

УДК 581.1:[661.162.6:582.736.306]

<https://doi.org/10.33989/2021.7.2.261546>**Л.А. Голунова¹, В.Г. Кур'ята¹, І.В. Попроцька¹, С.Я. Кобак²**¹Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100, Україна²Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН,
проспект Юності, 16, Вінниця, 21100e-mail: monarda196@gmail.com

ORCID 0000-0002-5146-9824

ORCID 0000-0002-7801-933X

ORCID 0000-0003-4505-5817

ORCID 0000-0002-8747-4537

**ДІЯ ГІБЕРЕЛОВОЇ КИСЛОТИ І ТЕБУКОНАЗОЛУ НА
МОРФОГЕНЕЗ І ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН *CICER
ARIETINUM* L.**

Встановлено особливості дії регуляторів росту 0,005%-го гібереліну та ретарданту триазольного типу 0,05%-го тебуконазолу на морфогенез, формування мезоструктури та якість насіння у зв'язку з урожайністю культури нуту культурного середньостиглого сорту Тріумф. Виявлено, що застосування гібереліну сприяло збільшенню лінійних розмірів стебла та інгібіторну дію ретарданту тебуконазолу на цей показник. Обидва препарати сприяли посиленню галузнення стебла (формувався додаткові пагони другого та наступних порядків). За дії обох препаратів відбувалося збільшення площі листової поверхні та зростали показники чистої продуктивності фотосинтезу, подовжувалася тривалість функціонування сформованих листків. Збільшення фотосинтетичної активності одиниці площі листка визначалося формуванням більш ефективною мезоструктури, більшим об'ємом та лінійними розмірами клітин стовпчастої та губчастої асиміляційної паренхіми. При цьому встановлено, що гіберелін зменшував, а тебуконазол підвищував вміст хлорофілів в листках. Морфологічні та анатомічні зміни рослин нуту призводили до перебудови донорно-акцепторних відносин, оптимізації урожайності насіння. Показано позитивний вплив застосованих регуляторів росту на насінневу продуктивність рослин проти необробленого контролю. За дії препаратів відбувалися певні зміни якісного складу насіння - зменшення вмісту цукрів і крохмалю супроводжувалося зростанням вмісту олії та загального азоту, що є свідченням накопичення більшої кількості білків. Більш ефективним було застосування фолікуру.

Ключові слова: нут культурний (*Cicer arietinum* L.); гіберелін; тебуконазол; морфогенез; мезоструктура; продуктивність.

Вступ. Регуляція росту й розвитку рослин та донорно-акцепторних відносин для підвищення урожайності та якісних характеристик продукції рослинництва є однією із важливих в сьогоденні аграрного сектора. Пріоритетність якості продукції та стабільність продуктивності культур за польових умов вирощування вимагають пошуку і оптимізації складових, що їх формують. Широкий спектр хімічних препаратів з рістрегулюючою направленістю широко застосовується у практиці рослинництва. Так, доведено позитивний ефект цих препаратів на ряді сільськогосподарських культур (Кур'ята, & Поливаний, 2015; Рогач, Попроцька, & Кур'ята, 2016; Shevchuk et al., 2020). Разом з тим, застосування регуляторів росту на бобових культурах значно менш поширене (Mazid, & Naz, 2017; Голунова, 2020). Моніторинг літературних джерел з цього питання вказує, що на нуті регулятори росту застосовуються в переважній більшості для передпосівної обробки насіння з метою оптимізації врожаю (Бушулян, & Січкара, 2009; Гангур, Єремко, & Сокирко, 2017). При цьому, дані літератури щодо поліпшення продуктивності і якості насіння нуту за дії синтетичних регуляторів росту (інгібіторів та фітогормонів) є поодинокими та фрагментарними (Iqbal et al., 2001, Güler, 2010). Серед широкого різноманіття зернобобових культур нут є джерелом збалансованого за амінокислотним складом білка (який близький до ідеального білку ФАО), джерелом лікарської сировини та компонентом продуктивних ґрунтових екосистем й цінним попередником у сі-

возміні. Пріоритетність нуту як харчового продукту визначається до того ж високими смаковими та дієтичними характеристиками (Бушулян, & Січкара, 2009). В останні роки площі зайняті під нутом в Україні зростають мало, що пояснюється невисокою врожайністю та недостатньою вивченістю культури.

Тому дослідження особливостей росту й розвитку рослин нуту за дії регуляторів росту різноспрямованої дії у зв'язку з продуктивністю культури залишається актуальною проблемою рослинництва.

Матеріал та методи. Експериментальні дослідження закладалися на полях дослідного господарства «Бохоницьке» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця). Об'єктом вивчення слугувала бобова культура нуту (*Cicer arietinum* L.) вітчизняного сорту Триумф середньої групи стиглості. Ґрунти на ділянці дослідження – сірі лісові, середньосуглинкові. Насіння висівали у квітні (третя декада) у послідовному розташуванні ділянок, ширина міжрядь становила 45 см. Рослини нуту (у фазі бутонізації) обробляли водними розчинами 0,005%-ої гіберелової кислоти (ГК₃) та 0,05%-го ретарданту тебуконазолу (виробник – фірма Bayer CropScience AG, Німеччина). Обробка здійснювалася вранці оприскувачем ОП-2 до повного зволоження поверхні рослин. Рослини контрольного варіанту оброблялися водою. Морфометричні параметри - висоту рослин, кількість та площу листків, масу сирової речовини листків визначали у фазу зеленого бобу (Казаков, 2000). Вміст хлорофілів визначали спектрофотометрично на спектрофотометрі ULAB 102UV (Китай). Вміст цукрів і крохмалю визначали йодометрично. Азот – за методом Кельдаля, Вміст олії в насінні визначали екстракцією в апараті Сокслета петролейним ефіром з температурою кипіння 40-65°С. Рослинний матеріал фіксували та зберігали у суміші рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1% формаліну. Для анатомічного аналізу відбирали листки середнього ярусу. Розміри анатомічних елементів листка визначали на мікроскопі Микмед-1 (РФ) за допомогою окулярного мікрометра МОВ-1-15х(РФ). Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel 2010. Достовірність різниці показників контролю і досліду визначали за t-критерієм Стьюдента (Доспехов, 2011). В таблицях і на діаграмі представлені середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати та обговорення. Результати досліджень свідчать, що застосовані в роботі регулятори росту здійснювали типовий рістрегулюючий вплив на лінійний ріст рослин нуту. ГК₃ сприяв видовженню рослин, тоді як тебуконазол чинив ретардантний ефект. В період фізіологічної стиглості висота рослин нуту за дії ГК₃ становила 91,13±0,52 см, за дії тебуконазолу – 63,67±0,46 см проти – 77,28±0,41 см у контролі. Трансформація лінійних розмірів за варіантами досліду реалізувалася через різницю довжини міжвузлів.

Відомим є вплив регуляторів росту на фотосинтетичну продуктивність і організацію фотосинтетичного апарату, а саме площу листової поверхні рослин (Шадшина та ін., 2006). Отримані нами результати свідчать, що застосування ГК₃ було типовим, як і для інших культур (Кур'ята, & Поливаний, 2015; Shataluk & Kuryata, 2020). Збільшення лінійних розмірів стебла супроводжувалося посиленням галуження та зростанням площі поверхні листків (табл. 1). В досліді нами встановлено, що показники кількості та площі листків (на фазу зеленого бобу) були більшими за обох препаратів проти контрольних рослин, що обумовлено посиленням галуженням стебла та формуванням пагонів другого та наступних порядків. Найбільший ефект проявлявся за дії тебуконазолу (табл. 1).

У фотосинтетичній активності рослини значущу роль відіграє мезоструктурна організація листків. При дослідженні анатомічної будови листка виявлено зміни товщини основної фотосинтезуючої тканини - хлоренхіми. У дослідних варіантах збільшувався об'єм клітин стовпчастої і лінійні розміри клітин губчастої паренхіми листків, максимального значення показники набували за дії тебуконазолу.

Важливою характеристикою роботи фотосинтетичного апарату є вміст пігментів у листку. Нами встановлено, що вміст суми хлорофілів (a+b) у листках при обробці гібереліном

Анатомо-морфологічні та фізіологічні показники рослин нуту культурного за дії регуляторів росту (фазу зеленого бобу)

Варіант/показник	Контроль	Гіберелін, 0,005%	Тебуконазол, 0,05%
Кількість листків, шт.	38,17±0,26	61,83±0,44*	85,08±0,12*
Площа листків, см ²	576,72±0,13	748,64±0,18*	796,53±0,48*
Маса сирої речовини листків, г	4,40±0,18	11,06±0,16*	8,37±0,11*
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм ³	2987±0,63	3262±0,84*	3916±1,08*
Ширина клітин губчастої паренхіми, мк	26,81±0,17	29,26±0,34*	29,89±0,22*
Довжина клітин губчастої паренхіми, мк	27,67±2,24	29,35±3,28*	30,14±3,10*
Чиста продуктивність фотосинтезу, г/(м ² . добу)	2,81±0,23	3,03±0,42	4,22±0,36*
Сума хлорофілів (a+b), %	0,486±0,032	0,411±0,024	0,652±0,033*

Примітки: 1. * – різниця достовірна при P≤0,05.

зменшувався на противагу контрольному варіанту. Однак, через те, що у рослин варіанту з ГК₃ відбувалося формування більшої маси листків, вміст суми хлорофілів у перерахунку на одну рослину за дії препарату зростав. Дія ретарданту тебуконазолу інтенсифікувала накопичення пігментів. При цьому відмічено, що тривалість життя листків у варіанті із застосуванням триазольного препарату була більш пролонгованою проти контролю на 10-12 днів. Вплив гібереліну на цей показник знаходився в межах достовірності.

Урожайність культури є основним інтегруючим показником, який дає можливість оцінити ефективність препаратів та технологію вирощування в цілому. Збільшення кількості і площі листків, оптимізація мезоструктури та підвищення показників чистої продуктивності фотосинтезу за дії обох препаратів призводило до змін у продуктивності культури (рис. 1).

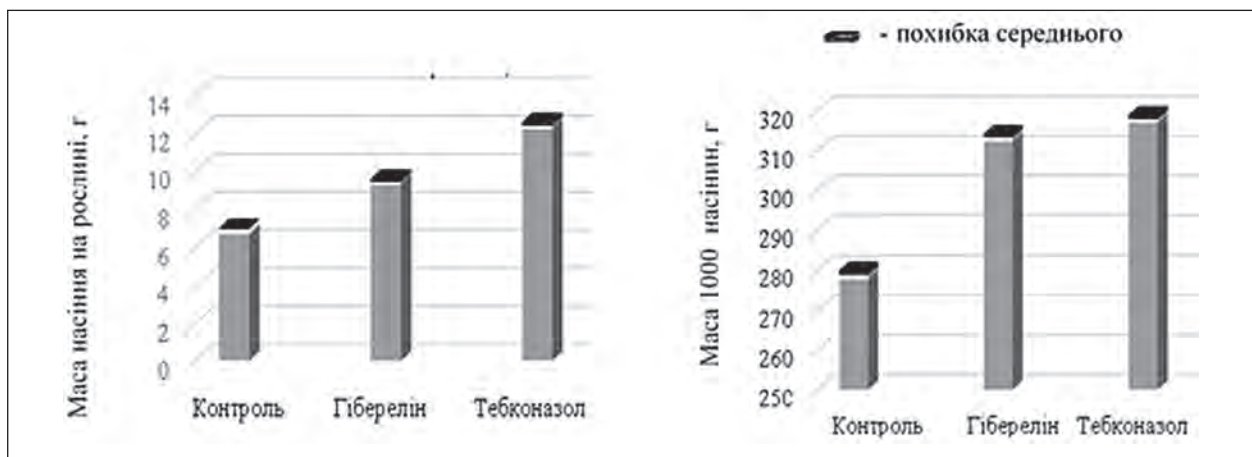


Рис. 1. Вплив регуляторів росту на структуру урожаю нуту.

Аналіз структури врожаю та продуктивності рослин нуту дозволяє зробити висновок, що найбільша маса насіння на рослині та маса 1000 насінин відмічалися у варіанті за обробки ретардантом порівняно із контролем та варіантом із застосуванням гібереліну. У варіанті з застосуванням гібереліну ці показники були також вищими у порівнянні з контролем. Менша продуктивність рослин у цьому варіанті у порівнянні з тебуконазолом пояснюється, очевидно, менш інтенсивним накопиченням хлорофілів в тканинах листка.

Відомо, що гіберелінові та антигіберелінові препарати впливають на процеси перерозподілу асимілятів та накопичення резервних речовин у плодах та насінні (Рогач, Попроцька, & Кур'ята, 2016; Kuryata & Golunova, 2018; Kuryata et al., 2021). Аналіз насіння нуту на кінець вегетації свідчить, що застосування препаратів викликало зменшення вмісту цукрів (гіберелін та тебуконазол) та крохмалю (тебуконазол) проти контрольного варіанту (рис. 2).

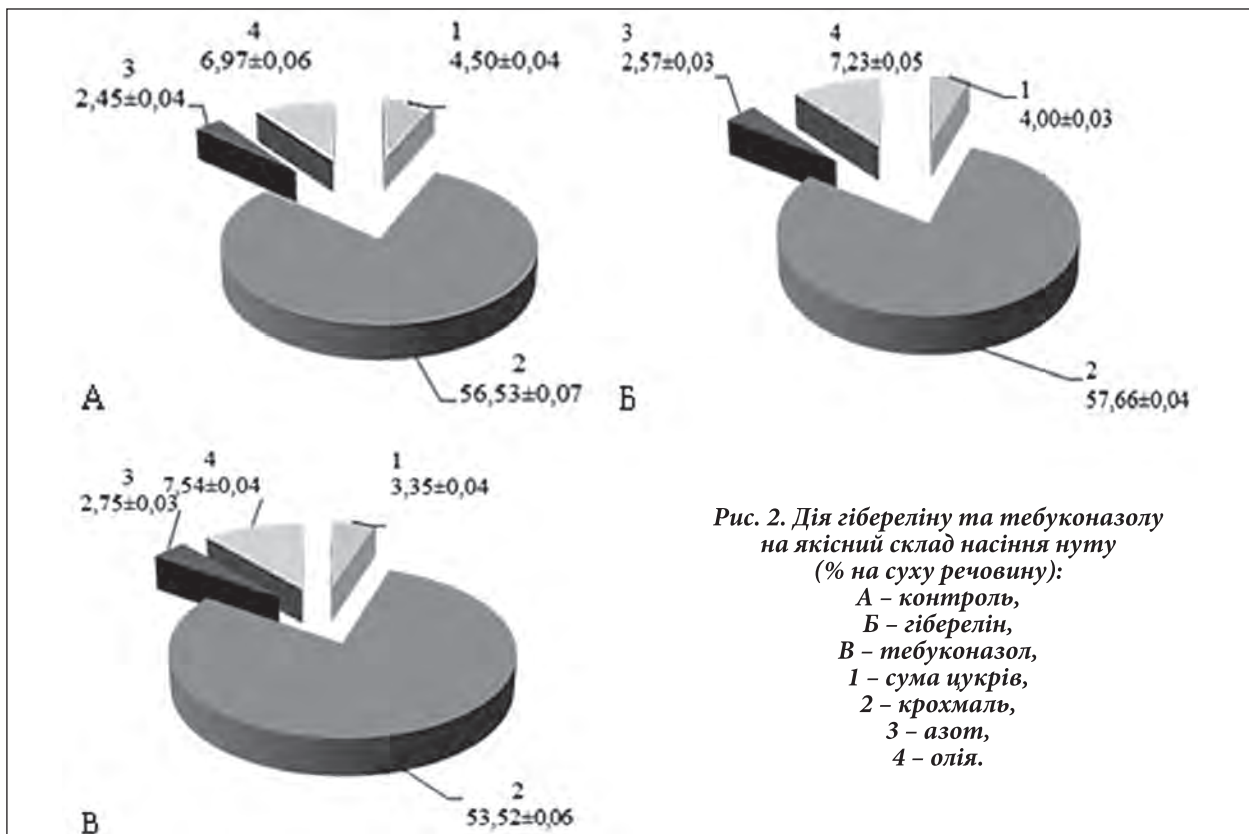


Рис. 2. Дія гібереліну та тебуконазолу на якісний склад насіння нуту (% на суху речовину):
 А – контроль,
 Б – гіберелін,
 В – тебуконазол,
 1 – сума цукрів,
 2 – крохмаль,
 3 – азот,
 4 – олія.

При цьому застосування гібереліну і тебуконазолу забезпечувало зростання вмісту олії та підвищувало вміст загального азоту, що є свідченням накопичення більшої кількості резервних білків.

Висновки. Отже, застосування гіберелінової кислоти та тебуконазолу є високоефективними способами підвищення продуктивності культури нуту. За дії обох препаратів збільшується кількість та загальна площа листків на рослині, оптимізується мезоструктурна організація листків, збільшуються показники чистої продуктивності фотосинтезу, і як наслідок-зростає урожайність культури за рахунок маси насіння на одній рослині. Обидва препарати підвищували вміст білка та олії в насінні. Найбільш ефективним було застосування 0,05%-го тебуконазолу.

Список використаної літератури

- Бушуля О. В., Січкач В. І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса, 2009. 248 с.
- Гангур В. В., Єремко Л. С., Сокирко Д. П. Формування продуктивності нуту залежно від технологічних факторів в умовах лівобережного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2017. Т. 1/2. С. 262–269.
- Голунова Л. А. Анатомічна будова рослин *Glycine hispida max* за дії штаму *Bradyrhizobium japonicum* та ретарданту. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Біологія*. 2020. № 3/4 (80). С. 98–104.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Альянс, 2011. 352 с.
- Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 272 с.
- Кур'ята В. Г., Поливаний С. В. Потужність фотосинтетичного апарату та насіннева продуктивність маку олійного за дії ретарданту фолікуру. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. № 47 (4). С. 313–320.
- Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / Т. М. Шадчина та ін. Київ : Укр. фітосоціоцентр, 2006. 384 с.
- Рогач В. В., Попроцька І. В., Кур'ята В. Г. Дія гібереліну та ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат і продуктивність картоплі. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*. 2016. № 24 (2). С. 416–419. DOI:10.15421/011656
- Effect of gibberellin and tebuconazole on the use of seed reserve oil by *Zea mays* L. seedlings under photomorphogenesis and scotomorphogenesis conditions / V. G. Kuryata et al. *Modern Phytomorphology*. 2021. Vol. 15. P. 117–120.
- Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants / O. A. Shevchuk et al. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 4. P. 104–107. URL: <https://www.phytomorphology.com/articles/features-of-leaf-mesostructure-organization-under-plant-growth-regulators-treatment-on-broad-bean-plants.pdf>
- Güler M. Effects of Cycocel application times and doses on yield, yield components and protein content of chickpea. *Journal of Agricultural Sciences*. 2010. Vol. 20 (1). P. 6–15.
- Kuryata V. G., Golunova L. A. Peculiarities of the formation and functioning of soybean-rhizobial complexes and the productivity of soybean culture under the influence of retardant of paclobutrazol. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8 (3). С. 98–105.

- Mazid M., Naz F. Effect of macronutrients and gibberellic acid on photosynthetic machinery, nitrogen-fixation, cell metabolites and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Open Access Journal of Science*. 2017. Vol. 1 (4). P. 120–129. DOI: 10.15406/oajs.2017.01.00024
- Official methods of analysis of AOAC International / Eds.: W. Horwitz; G. W. Latimer. 18th ed. Maryland, 2010. 700 p.
- Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth towards the foliar application of gibberellic acid at different stages / H. F. Iqbal et al. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2001. Vol. 4. P. 433–434. DOI: 10.3923/pjbs.2001.433.434. URL: <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2001/433-434.pdf>
- Shataluk G., Kuriata V. The effect of hybereline and retardents on the dynamics of the carbohydrates and elements of mineral nutrition in the vegetable organs of airesieriuses. *Magyar Tudományos Journal*. 2020. Vol. 39. P. 9–14.

L.A. Golunova¹, V.G. Kuryata¹, I.V. Poprotska¹, S.Y. Kobak²

¹Mykhailo Kotsyubynsky Vinnytsya State Pedagogical University Ostrozhskogo Str., 32, Vinnytsya, 21000, Ukraine

²Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Vinnytsia, 21100, Ukraine

EFFECT OF GIBBERELIC ACID AND TEBUCONAZOLE ON MORPHOGENESIS AND PRODUCTIVITY OF *CICER ARIETINUM* L. PLANTS

Peculiarities of the effect of 0.005% gibberellin and 0.05% triazole-type retardant tebuconazole growth regulators on morphogenesis, mesostructure formation and carbohydrate content in the seeds due to the yield capacity of medium-ripe variety Triumph chickpea culture have been established. It was found that the gibberellin application contributed to the increase in the linear size of the stem as well as the inhibitory effect of the retardant tebuconazole in concern with this indicator. Both preparations caused the stem branching (forming additional shoots of the second and subsequent orders). There was also an increase in leaf surface area and in net photosynthesis productivity indicators, prolongation of functional activity of the formed leaves. The growth of photosynthetic activity per unit of the leaf area was determined by the formation of a more efficient mesostructure, larger volume and linear cell size of the wall and spongy assimilation parenchyma. Moreover gibberellin proved to decrease the amount of chlorophyll in the leaves while tebuconazole increased it. Morphological and anatomical changes in the treated chickpea plants led to the restructuring of donor-acceptor relations, optimization of the seed capacity. The positive effect of applied growth regulators on the seed productivity of plants against untreated control is shown. Under the preparations some changes occurred in the qualitative composition of seeds - a decrease in sugar and amilum was accompanied by an increase in oil and total nitrogen, which is evidence of the bigger accumulation of protein. The use of tebuconazole proved to be more effective.

Key words: chickpea (*Cicer arietinum* L.), gibberellin, tebuconazole, morphogenesis, mesostructure, productivity.

References:

- Bushulian, O. V., & Sichkar, V. I. (2009). *Nut: henetyka, selektsiia, nasinnytstvo, tekhnolohiia vyroshchuvannia* [Chickpeas: genetics, selection, seed production, breeding technology]. Odesa [in Ukrainian].
- Dospekhov, B. A. (2011). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moskva: Alians [in Russian].
- Güler, M. (2010). Effects of Cycocel application times and doses on yield, yield components and protein content of chickpea. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(1), 6-15.
- Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Sokyрко, D. P. (2017). Formuvannia produktyvnosti nutu zalezno vid tekhnolohichnykh faktoriv v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of chickpea productivity depending on technological factors in the conditions of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Grain Crops*, 1/2, 262-269 [in Ukrainian].
- Holunova, L. A. (2020). Anatomichna budova roslyn *Glycine hispida* max za dii shtamu *Bradyrhizobium japonicum* ta retardant [Anatomical structure of *Glycine hispida* plants under the action of the strain *Bradyrhizobium japonicum* and retardant]. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 3/4 (80), 98-104 [in Ukrainian].
- Horwitz, W., & Latimer, G. W. (Eds.). (2010). *Official methods of analysis of AOAC International*. 18th ed. Maryland.
- Iqbal, H. F., Tahir, A., Khalid, M. N., Haque, I. I., & Ahmad, A. N. (2001). Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth towards the foliar application of gibberellic acid at different stages. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4, 433-434. doi: 10.3923/pjbs.2001.433.434. Retrived from <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2001/433-434.pdf>
- Kazakov, Ye. O. (2000). *Metodolohichni osnovy postanovky eksperymentu z fiziologii roslyn* [Methodological bases of the experimentation on plant physiology]. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
- Kuryata, V. G., & Golunova, L. A. (2018). Peculiarities of the formation and functioning of soybean-rhizobial complexes and the productivity of soybean culture under the influence of retardant of paclobutrazol. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(3), 98-105.
- Kuryata, V. G., Kuts, B. O., Poprotska, I. V., Golunova, L. A., Baiurko, N. V., Nikitchenko, L. O., & Frytsiuk, V. A. (2021). Effect of gibberellin and tebuconazole on the use of seed reserve oil by *Zea mays* L. seedlings under photomorphogenesis and scotomorphogenesis conditions. *Modern Phytomorphology*, 15, 117-120.

- Kuryata, V. H., & Polyvani, S. V. (2015). Potuzhnist fotosyntetychnoho aparatu ta nasinnieva produktyvnist maku oliinoho za dii retardantu folikuru [Power of photosynthetic apparatus and seed productivity of oil poppy under the action of follicle retardant]. *Plant Physiology and Genetics*, 47(4), 313-320 [in Ukrainian].
- Mazid, M., & Naz, F. (2017). Effect of macronutrients and gibberellic acid on photosynthetic machinery, nitrogen-fixation, cell metabolites and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Open Access Journal of Science*, 1(4), 120-129. doi: 10.15406/oajs.2017.01.00024.
- Rohach, V. V., Poprotska, I. V., & Kuryata, V. H. (2016). Diia hiberelinu ta retardantiv na morfohenez, fotosyntetychnyi aparat i produktyvnist kartopli [Effect of gibberellin and retardants on morphogenesis, photosynthetic apparatus and potato productivity]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 24(2), 416-419. doi:10.15421/011656 [in Ukrainian].
- Shadchyna, T. M., Huliaiev, B. I., & Kyrizii, D. A. (2006). *Rehuliatsiia fotosyntezy i produktyvnist roslin: fiziolohichni ta ekolohichni aspekty* [Regulation of photosynthesis and plant productivity: physiological and environmental aspects]. Kyiv: Ukr. Fitosotsio-tsentr [in Ukrainian].
- Shataluk, G., & Kuriata, V. (2020). The effect of hybereline and retardents on the dynamics of the carbohydrates and elements of mineral nutrition in the vegetable organs of airesieriuses. *Magyar Tudományos Journal*, 39, 9-14.
- Shevchuk, O. A., Kravets, O. O., Khodanitska, O. O., Tkachuk, O. O., Golunova, L. A., Polyvani, 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*, 4, 104-107. Retrived from <https://www.phytomorphology.com/articles/features-of-leaf-meso-structure-organization-under-plant-growth-regulators-treatment-on-broad-bean-plants.pdf>

Отримано 21.10.2021