

УДК 581.138.1:582.736.3.65

<https://doi.org/10.33989/2021.7.1.243419>**Л.А. Голунова¹, В.Г. Кур'ята¹, С.Я. Кобак²**¹Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, Вінниця 21001²Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, проспект Юності, 16, Вінниця 21100e-mail: tonarda196@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5146-9824;

ORCID: 0000-0002-7801-933X;

ORCID: 0000-0002-8747-4537

ДІЯ ШТАМУ *MEZORHIZOBIVM CICERY* І ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ НА МОРФОГЕНЕЗ І ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН НУТУ

В умовах польового дослідження вивчали дію штаму *Mezorhizobium cicery* MC 285 та взаємодію штаму та ретарданту класу четвертинних амонієвих сполук хлормекватхлориду на морфогенез та продуктивність рослин нуту сорту Тріумф. Виявлено позитивний вплив штаму та комплексної дії інокуляції *Mezorhizobium cicery* і хлормекватхлориду, застосованого у фазу бутонізації культури, на морфометричні параметри та урожайність *Cicer arietinum*. Встановлено, що як штаму, так і ретардант на фоні дії інокуляції *Mezorhizobium cicery* призводили до зміни морфометричних показників рослин. Відмічено збільшення площі листової поверхні оброблених рослин за рахунок збільшення кількості листків, що свідчить про формування більш потужної донорної сфери. Це сприяло кращій обнасіненості рослин та позитивно позначились на урожайності культури нуту. В насінні на кінець вегетації виявлено підвищення вмісту азоту та калію як за дії штаму *Mezorhizobium cicery*, так і комплексного використання препаратів. При цьому відмічалось одночасне зменшення суми цукрів у варіантах із застосуванням препаратів (штаму *Mezorhizobium cicery* MC 285; штаму *Mezorhizobium cicery* MC 285 + хлормекватхлорид). Більш продуктивним виявився варіант з сумісним використанням штаму та ретарданту.

Ключові слова: нут культурний (*Cicer arietinum*); штаму MC 285; хлормекватхлорид; морфогенез; урожайність; якість продукції.

Вступ. Застосування для регуляції онтогенезу сільськогосподарських культур синтетичних регуляторів росту на сьогодні є одним із вирішальних компонентів стабільності їх врожаю (Рогач, Кур'ята, & Поливаний, 2016). Відомо, що продуктивність рослин значною мірою обумовлена функціональною активністю їх донорно-акцепторної системи (Кур'ята, 2009). Саме штучна переорієнтація потоків асимілятів у рослин за дії рістрегулюючих речовин від зон утворення до зон використання або відкладання у запас дає можливість спрямовано корегувати активність певних фізіологічних функцій рослинного організму (Кур'ята, & Попроцька, 2016). Регуляція функціонування донорно-акцепторної системи рослин за допомогою таких препаратів дає позитивний результат на низці культур та набуває все більшої значимості в період економічної кризи та підвищення попиту на рослинницьку продукцію (Koutroubas, & Damalas, 2016; Кур'ята, & Голунова, 2010). Серед зернобобових рослин нут є давньою землеробською культурою з високою посухостійкістю і дає високі врожаї за спекотних кліматичних умов. Боби нуту багаті на білок (28-30 %), що добре засвоюється, також містять олію (3-7%), цінний жиророзчинний вітамін К, фосфор, цинк, мідь, марганець, холін та селен (Бушулян, & Січкара, 2009). Однак, не дивлячись на популярність та попит на цю культуру, зростання площ її посівів у світовому рослинництві (нут посідає 3 місце серед бобових у світі) його урожайність в Україні є далекою від можливої, що обумовлює пошук способів її підвищення.

На сьогодні в технології вирощування рослинницької продукції з метою підвищення врожаю та його якості використовуються регулятори росту рослин, зокрема препарати ре-

тардантного типу (Голунова, 2015; Рогач, Кур'ята, & Поливаний, 2016). Скринінг літературних джерел із застосування ретардантів на фоні бактеризації насіння зернобобових рослин, а саме у культури нуту свідчить, що вони практично відсутні. Тому, метою нашої роботи було встановити дію та взаємодію інокуляції та ретарданту хлормекватхлориду на функціонування донорно-акцепторної системи рослин нуту та формування урожайності та якості насіння культури.

Матеріал та методи. Об'єктом дослідження слугувала культура нуту середньостиглого сорту Тріумф. Рослини вирощувалися за польових умов на полях дослідного господарства «Бохоницьке» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця). Ґрунти дослідних ділянок сірі лісові, середньосуглинкові. Висівали насіння нуту у третій декаді квітня. Ділянки розташовані послідовно з шириною міжрядь 45 см. У день посіву здійснювали бактеризацію насіння штамом *Mezorhizobium ciceri* MC 285 ДП «Ензім». У фазу бутонізації здійснювали обробку водним 0,5%-ним розчином хлормекватхлориду (ССС). Обробка проводилася вранці до повного змочування листової поверхні за допомогою оприскувача ОП-2. Площу листків визначали ваговим методом, вміст хлорофілів в них – спектрофотометрично на спектрофотометрі СФ-16, цукрів і крохмалю – йодометрично, фосфору – за утворенням фосфорно-молібденового комплексу, калію – полум'янофотометричним методом, азоту – за методикою К'ельдаля (АОАС, 2010). Повторність дослідів – 5-разова та 3-разова аналітична. Урожайність рослин обліковували по завершенні вегетації. Статистичну обробку експериментальних даних було здійснено за Б. А. Доспеховим (2011). Використовували програму Microsoft Excel 2010. На графіках і у таблицях подано середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати та обговорення. Відомо, що швидкість ростових процесів пов'язана з активністю меристематичних тканин, котрі певним чином підпорядковані контролю гіберелінів. Інгібуючий вплив ретардантів на активність і синтез гіберелінів встановлена для низки сільськогосподарських культур (Кур'ята та ін., 2005). Відомо також, що інокуляція насіння бобових рослин ефективними штамми ризобій проявляється у посиленні симбіотичної азотфіксації, інтенсивності росту та зростанні урожайності (Коць и др., 2011; Колісник та ін., 2012). Раніше нами встановлено, що за дії ретардантів на фоні застосування бактеризації зменшується активність апікальних меристем та посилюється галуження рослин сої, внаслідок чого зростає кількість бобів і урожайність культури (Kuryata, & Golunova, 2018).

Одержані нами результати дослідження свідчать про те, що для рослин *Cicer arietinum* застосування бактеризації призводило до суттєвого посилення лінійного росту, а обробка інокуюваних рослин хлормекватхлоридом зменшувало їхній лінійний ріст (рис. 1). При цьому, як і для сої, посилювалося галуження стебла.

Відомо, що вплив інокулянтів та ретардантів певною мірою реалізується через зміни у формуванні листової поверхні рослин (Коць и др., 2011; Кур'ята, Голунова, & Береговенко, 2010). Оброблені рослини ха-

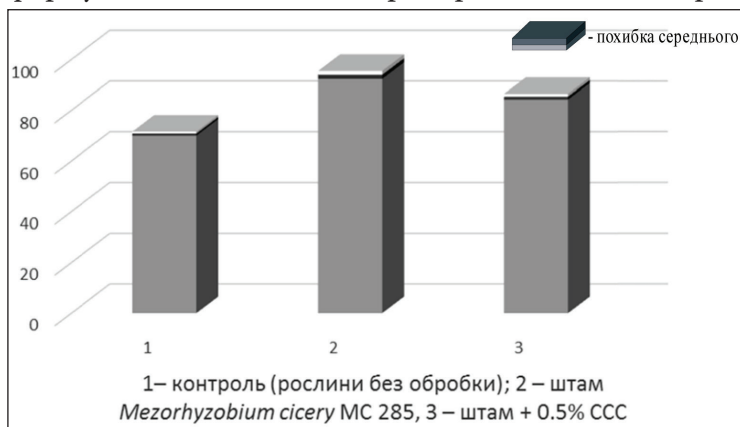


Рис. 1. Дія штаму *Mezorhizobium ciceri* MC 285 та 0,5%-го хлормекватхлориду на висоту рослин нуту культурного сорту Тріумф.

рактеризувалися більшою площею листової поверхні проти контрольних необроблених: 364,56±2,43 см² у контролі, 430,32±4,13 см² за дії штаму *Mezorhizobium ciceri* та 480,16±4,78 см² при сумісній дії препаратів штаму та хлормекватхлориду. Зростання показників площі відбувалося внаслідок більшого галуження стебла і утворення більшої кількості листків на рослині. Аналогічні дані отримані нами та інши-

ми дослідниками і для інших бобових культур, зокрема – сої (Kuryata, & Golunova, 2018; Yan et al., 2013).

Вміст хлорофілу – один із показників, що характеризує фотосинтетичну діяльність рослин. Дія застосованих препаратів призводила до збільшення суми хлорофілів (a+b) і становила відповідно: $0,32 \pm 0,03$ % у контролі, $0,36 \pm 0,02$ % – за дії бактеризації, та $0,38 \pm 0,03$ % за комплексного використання препаратів.

Урожайність культури та параметри якості насіння є центральними при характеристиці дії будь-якого ристрегулюючого препарату.

Нами досліджено вплив застосованих препаратів на компоненти врожаю рослин нуту сорту Тріумф. У ході аналізу виявлено зростання врожаю культури за дії штаму та у комплексі з інгібітором росту проти необробленого контролю: у контролі він становив $0,98 \pm 4,53$ т/га, при використанні інокулянту – $1,22 \pm 4,16$ т/га, та при комплексному використанні препаратів – $1,38 \pm 5,08$ т/га. Отже, більш ефективним у формуванні репродуктивної сфери був сумісний вплив препаратів.

Характеристика якісного складу насіння вказує на зростання вмісту азотовмісних сполук у порівнянні з контролем як при інокуляції штамом, так і при спільному застосуванні штаму та хлормекватхлориду. Аналогічна тенденція відмічалася і для калію. Вміст фосфору достовірно не відрізнявся за варіантами дослідження (рис. 2)

Аналіз вмісту суми цукрів та сахарози на кінець вегетації вказує на зменшення їх в насінні при застосуванні обох препаратів, що очевидно обумовлено біорозбавленням внаслідок зростання вмісту азотовмісних сполук. Незначне зменшення вмісту крохмалю встановлено при комплексному застосуванні штаму та ретарданту (табл.).

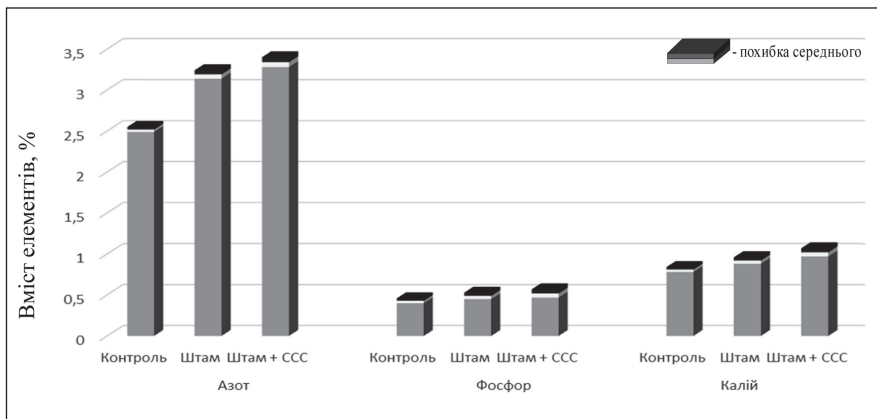


Рис. 2. Дія бактеризації та антигіберелінового препарату на вміст елементів живлення в насінні нуту.

Таблиця

Вплив інгібіторів росту на вміст резервних вуглеводів в насінні нуту (у %)

Показник/ варіант	Контроль	Штам	Штам+0,5%CCC
Сума цукрів	$4,58 \pm 0,06$	$3,93 \pm 0,04$	$3,70 \pm 0,03$
Редукуючі цукри	$0,26 \pm 0,02$	$0,55 \pm 0,02^*$	$0,34 \pm 0,02^*$
Сахароза	$4,10 \pm 0,02$	$3,21 \pm 4,12^*$	$3,19 \pm 5,73^*$
Крохмаль	$43,17 \pm 0,17$	$43,26 \pm 0,14$	$42,29 \pm 0,13^*$

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

Таким чином, вивчення біохімічних характеристик насіння рослин на кінець вегетації вказує, що дія штаму оптимізувала накопичення азоту та калію проти необробленого контролю; при комплексній дії препаратів відмічали збільшення вмісту азоту, калію та редукуючих цукрів, суттєве зменшення суми цукрів. Вміст фосфору достовірно не відрізнявся по варіантах дослідження.

Висновки. Використання інокуляції та комплексний вплив препаратів (ретарданту хлормекватхлориду на фоні передпосівної бактеризації насіння *Mezorhizobium cicery* MC 285) призводить до корекції донорно-акцепторних відносин, посилює формування більш потужної донорної сфери рослини. Використання ретарданту на фоні штаму *Mezorhizobium cicery* MC 285 впливало на закладання більшої кількості листків та сумарної площі листко-

вої поверхні, сприяло посиленню карпогенезу та кращій обнасіненості рослин. Внаслідок покращення азотного живлення рослин збільшувався вміст азоту в насінні за дії штаму *Mezorhizobium cicery*. Комплексний вплив препаратів посилював накопичення азоту і калію при одночасному зменшенні суми цукрів в ньому. Найбільш ефективною виявилася комплексна дія препаратів.

Список використаної літератури:

- Бактеріальні добрива для оптимізації азотного і фосфорного живлення сої, нуту, гороху, чини і сочевиці / С. І. Колісник та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 145–151.
- Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз : в 4-х т. / С. Я. Коць и др. Київ : Логос, 2011. Т. 2. 523 с.
- Бушуля О. В. Січкач В. І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса, 2009. 248 с.
- Голунова Л. А. Дія хлормекватхлориду на продуктивність та якість насіння *Glycine max*. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2015. № 1. С. 68–72.
- Дія паклобутразолу на активність гіберелінів і вміст абсцизової кислоти в листках деяких сільськогосподарських рослин / В. Г. Кур'ята та ін. *Фізіологія і біохімія культ. рослин*. 2005. Т. 37, № 5. С. 452–458.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Альянс, 2011. 352 с.
- Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. Київ, 2009. Т. 1. С. 565–589.
- Кур'ята В. Г., Голунова Л. А., Береговенко С. К. Ефективність системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за дії паклобутразолу. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2010. Т. 42. С. 218–224.
- Кур'ята В. Г., Пороцька І. В. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48, № 6. С. 475–487.
- Рогач В. В., Кур'ята В. Г., Поливаний С. В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016. 152 с.
- Холод С. М., Холод С. Г., Іллічов Ю. Г. Нут – перспективна зернобобова культура для Лісостепу України. *Вісник ПДАУ*. 2013. № 2. С. 49–54.
- Koutroubas S. D., Damalas C. A. Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*. 2016. Vol. 32, № 6. P. 1493–1501.
- 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). P. 98–105.
- Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International / eds.: W. Horwitz, G. Latimer, Jr. Maryland. 2010.
- Responses of root growth and nitrogen transfer metabolism to uniconazole, a growth retardant, during the seedling stage of soybean under relay strip / W. Yan et al. *Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System*. 2013. Vol. 44 (22). P. 3267–3280.

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

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

²Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, Vinnytsya, 21100, Ukraine

EFFECT OF MEZORHIZOBIUM CICERY STRAIN AND CHLORMEQUAT CHLORIDE ON MORPHOGENESIS AND PRODUCTIVITY OF CHICKPEA PLANTS

The effect of strain Mezorhizobium cicery MS 285 and that of the strain combined with preparation of the quaternary ammonium class retardant -chlormequat chloride on the culture of Triumph chickpea were studied in the field experiment. The positive effect of the strain Mezorhizobium cicery in complex with synthetic growth inhibitor chlormequat chloride (used in the budding phase of the culture) on the morphometric parameters and crop capacity of Cicer arietinum was established. It was found that both the strain and the retardant against inoculation background of Mezorhizobium cicery led to a change in the habitus of experimental plants. There was also observed increase of total leaf area in the conditioned plants on account of the additional leaf shooting that enabled more essential donor sphere formation. This enhanced better crop capacity of the plants and positively influenced the yield. At the end of vegetation there was indicated an increase of nitrogen and potassium contents in the seeds under the effect of both the strain of Mezorhizobium cicery and the integrated use of the preparations. There was a simultaneous decrease in the amount of sugars in the variants with growth regulators (the strain of Mezorhizobium cicery MC 285 ; the strain of Mezorhizobium cicery MC 285 + chlormequat chloride). The most productive option proved to be in the variant with integrated application of the strain and retardant.

Key words: cultivated chickpeas (*Cicer arietinum*); chlormequat chloride; strain MC 285; morphogenesis; crop capacity; product quality.

References

- Bushulian, O. V. & Sichkar, V. I. (2009). *Nut: henetyka, selektsiia, nasinnytstvo, tekhnolohiia vyroshchuvannia* [Chickpeas: genetics, selection, development, technology of viroshuvannya]. Odesa [in Ukrainian].
- Dospekhov, B. A. (2011). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia)* [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. Moskva: Alians [in Russian].
- Holunova, L. A. (2010). Diia khlormekvatkhlorodydu na produktyvnist ta yakist nasinnia Glycine max [Effect of chlormequate chloride on glycine max l. seed productivity and quality]. *Naukovi zapysky. Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 1, 68-72 [in Ukrainian].
- Horwitz, W., & Latimer, G. Jr. (2010). *Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International*. Maryland.
- Kholod, S. M., Kholod, S. H., & Illichov, Yu. H. (2013). Nut – perspektyvna zernobobova kultura dlia Lisostepu Ukrainy [Chickpeas are a promising legume for the Forest-Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 49-54 [in Ukrainian].
- Kolisnyk, S. I., Kobak, S. Ya., Didovych, S. V., & Saienko, M. P. (2012). Bakterialni dobryva dlia optymizatsii azotnoho i fosfornooho zhyvleniia soi, nutu, horokhu, chyny i sochevytsi [Bacterial fertilizers to optimize nitrogen and phosphorus nutrition of soybeans, chickpeas, peas, rinks and lentils]. *Feeds and Feed Production*, 73, 145-151 [in Ukrainian].
- Kotc, S. Ia., Morgun, V. V., & Patyka, V. F. (2011). *Biologicheskaiia fiksatsiia azota: bobovo-rizobialnyi simbioz* [Biological nitrogen fixation: legume-rhizobial symbiosis] (Vol. 2). Kyiv: Lohos [in Russian].
- Koutroubas, S. D., & Damalas, C. A. (2016). Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*, 32(6), 1493-1501.
- Kuriata V. (2009). *Retardanty – modyfikatory hormonalnoho statusu. Fiziolohiia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku* [Retardants are modifiers of hormonal status. Plant physiology: problems and prospects of development] (Vol. 1). Kyiv [in Ukrainian].
- Kuriata, V. V., V. H., Nehretskiy, V. A., Rohach, V. V., Holunova, L. A., Maznichenko, S. V., & Huliaiev, B. I. (2005). Diia paklobutrazolu na aktyvnist hibereliniv i vmist abstyzovoi kysloty v lystkakh deiakykh silskohospodarskykh Roslyn [Action paklobutrazolu the activity of gibberellin and abscisic acid content in the leaves of certain crops]. *Physiology and biochemistry of cultures plants*, 37(5), 452-458 [in Ukrainian].
- Kuriata, V. H., & Porotska, I. V. (2016). Fiziolohichni osnovy zastosuvannia retardantiv na oliinykh kulturakh [The physiological basics of retardants application to oilseeds]. *Plant physiology and genetics*, 48(6), 475-487 [in Ukrainian].
- Kuriata, V. H., Holunova, L. A., & Berehovenko, S. K. (2010). Efektyvnist systemy soia – Bradyrhizobium japonicum za dii paklobutrazolu [Efficiency of the symbiotic system soybean – bradyrhizobium japonicum under the influence of paclobutrazol]. *Plant physiology and genetics*, 42, 218-224 [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.
- Rohach V. V., Kuriata, V. H., & Polyvanyi, S. V. (2016). *Diia retardantiv na morfohenez, produktyvnist i sklad vyshchyykh zhyrnykh kyslot olii ripaku* [The effect of retardants on the morphogenesis, productivity and composition of higher fatty acids of rapeseed oil]. Vinnytsia: Nilan-LTD [in Ukrainian].
- Yan, W., Yanhong, Y., Wenyu, Y., Taiwen, Y., Weiguo, L., & Xiaochun, W. (2013). Responses of root growth and nitrogen transfer metabolism to uniconazole, a growth retardant, during the seedling stage of soybean under relay strip.. *Communications in Soil Science and Plant Analysis Intercropping System*, 44(22), 3267-3280.

Отримано 13.04.2021