість продихів на одиницю абаксіальної поверхні листка, тоді як за дії хлормекватхлориду кількість клітин епідермісу зростала, а кількість продихів зменшувалася. Усі інгібітори росту достовірно збільшували площу продихових клітин.

Таким чином, потовщення листкових пластинок за рахунок розростання шару клітин хлоренхіми та збільшення об'єму клітин стовпчастої паренхіми може створювати передумови для підвищення фотосинтетичної активності рослин і сприяти підвищенню біологічної продуктивності культури тютюну. Зменшення кількості та збільшення площі продихів може бути передумовою зниження випаровування води із рослини, чим підвищити її стійкість до нестачі вологи в посушливих умовах вегетації. Разом з тим, зменшення продихової поверхні є лімітуючим фактором стосовно надходження до листка вуглекислого газу, що може сприяти уповільненню фотосинтетичних процесів у рослині.

Вилягання посівів тютюну є одним із визначальних факторів, що впливає на кількісні та якісні показники урожайності культури. Тому важливим є встановити вплив інгібіторів росту на товщину стебел та їх міцність і стійкість до вилягання. Поодинокі літературні джерела містять інформацію про підвищення стійкості культурних рослин до вилягання за дії ретардантів (Кур'ята, & Ходаніцька, 2018а), (Кур'ята, & Рогач, 2017). За результатами наших досліджень ретарданти тебуконазол та хлормекватхлорид потовщували шар механічної тканини – коленхіми на 44 та 37%, відповідно (табл. 2). Тебуконазол збільшував, хлормекватхлорид та есфон зменшували розміри клітин склеренхіми волокон. Товщина оболонки клітин склеренхіми достовірно зростала за дії усіх трьох інгібіторів гібереліну.

Ретарданти тебуконазол та хлормекватхлорид зменшували товщину шару вторинної перидерми стебла тютюну на 4 та 18%, відповідно, а етиленпродуцент есфон потовщував його на 13%.

Інгібітори гібереліну з різним механізмом дії по-різному впливали на ксилему стебла рослин тютюну. Есфон достовірно зменшував товщину шару ксилеми (23%) та діаметр найбільших судин (4%). Тебуконазол потовщував шар ксилеми (9%) та практично не змінював діаметр найбільших судин. Хлормекватхлорид не змінював товщину шару ксилеми та зменшував діаметр найбільших судин (10%).

Таблиця 2

Вплив стимуляторів росту на анатомічну будову стебла тютюну сорту Тернопільський 14

Варіант досліджу	Контроль	2-ХЕФК	EW-250	ССС-750
Товщина епідермісу, мкм	4,55 ±0,08	4,68 ±0,07	*6,12 ±0,10	*3,12 ±0,07
Товщина шару первинної перидерми, мкм	42,19 ±0,45	*33,54 ±0,51	*30,37 ±0,52	*30,76 ±0,87
Товщина шару коленхіми, мкм	71,32 ±1,02	69,40 ±0,89	*102,78 ±1,89	*97,45 ±1,97
Довжина клітин склеренхіми, мкм	31,63 ±0,71	*28,49 ±0,77	*45,18 ±1,67	*23,35 ±0,45
Ширина клітин склеренхіми, мкм	19,54 ±0,64	17,85 ±0,6	*31,72 ±1,65	*16,60 ±0,37
Товщина оболонки клітин склеренхіми, мкм	1,70 ±0,08	*2,35 ±0,10	*2,01 ±0,08	*3,92 ±0,09
Товщина шару вторинної перидерми, мкм	420,64 ±4,85	*476,09 ±7,40	*403,65 ±5,35	*346,21 ±6,86
Товщина шару ксилеми, мкм	372,41 ±4,15	*287,49 ±6,11	*406,91 ±6,58	377,67 ±7,93
Діаметр найбільших судин ксилеми, мкм	53,43 ±0,68	*51,23 ±0,75	54,42 1,03	*47,93 ±0,51

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$.

Збільшення товщини шару клітин первинної і вторинної перидерми та ксилеми, зростання розмірів клітин склеренхімних волокон й потовщення їх клітинних оболонок сприятиме підвищенню механічної міцності стебла та стійкості рослин до вилягання.

Висновки. За обробки рослин тютюну антигібереліновими препаратами потовщувалися листкові пластинки за рахунок розростання хлоренхіми, а саме клітин стовпчастої паренхіми, що може бути передумовою підвищення фотосинтетичної активності. За дії препаратів зростала товщина коленхіми, вторинної перидерми та ксилеми, збільшувалися розміри клітин склеренхімних волокон та потовщувалися їх клітинні стінки, що підвищувало стійкість рослин до вилягання.

Список використаної літератури:

- Буйна О. І., Рогач В. В. Вплив есфону та хлормекватхлориду на формування фотосинтетичного апарату та урожайність томатів. *Збірник наукових праць Подільського державного агротехнічного університету. Сільськогосподарські науки*. 2016. Вип. 24 (1). С. 18–25.
- Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... д-ра біолог. наук : 03.00.12. Київ, 1999. 318 с.
- Кур'ята В. Г., Рогач В. В., Кушнір О. В. Морфологічні особливості формування листового апарату перцю солодкого за дії гібереліну та фолікуру. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 2 (94). С. 86–92.
- Кур'ята В. Г., Ходаніцька О. О. Особливості анатомічної будови і функціонування листового апарату та продуктивність рослин льону олійного за дії хлормекватхлориду. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018a. Т. 8, № 1. С. 918–926. DOI: 10.15421/2018_294
- Одинцова А. Л., Дуктов В. П. Оценка влияния ретардантов на гистологическую структуру стебля яровой твердой пшеницы. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур* : сб. ст. по материалам III студенческой научно-практ. конф. (г. Горки, 19–20 февраля 2014 г.). Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. С. 112–116.
- Рогач Т. І., Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему : монографія. Вінниця : ТВОРИ, 2018. 139 с.

- Demir S., Çelikel F. G. Effects of plant growth regulators on the plant height and quantitative properties of *Narcissus tazetta*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2019. Vol. 43. P. 105–114. doi:10.3906/tar-1802-106.
- Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants / O. A. Shevchuk et al. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14. P. 104–106. DOI: 10.5281/zenodo.5077985
- Features of leaf photosynthetic apparatus of sugar beet under retardants treatment / O. A. Shevchuk et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9(1). P. 115–120.
- Impact of the foliar spray with benzyl adenine, paclobutrazol, algae extract, some mineral nutrients and lithovit on anatomical features of moringa olifera plant / M. K. Abou-shlell et al. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*. 2017. Vol. 51(1), P. 49–62.
- Kim T.-Y., Hong J.-H. Effects of Hexaconazole on Growth and Antioxidant Potential of Cucumber Seedlings under UV-B Radiation. *Journal of Environmental Science International*. 2012. Vol. 21(12). P. 1435–1447. doi:10.5322/JES.2012.21.12.1435
- Kuryata V. H., Polyvanyi S. V. Features of morphogenesis, donor-acceptor system formation and efficiency of crop production under chlormequat chloride treatment on poppy oil. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018b. Vol. 8(4), P. 165–174.
- Morphogenesis of mustard white under the action of the antigibberellic preparation chlormequat chloride / S. V. Polyvanyi et al. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14. P. 101–103. DOI: 10.5281/zenodo.5077891
- Production and leaf plasticity of rose plants sprayed with paclobutrazol and daminozide / M. P. Carvalho-Zanão et al. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 2017. Vol. 38, № 6. P. 3481–3490. DOI:10.5433/1679-0359.2017v38n6p3481
- Symbiotic nitrogen fixation of soybean-rhizobium complexes and productivity of soybean culture as affected by the retardant chlormequat chloride / V. G. Kuriata et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9(2). P. 5–13.
- The use of antigibberelins with different mechanisms of action on morphogenesis and production process regulation in the plant *Solanum melongena* (Solanaceae) / V. G. Kuriata et al. *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Seriâ Biologiâ, ekologiâ*. 2016. Vol. 24(1), P. 230–233. DOI: <https://doi.org/10.15421/011628>

V. V. Rohach, O. S. Talalayeva, V. G. Kuryata, T. I. Rohach

Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University

PECULIARITIES OF THE MESOSTRUCTURAL ORGANIZATION OF THE LEAF AND ANATOMICAL STRUCTURE OF THE TOBACCO STEM UNDER THE ACTION OF GROWTH INHIBITORS

Tobacco plants of Ternopil 14 variety were treated with gibberellin inhibitors 2-CEPA, EW-250 and CCC-750. Under the influence of antigibberellins, the leaf blades of tobacco thickened due to the growth of chlorenchyma. The greatest increase in leaf thickness was found after the use of 2-CEPA and EW-25. These same drugs increased the volume of the cells of the columnar parenchyma. The size of the cells of the spongy parenchyma under the action of gibberellin inhibitors was reduced significantly. CCC-750 was found to increase the number of epidermal cells per unit abaxial leaf surface, while 2-CEPA and EW-250 decreased. All growth inhibitors reduced the number of stomata and increased the area of the stomata. All drugs thickened the layer of the primary periderm, and retardants thickened the layer of the collenchyma. EW-250 increased the size of sclerenchymal fiber cells, while other drugs reduced them. All antigibberellins thickened the membranes of sclerenchyma cells. Ethylene producer increased the thickness of the layer of the secondary periderm, and other drugs reduced this figure. EW-250 increased, 2-CEPA decreased, and CCC-750 did not change the thickness of the xylem layer. The diameter of the largest vessels decreased with 2-CEPA and CCC-750 and did not change after treatment with EW-250.

Key words: *Nicotiana tabacum*; retardant; ethylene producer; mesostructure of leaves; stem anatomy.

References

- Abou-shlell, M. K., Abd el-dayem, H. M., Faten, H. M. Ismaeil, Abd el-aal, M. M., & El-Emary, F. A. (2017). Impact of the foliar spray with benzyl adenine, paclobutrazol, algae extract, some mineral nutrients and lithovit on anatomical features of moringa olifera plant. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 51(1), 49–62.
- Buyna, O. I., & Rogach, V. V. (2016). Vplyv esfonu ta khloremkvatkhlorydu na formuvannia fotosyntetychnoho aparatu ta urozhainist tomativ [Influence of esphone and chlormequatic chloride on photosynthetic apparatus formation and tomato yield]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrotekhnichnoho universytetu. Silskohospodarski nauky [Collection of scientific works of Podolsk State Agrotechnical University. Agricultural sciences*, 24(1), 18–25 [in Ukrainian].
- Carvalho-Zanão, M. P., Grossi, J. A. S., Júnior, L. A. Z., Ventrella, M. C., & Pereira, N. (2017). Production and leaf plasticity of rose plants sprayed with paclobutrazol and daminozide. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 38, 6, 3481–3490. doi:10.5433/1679-0359.2017v38n6p3481.
- Demir, S., & Çelikel, F. G. (2019). Effects of plant growth regulators on the plant height and quantitative properties of *Narcissus tazetta*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43, 105–114. doi:10.3906/tar-1802-106.
- Kim, T.-Y., & Hong, J.-H. (2012). Effects of Hexaconazole on Growth and Antioxidant Potential of Cucumber Seedlings under UV-B Radiation. *Journal of Environmental Science International*, 21(12), 1435–1447. doi:10.5322/JES.2012.21.12.1435.
- Kuriata, V. G., Rohach, V. V., Rohach, T. I., & Khranovska, T. V. (2016). The use of antigibberelins with different mechanisms of action on morphogenesis and production process regulation in the plant *Solanum melongena* (Solanaceae). *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Seriâ Biologiâ, ekologiâ*, 24(1), 230–233. DOI: <https://doi.org/10.15421/011628>

- Kuryata, V. G., & Khodanitska, O. O. (2018a). Osoblyvosti anatomichnoi budovy i funkcionuvannya lystkovoho aparatu ta produktyvnost roslin lonu oliinoho za dii khlormekvatkhlorydu [Features of anatomical structure, formation and functioning of leaf apparatus and productivity of linseed under chlormequatchloride treatment]. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 918-926. doi: 10.15421/2018_294 [in Ukrainian].
- Kuryata, V. G., Golunova, L. A., Poprotska, I. V., & Khodanitska, O. O. (2019). Symbiotic nitrogen fixation of soybean-rhizobium complexes and productivity of soybean culture as affected by the retardant chlormequat chloride. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 5-13.
- Kuryata, V. G., Rogach, V. V., & Kushnir, O. V. (2017). Morfofiziologichni osoblyvosti formuvannya lystkovoho aparatu pertsiu solodkoho za dii hiberelinu ta folikuru [Morphological features of leaf apparatus formation of sweet pepper under the influence of gibberelin and folicure]. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 2(94), 86-92 [in Ukrainian].
- Kuryata, V. H. (1999). *Fiziolo-hiokhimichni mekhanizmy dii retardantiv i etylenproducentiv na roslyny yahidnykh kultur* [Physiological and biochemical mechanisms of action of retardants and ethylene producers on berry crops] (Extended abstract of D. dissertation). Kyiv [in Ukrainian].
- Kuryata, V. H., & Polyvanyi, S. V. (2018b). Features of morphogenesis, donor-acceptor system formation and efficiency of crop production under chlormequat chloride treatment on poppy oil. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(4), 165-174.
- Odincova, A. L., & Duktov, V. P. (2014). Ocenka vlijanija retardantov na gistologicheskiju strukturu steblija jarovoj tvrdoj pshenicy [Evaluation of the effect of retardants on the histological structure of the spring durum wheat stem]. In *Tehnologicheskie aspekty vozdeľvanija sel'skohozjajstvennykh kul'tur* [Technological aspects of crop cultivation] : Collection of articles based on the materials of the III Student Scientific and Practical Conference (Gorki, 19-20 February, 2014) (pp. 112-116). Gorki: Belorusskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija, 190 [in Russian].
- Polyvanyi, S. V., Golunova, L. A., Baiurko, N. V., Khodanitska, O. O., Shevchuk, V. V., Rogach, T. I., Tkachuk, O. O., Zavalnyuk, O. L., & Shevchuk, O. A. (2020). Morphogenesis of mustard white under the action of the antigibberellic preparation chlormequat chloride. *Modern Phytomorphology*, 14, 101-103. doi: 10.5281/zenodo.5077891
- Rohach, T. I., & Kuryata, V. H. (2018). *Fiziologichni osnovy rehuljacji morfogenezu ta produktyvnosti sonjashnyku za dopomoghoju khlormekvatkhlorydu i treptolemu* [Physiological bases of adjusting of morphogenesis and productivity of sunflower by chlormequat-chloride and treptolem]. Vinnytsia [in Ukrainian].
- Shevchuk, O. A., Tkachuk, O. O., Kuryata, V. G., Khodanitska, O. O., & Polyvanyi, S. V. (2019). Features of leaf photosynthetic apparatus of sugar beet under retardants treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 115-120.
- Shevchuk, O. A., Kravets, O. O., Shevchuk, V. V., Khodanitska, O. O., Tkachuk, O. O., Golunova, L. A., Polyvanyi, S. V., Knyazyuk, O. V., & Zavalnyuk, O. L. (2020). Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants. *Modern Phytomorphology*, 14, 104-106. doi: 10.5281/zenodo.5077985

Отримано 18.11.2021