



УДК 581.138.1:582.736.3.65

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН НУТУ ЗА ДІЇ ІНОКУЛЯЦІЇ ШТАМОМ *MEZORYZOBIIUM CICERY* ТА ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ

Голунова Л.А., к.б.н., доцент

orcid 0000-0002-5146-9824,

E-mail: monarda196@gmail.com

Кур'ята В.Г., д.б.н., професор

orcid 0000-0002-7801-933X

E-mail: vvk2006@ukr.net

В статті представлено результати впливу штаму та інгібітора росту рослин – хлормекватхлориду (застосованого у фазу бутонізації) на процес формування та функціонування азотфіксувального та фотосинтетичного апарату, анатомічні зміни листків у зв'язку з урожайністю нуту культурного. За обробки регуляторами росту (як штаму так і комбінованого використання препаратів) виявлено посилення нодуляційної активності, збільшення площі листкового апарату та накопичення фотосинтетичних пігментів (суми хлорофілів (a+b)). В мезоструктурі листків встановлено збільшенням об'єму палисадної й лінійних розмірів клітин губчастої паренхіми. Внаслідок зазначених змін за дії препаратів зростала чиста продуктивність фотосинтезу. В структурі урожайності нуту відбувалося посилення обнасіненості рослин, зростання маси 1000 насінин та урожайності культури проти необробленого контролю.

Ключові слова: нут культурний (*Cicer arietinum* L.), штам *Mezorhizobium cicery*, хлормекватхлорид, фотосинтетичний апарат, урожайність.

The article introduces the results of the influence of strain and plant growth inhibitor - chlormequat chloride (used in the budding phase) on the formation and functioning of nitrogen-fixing and photosynthetic apparatus, anatomical changes in leaves due to the crop capacity of chickpea. Treatment with growth regulators (both strain and combined use of the preparations) revealed increased nodulation activity, leaf area extension and accumulation of photosynthetic pigments (the amount of chlorophylls (a + b)). In the mesostructure of leaves there was indicated increase in volume of wall and linear sizes of spongy parenchyma cells. In consequence of these changes there was increase in the net productivity of photosynthesis. In the structure of chickpea yield there was an increase in plant infestation with seeds, growth in the mass of 1000 seeds and crop capacity compared with that of untreated control.

Key words: chickpea (*Cicer arietinum* L.), strain *Mezorhizobium cicery*, chlormequat

Вступ. В умовах сучасного стану економіки, в країні ключовим завданням рослинництва стає розробка та вдосконалення способів підвищення продуктивності культурних рослин. Пріоритетність серед них мають зернобобові як джерело доступного та збалансованого білка. Серед різноманіття бобових, нут в Україні все ще є нішевою та недостатньо поширеною культурою. Його цінність як продукту харчування визначається високими смаковими та дієтичними властивостями. Серед агротехнічних переваг – добра посухостійкість. До того ж при значному зменшенні площ зрошуваних земель на півдні України нут має великі перспективи в якості ресурсу рослинного білка та можливості відновлення родючості ґрунтів при богарному землеробстві [4].



Однак, для успішного вирощування цієї культури необхідне дотримання агротехнічних прийомів, одним з яких є інокуляція насіння активними штамми бульбочкових бактерій. Вона є необхідною особливо при введенні цієї культури на нових територіях. Також швидке вирішення багатьох завдань у сучасному рослинництві належить синтетичним регуляторам росту, зокрема – ретардантам [7, 9].

Хлормекватхлорид – регулятор росту який впливає на фізіологічні процеси в рослинах через затримку синтезу або дію гормонів росту та сприяє реалізації високих врожаїв ряду культур. На сьогодні доведена його позитивна дія на ряд культур: олійні [8, 10, 13, 15], овочеві [11, 12], технічні [16] та ін. Однак його застосування на бобових – все ще поодинокі [3, 17]. Використання речовин ретардантного типу дозволяє спрямовано регулювати ростові процеси та навантаження рослин плодами й насінням і впливати на якісні характеристики продукції [7]. Разом з тим поєднана дія інокуляції та ретарданту на морфогенез та урожайність культури нуту наразі є ще мало вивченою, що обумовлює актуальність проведення досліджень.

Матеріал і методика досліджень. Досліди проводили за польових умов. Ділянки розташовувалися послідовно на полях дослідного господарства «Бохоницьке» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця). Ґрунти поля – ясно-сірі й сірі опідзолені, середньосуглинкові на лесовидних відкладах. Об'єктом дослідження слугувала культура нуту вітчизняного сорту Тріумф. У день посіву проводили бактеризацію насіння штамом бульбочкових бактерій *Mezorhizobium ciceri* 285. Насіння контрольного варіанту обробляли водою. В фазу бутонізації дослідні рослини обприскували 0,75 %-вим водним розчином хлормекватхлориду, контрольні рослини – водою. Обробка проводилася вранці до повного змочування листової поверхні, за допомогою оприскувача ОП-2. Для анатомічних досліджень листки відбиралися з середнього ярусу. Фіксація й зберігання матеріалу проводилося у стандартній суміші рівних частин компонентів: гліцерину, етилового спирту, води з додаванням 1%-го формаліну. Розміри елементів листка вимірювали на мікроскопі Микмед-1, за допомогою окулярного мікрометра МОВ-1-15х. Площу листків визначали ваговим методом [6], вміст хлорофілів в них спектрофотометрично на спектрофотометрі ULAB 102UV, Китай. Повторність дослідів - 5-ти разова та 3 разова – аналітична. Урожайність рослин обліковували по завершенні вегетації. Статистичну обробку експериментальних даних було здійснено за Доспеховим [5]. Використовували програму Microsoft Excel 2010. На графіку і у таблицях подано середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати досліджень та їх обговорення. Відомо, що серед ряду обмежуючих факторів урожайності бобових рослин є доступність азоту в ґрунтах. Обґрунтованим засобом збільшення рівня його фіксації слугує застосування ефективних штамів бульбочкових бактерій для інокуляції насіння [1, 4].



Використана нами в досліді передпосівна інокуляція насіння *Cicer arietinum* штамом *Mezorhizobium cicery* 285 викликала формування азотфіксуючих бактерій на коренях рослин, а комбінована дія штаму та ретарданту подовжували нодуляційну активність бульбочок у фазу плодоношення (табл. 1), на противагу варіанту із застосуванням лише штаму. Це очевидно пов'язано з потужним джерелом асимілятів (високою інтенсивністю фотосинтетичних процесів у генеративну фазу розвитку) (табл.1), тоді як у варіанті із застосуванням лише штаму бульбочки значно швидше закінчували функціональну активність та відмирили. У контрольному варіанті бульбочкові бактерії не формувалися, що свідчить про відсутність конкурентоспроможних вірулентних аборигенних ризобій на дослідних полях (табл. 1). Найвищі показники нодуляційної активності отримано за комбінованої дії ретарданту на фоні штаму *Mezorhizobium cicery* 285 у фазу зеленого бобу. Аналогічну тенденцію функціонального стану ризобій відмічалось нами і для культури *Glycine max* L. при дії ретардантів [2, 14].

Таблиця 1

Вплив регуляторів росту на нодуляційну активність азотфіксувального апарату нуту культурного

Варіант/ показник	Фаза розвитку			
	Формування бобів		Зеленого бобу	
	кількість бульбочок, шт.	суха речовина бульбочок, г	кількість бульбочок, шт.	суха речовина бульбочок, г
Контроль	-	-	-	-
Штам <i>Mezorhizobium cicery</i> 285	18,3±0,12	0,14±0,05	20,4±0,31	0,18±0,04
Штам <i>Mezorhizobium cicery</i> 285 +ХМХ (0,75%)	24,8±0,21	0,36±0,03	42,3±0,07*	0,47±0,06

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

Відомо, що вагому роль продуктивності рослин має активність фотосинтетичних процесів, котра значною мірою визначається кількістю й тривалістю життєздатності листків, площею їх листової поверхні та мезоструктурною організацією. Для бобових рослин важливими є два центри асимілятів (корені та листки) та встановлено позитивний зв'язок між активністю симбіотичної азотфіксації й фотосинтетичного апарату [1]. Тому, доречно на нашу думку, проаналізувати дію регуляторів росту на ці показники у рослин нуту.

Так, при вивченні як дії штаму, так і штаму сумісно з хлормекватхлоридом, відмічено зміни структурно-фізіологічних характеристик листків досліджуваної культури. Внаслідок посилення галуження рослин, збільшувалася кількість листків та площа листової поверхні, спостерігалися зміни їх мезоструктури, що проявлялися в зростанні об'єму палісадної паренхіми та незначних змін лінійних розмірів губчастої тканини листка. Застосування обох препаратів проти контролю призводило до посилення синтезу пігментів у листках, і як наслідок – збільшення чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 2).

Таким чином, вказані вище зміни свідчать про інтенсифікацію штамом та сумісною дією препаратів азотфіксувального та фотосинтетичних процесів у



дослідних рослин нуту. Більшу оптимізацію вивчаємих параметрів виявлено у варіанті штам *Mezorhizobium cicerum* + хлормекватхлорид.

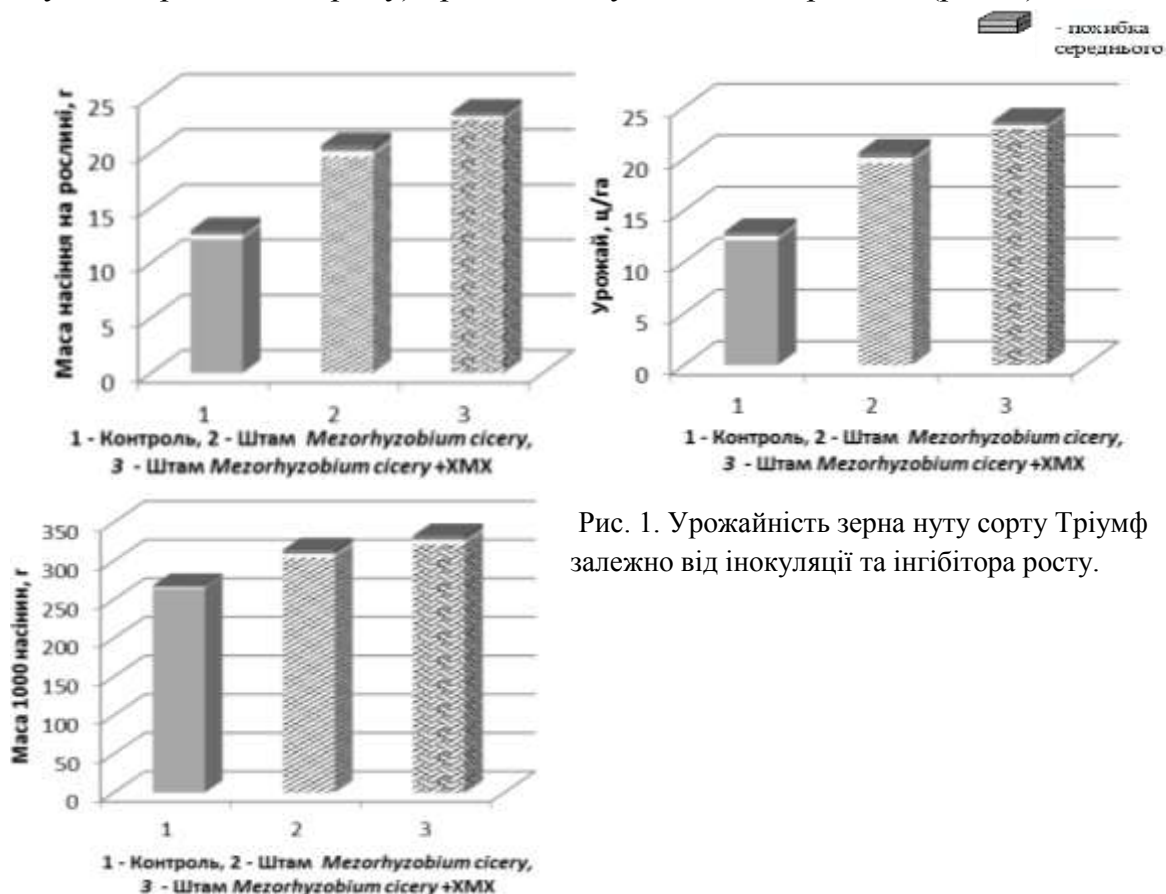
Таблиця 2

Вплив інокуляції та хлормекватхлориду на структурно-фізіологічні характеристики листків нуту (у фазу зеленого бобу)

Показник / варіант	Контроль	Штам <i>Mezorhizobium cicerum</i> 285	Штам <i>Mezorhizobium cicerum</i> 285+ХМХ (0,75%)
Кількість листків, шт.	38,17±0,26	52,68±0,36*	73,12±0,24*
Площа листків, см ²	576,72±0,13	618,23±0,14*	706,13±0,22*
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм ³	2987±0,63	3251±0,24*	3487±0,88*
Довжина клітин стовпчастої паренхіми, мкм	27,67±2,24	28,36±2,17	30,11±1,14*
Ширина клітин стовпчастої паренхіми, мкм	26,81±0,17	28,93±0,42*	29,74±,83*
Сума хлорофілів, (a+b)	0,892±0,034	1,203±0,026*	1,317±0,042*
Чиста продуктивність фотосинтезу, г/(м ² . добу)	4,11±0,26	5,26±0,31	5,78±0,43*

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

Інтегруючим показником онтогенезу сільськогосподарських культур є урожайність, котра репрезентує ефективність використаних технологічних прийомів їх вирощування. Розглядаючи особливості формування врожаю нуту варто зазначити, що інтенсифікація азотфіксувальних та фотосинтетичних процесів, за дії штаму та ретарданту визначали в подальшому кращу реалізацію біопотенціалу культури. Нами встановлено підвищення урожайності культури, яка зросла як за дії штаму *Mezorhizobium cicerum* 285 проти контролю, так і при сумісній дії препаратів (штаму та хлормекватхлориду) проти застосування лише ризобій (рис. 1).





Маса 1000 насіння – компонент урожайності який характеризує його крупність. Як штам бульбочкових бактерій, так і сумісна дія препаратів у прояві цього показника перевищувала контроль. В структурі врожаю виявлено збільшення частки бобів (і відповідно насіння) в загальній масі рослин (рис. 1).

Таким чином, застосування вірулентного та конкурентоспроможного штаму бульбочкових бактерій та інгібітора росту рослин – хлормекватхлориду на фоні дії штаму *Mesorhizobium ciceri* покращує роботу донорної сфери культури *Cicer arietinum*, регулює процеси росту та розвитку органів рослин й сприяє формуванню кращої урожайності культури.

Висновки. Результати досліджень роботи свідчать, що передпосівна інокуляція насіння нуту та використання ретарданту на фоні інокуляції сприяли активному формуванню симбіотичного та фотосинтетичного апарату, оптимізації мезоструктури листків дослідних рослин проти необробленого контролю. Застосування штаму та хлормекватхлориду в технології вирощування культури *Cicer arietinum* позитивно позначилася на його продуктивності. Збільшувалася обнасіненість рослин та урожай культури.

Література:

1. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобиальный симбиоз: монография: в 4-х т. /С. Я. Коць и др. Київ: Логос, 2011. Т. 2. 523 с.
2. 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.
3. Голунова Л.А. Особливості продуктивності рослин сої за дії декстрелу та штаму *Bradyrhizobium japonicum* // Біологія та екологія, 2020.–№ 6 (1-2), 26-29.
4. Дідович С.В., Портянко С.І., Дідович О.М. Вплив мінерального азоту на ефективність симбіозу нуту (*Cicer arietinum*) з *Mesorhizobium ciceri* // Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія, Випуск 19 (2006): 121-125.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2011. 352 с.
6. Казаков Є.О. (2020). Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є.О. Казаков. К, Фітосоціоцентр. – 272 с.
7. Кур'ята В.Г. Ретардантні – модифікатори гормонального статусу рослин // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Т. 1. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. К.: Логос, 2009. С. 565- 587.
8. Кур'ята В. Г., Попроцька І.В. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах // Физиология растений и генетика. 2016. – Т. 48, № 6. – С. 475-487.
9. Куц Б.О., Кур'ята В.Г. Особливості фізіологічної дії та використання різних груп ретардантів в рослинництві // Актуальні питання сучасної біологічної науки та методики її викладання у закладах освіти: зб. наук. праць звітної наукової конференції викладачів за 2019–2020 н.р. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2020. С. 244-251. С. 143-157.
10. Рогач Т.І., Кур'ята В.Г. Продуктивність та якісні характеристики олії соняшнику за дії хлормекватхлориду //Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква. 2010. Вип. 4(80). С. 37–41.
11. Ткачук О.О., Кур'ята В.Г. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі. – Вінниця, 2016. – 150 с.
12. Kravets, O.O., Kuryata, V.G. (2020). Physiological bases of growth regulation and morphogenesis of tomatoes under gibberellin and retardants treatment. Noisiel, France, 122 p.
13. Kuryata V.G., Polyvanyi S.V., Rogach T.I., Khodanytska O.O., Rogach V.V. Influence of chlormequat chloride on morphogenesis, formation of donor-acceptor system and production process of oil crops // The Potential of Modern Science, volume 1. – London.: Science Publishing. 2019. – 130-156.
14. 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.
15. Polyvanyi S.V., Golunova L.A., Baiurko N.V., Khodanytska O.O., Shevchuk V.V., Rogach T.I., Tkachuk O.O.,



- Shevchuk O.A. (2020). Morphogenesis of mustard white under the action of the antigibberellic preparation chlormequat chloride // *Modern Phytomorphology*. № 14.–P. 101–103.
16. 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*. №14.–P.104-106.
17. 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(3), 295-301. doi.org/10.1626/pps.18.295.