

КОЦЬ С.Я.<sup>1</sup>, МАМЕНКО Т.П.<sup>1✉</sup>, ЯКИМЧУК Р.А.<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,  
Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17, e-mail: t\_mamenko@ukr.net<sup>2</sup> Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
Україна, 20300, м. Умань, вул. Садова, 2, e-mail: peoplenature16@gmail.com

✉ t\_mamenko@ukr.net, (050) 964-17-89

## ЗАСТОСУВАННЯ Tn-5 МУТАНТУ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* ДЛЯ РЕГУЛЯЦІЇ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ СОЇ ЗА УМОВ ПОСУХИ

**Мета.** Дослідити застосування інокуляції насіння сої бульбочковими бактеріями, отриманими шляхом транспозонового мутагенезу, для забезпечення ефективного формування і функціонування симбіотичних систем за рахунок регуляції прооксидантно - антиоксидантних процесів та зменшення негативної дії посухи на зернову продуктивність рослин. **Методи.** Мікробіологічні, фізіологічні, біохімічні методи, газова хроматографія та спектрофотометрія. **Результати.** Досліджено, що за рахунок активації захисних антиоксидантних ферментів каталази, аскорбат- і гваяколпероксидази у коренях та кореневих бульбочках сої відбуваються адаптаційні перебудови метаболізму рослин спрямовані на стабілізацію вмісту прооксиданту, пероксиду водню, за умов посухи. При цьому питома азотфіксувальна активність кореневих бульбочок сої зазнає незначних змін та свідчить про збереження ефективного функціонування симбіотичного апарату, що є результатом активації захисних антиоксидантних процесів та адаптації симбіотичної системи сої за участю Tn-5 мутанту *Bradyrhizobium japonicum* B1-20 до умов зневоднення. **Висновки.** Застосування інокуляції насіння сої Tn-5 мутантом *Bradyrhizobium japonicum* B1-20 призводить до регуляції прооксидантно-антиоксидантних захисних процесів у рослинах, що сприяє підвищенню реалізації їх азотфіксувального потенціалу та збереженню продуктивності за тривалої дії посухи.

**Ключові слова:** соя (*Glycine max* (L.) Merr.), пероксид водню, каталаза, аскорбатпероксидаза, гваяколпероксидаза, посуха.

Ефективність роботи симбіотичних систем, утворених за участю бобових рослин та бульбочкових бактерій за умов стресу залежить від здатності макро- і мікросимбіонтів у симбіо-

зі індукувати захисні механізми та реалізувати свої симбіотичні властивості. Посуха є одним із найбільш розповсюджених стресових факторів, який призводить до порушення нормального функціонування рослинного організму [1]. Це, з одного боку, може негативно відзначитись на формуванні та функціонуванні симбіозу, а з іншого – стимулювати включення захисних механізмів, які сприятимуть перебудові метаболізму та розвитку адаптації до дії стресу [2]. Тому розкриття особливостей формування захисних реакцій у симбіозі бобових рослин із бульбочковими бактеріями є важливим для пошуку ефективних симбіотичних систем, які здатні реалізувати свій адаптаційний потенціал за дії стресових факторів, зокрема і посухи.

Розширення спектру мінливості ризобій забезпечує метод транспозонового мутагенезу, який ґрунтується на здатності рухомих генетичних елементів – транспозантів (Tn5) – вбудовуватись у ген-мішень, інактивувати його та мітити маркером стійкості до антибіотиків, викликаючи поодинокі генетичні зміни [3]. За біохімічною характеристикою таких мутантів можна виявити подібні до батьківських форм і відмінні від них детермінанти, які визначають пул метаболітів у ризобіальній клітині [3]. У зв'язку з цим, особливий інтерес представляють наукові дослідження щодо вивчення ефективності симбіотичних систем, утворених за участю Tn-5 мутанту *Bradyrhizobium japonicum*.

У літературі широко обговорюється значення біохімічних систем захисту в адаптації рослин до дії стресових факторів, зокрема і посухи, серед яких важлива роль належить антиоксидантним системам [4]. Ключовими ферментами антиоксидантного захисту рослини за дії несприятливих чинників довкілля є супероксиддисмутаза, родина пероксидаз, каталаза [5]. Доведено можливість регуляції прооксидантно-

антиоксидантних процесів у тканинах шляхом впливу на ендogenous антиоксидантну систему рослин екзогенними чинниками синтетичного та природного походження, підвищуючи стресостійкість рослин [6, 7].

Метою нашої роботи було дослідити застосування інокуляції насіння сої бульбочковими бактеріями, отриманими методом транспозонового мутагенезу, для забезпечення ефективного формування і функціонування симбіотичних систем за рахунок регуляції прооксидантно-антиоксидантних процесів та зменшення негативної дії посухи на зернову продуктивність рослин.

### Матеріали і методи

Об'єктами дослідження обрано симбіотичні системи, які утворені за участю рослин сої (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Алмаз та активного, вірулентного Tn5-мутанту *B. japonicum* B1-20 (B-7538), отриманого в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України методом транспозонового мутагенезу з використанням плазміди pSUP2021.

Передпосівну інокуляцію насіння сої здійснювали протягом години бактеріальною суспензією (титр  $10^8$  кл. / мл), виготовленою на основі Tn5-мутанту *B. japonicum* B1-20. Культуру повільнорослих бульбочкових бактерій вирощували на манітно-дріжджовому середовищі протягом 7 діб при 26–28°C.

Рослини вирощували на відкритому вегетаційному майданчику в піщаній культурі на живильному середовищі Гельригеля з 0,25 норми азоту та мікроелементами із застосуванням контрольованого поливу. Вологість субстрату підтримували на рівні 60 % від повної вологості (ПВ) – оптимальне водозабезпечення, застосовуючи контрольований полив рослин. У фазу трьох справжніх листків вологість субстрату знижували до 40 % ПВ – помірна посуха, а у фазу бутонізації до 30 % ПВ – жорстка посуха. Тривалість посухи підтримували упродовж 12 діб. Після чого полив в усіх варіантах відновлювали до оптимального рівня (60 % ПВ) у фазу масового цвітіння впродовж 5-ти діб. Контролем слугували неінокульовані та інокульовані ризобіями рослини сої, які вирощували за оптимального поливу (60 % ПВ). Для проведення досліджень відбирали корені та кореневі бульбочки сої у фазі трьох справжніх листків, бутонізації та масового цвітіння.

Азотфіксувальну активність вимірювали ацетиленовим методом на газовому хроматографі «Agilent GC system 6850» (США) з полуменево-іонізаційним детектором [8]. Активність каталази (КФ 1.11.1.6.) визначали за розвитком кольорової реакції з молібдатом амонію при довжині хвилі 410 нм згідно модифікованої методики Доліби зі спів. [9]. Активність аскорбатпероксидази (КФ 1.11.1.11) – за зменшенням оптичної густини при довжині хвилі 290 нм протягом 2 хв у результаті окиснення аскорбату ( $\epsilon = 2,8 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) [10]. Активність гваяколпероксидази (КФ 1.11.1.7) – за збільшенням оптичної густини при 470 нм протягом хвилини у результаті окиснення гваяколу (коефіцієнт екстинції  $\epsilon = 26,6 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) [11]. Вміст пероксиду водню визначали феротіоціанітним методом Caricakі [12].

Результати статистично аналізували у пакеті програм Statistica 6.0 (Stat Soft Inc., США). У таблицях і на рисунках наведено середні арифметичні значення та їх стандартні похибки ( $\bar{x} \pm SE$ ). Достовірність відмінностей між вибірками оцінювали методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Відмінності вважали достовірними при  $P < 0,05$ .

### Результати та обговорення

Встановлено, що у коренях неінокульованої ризобіями сої вміст пероксиду водню зростає за тривалої дії посухи на 44,1 % та знижується на 27,6 % після відновлення поливу. Це вказує на значний розвиток окиснювальних процесів у цих рослин (рис. 1).

За інокуляції насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 спостерігалось підвищення вмісту пероксиду водню у коренях на 34,5 % за тривалої дії посухи у фазу бутонізації та наближення його рівня до оптимального у післястресовий період. Такі зміни вмісту прооксиданту свідчать про перебудови метаболізму рослин сої за інокуляції бульбочковими бактеріями B1-20, що супроводжувались активацією захисної антиоксидантної системи.

Виявлено нестабільний прояв активності каталази у коренях неінокульованої сої – підвищення на 287,8 % за помірної посухи та різке зниження на 75,0 % за тривалого дефіциту вологи, а також часткове відновлення рівня її активності у післястресовий період (рис. 1). Це свідчить про низьку адаптаційну здатність неінокульованих рослин.

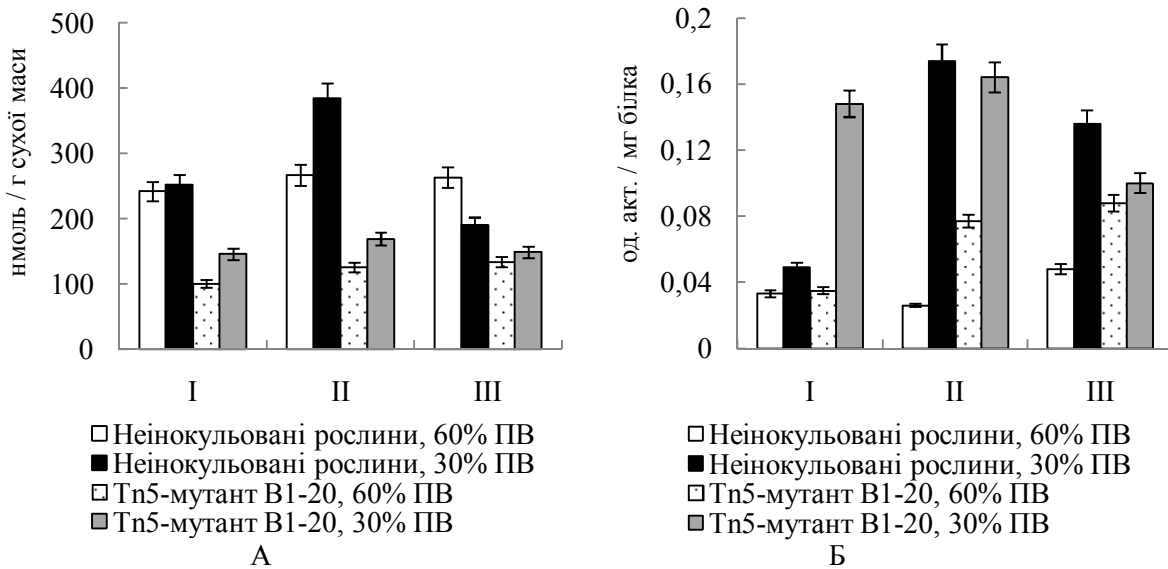


Рис. 1. Вплив інокуляції насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 на вміст перексиду водню (А) та активність каталази (Б) у коренях за дії посухи: I, II – відповідно 7-ма й 12-та доба зневоднення у фазі трьох справжніх листків і бутонізації, III – 5-та доба відновлення поливу у фазу масового цвітіння.

Показано, що активність каталази у коренях сої, інокульованої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 зростала на 137,5 % на початкових етапах зневоднення та знижувалась на 24,0 % за тривалого дефіциту вологи. У післястресовий період активність ферменту відновлювалась до рівня рослин, які зростали за оптимальних умов водозабезпечення. Такі зміни активності каталази у коренях сої, інокульованої ризобіями Tn5-мутанту B1-20, свідчать про участь антиоксидантних ферментних систем у адаптації рослин сої у симбіозі з бульбочковими бактеріями до дії посухи.

З'ясовано, що у коренях неінокульованих рослин сої активність аскорбатпероксидази була на високу рівні впродовж дії посухи – підвищувалась на 287,8 і 248,1 % відповідно у фазі трьох справжніх листків та бутонізації (рис. 2). У той же час активність гваяколпероксидази в коренях збільшувалась лише на 6,8 % за помірної дефіциту вологи та різко знижувалась на 74,8 % за тривалого зневоднення.

У післястресовий період активність аскорбатпероксидази у коренях залишалась на високому рівні – на 242,6 % вище за рівень рослин, що зростали за оптимального поливу, тоді як активність гваяколпероксидази підвищувалась на 29,6 %. Інтенсифікація активності аскорбатпероксидази та різке інгібування активності гваяколпероксидази у коренях неінокульованої

сої може бути наслідком розбалансованості прооксидантно-антиоксидантних систем рослин за значного розвитку окиснювального стресу та їх неспроможністю активізувати власні захисні системи за відповідних умов вирощування.

За інокуляції насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 активність аскорбатпероксидази у коренях зростала на 267,7 і 15,8 % відповідно за помірної та тривалої дії посухи (див. рис. 2). За таких умов активність гваяколпероксидази у коренях зростала впродовж дії посухи на 19,6 і 31,7 % відповідно. Після відновлення поливу активність аскорбатпероксидази підвищувалась на 79,0 %, а гваяколпероксидази на 92,5 %, у порівнянні з рослинами за оптимального поливу.

Отримані результати свідчать про стабільну роботу антиоксидантних ферментів із родини пероксидаз (аскорбатпероксидази і гваяколпероксидази) у коренях сої, інокульованої бактеріальною суспензією на основі Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 за дії посухи. Це обумовлено швидким включенням у роботу захисних систем вже за помірної зневоднення, як доказ – активація антиоксидантних ферментів каталази та аскорбатпероксидази, що сприяло адаптаційним перебудовам метаболізму спрямованих на регуляцію вмісту прооксиданту (перексиду водню) та ефективного функціонування рослин у симбіозі за дії посухи.

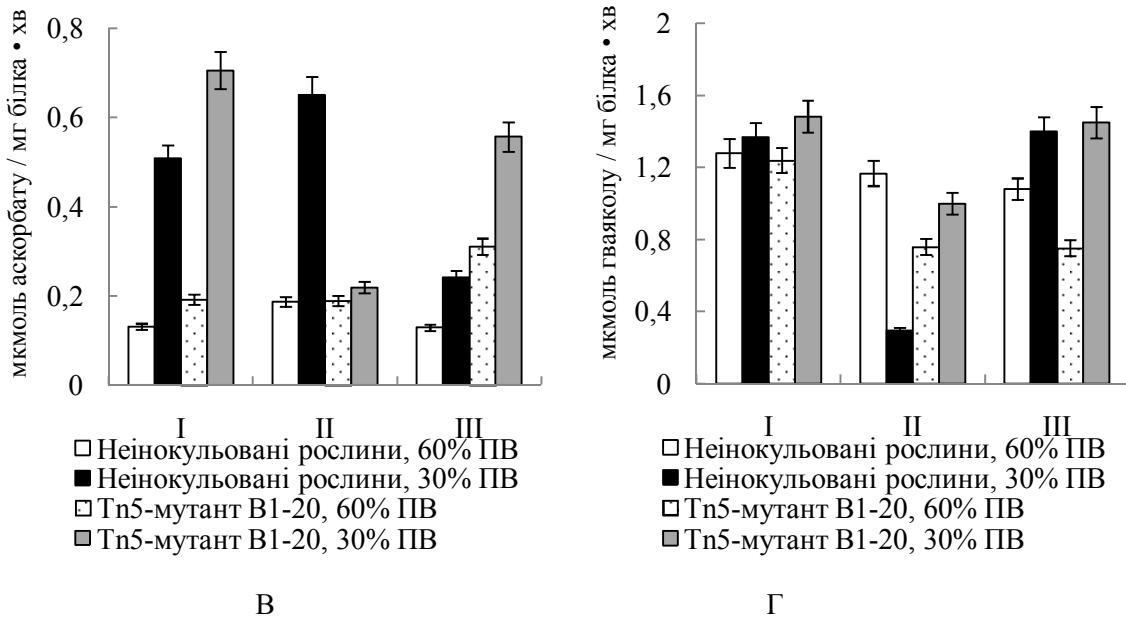


Рис. 2. Вплив інокуляції насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 на активність аскорбат- (В) і гваяколпероксидази (Г) у коренях за дії посухи: I, II – відповідно 7-ма й 12-та доба зневоднення у фази трьох справжніх листків і бутонізації, III – 5-та доба відновлення поливу у фазу масового цвітіння.

Показано, що у кореневих бульбочках сої, утворених за участю Tn5-мутанту *B. japonicum* B1-20, вміст пероксиду водню зростає на 26,9 % за помірного дефіциту вологи у фазу трьох справжніх листків, тоді як за тривалого зневоднення у фазу бутонізації на 16,2 % (табл. 1). У післястресовий період вміст прооксиданту відновлювався до рівня рослин з оптимальним поливом.

Такі зміни вмісту прооксиданту супроводжувались включенням у роботу захисних антиоксидантних ферментів. Так, за помірного дефіциту вологи активність каталази у бульбочках інокульованої сої знижувалась на 50,7 %, що очевидно обумовлено виснаженням пулу ферменту на утилізацію надмірного вмісту пероксиду водню. Однак, на початкових етапах зневоднення у кореневих бульбочках сої інтенсифікувалась активність ферментів родини пероксидаз – гваяколпероксидази (на 301,9 %) та аскорбатпероксидази (на 189,2 %). За тривалого зневоднення зростала активність усіх досліджуваних антиоксидантних ферментів – каталази (на 112,1 %), гваяколпероксидази (на 107,7 %), аскорбатпероксидази (на 330,7 %) у кореневих бульбочках сої, інокульованої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20. Включення у роботу захисних антиоксидантних ферментів сприяло регуляції вмісту пероксиду водню у кореневих бульбочках за дії посухи, а також супроводжувалось

збереженням ефективності функціонування симбіотичного апарату.

З'ясовано, що питома азотфіксувальна активність кореневих бульбочок зростала за помірної дії посухи у фазу трьох справжніх листків та частково знижувалась за тривалого зневоднення у фазу бутонізації (табл. 2). Після відновлення поливу різниця між показниками питомої азотфіксувальної активності у варіантах сої із оптимальним і недостатнім водозабезпеченням рослин мала тенденцію до зменшення. Оскільки питома азотфіксувальна активність кореневих бульбочок страждала не значно, це вказує на збереження та активне відновлення функціонування симбіотичного апарату, що є очевидним наслідком включення захисних систем та адаптації симбіотичної системи сої за участю Tn5-мутанту *B. japonicum* B1-20 до умов зневоднення.

За оптимальних умов вирощування зерно-ва продуктивність сої, інокульованої бульбочковими бактеріями Tn5-мутанту *B. japonicum* B1-20, була на 47,6 % вищою, у порівнянні із неінокульованою соєю (табл. 3). У інокульованих Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 рослин сої, які зазнали дії посухи, врожай зерна був на 57,4 % вище від неінокульованих рослин, які зростали за недостатнього водозабезпечення та навіть на 5 % вище від неінокульованих рослин із оптимальним поливом.

Таблиця 1. Вплив інокуляції насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 на вміст перексиду водню та активність антиоксидантних ферментів у кореневих бульбочках сої за дії посухи

Варіант	Фаза онтогенезу		
	трьох справжніх листків	бутонізації	масового цвітіння
	п о с у х а		відновлення поливу
Пероксид водню, нмоль / г сухої маси			
Tn5-мутант B1-20, 60 % ПВ	104,4 ± 6,3	148,1 ± 8,8	151,0 ± 9,0
Tn5-мутант B1-20, 30 % ПВ	132,5 ± 8,0	172,1 ± 10,3	142,6 ± 8,6
Каталаза, од. акт. / мг білка			
Tn5-мутант B1-20, 60 % ПВ	0,071 ± 0,006	0,082 ± 0,005	0,040 ± 0,004
Tn5-мутант B1-20, 30 % ПВ	0,035 ± 0,003	0,174 ± 0,01	0,066 ± 0,004
Гваяколпероксидаза, мкмоль гваяколу / мг білка · хв			
Tn5-мутант B1-20, 60 % ПВ	0,37 ± 0,12	0,26 ± 0,06	0,17 ± 0,04
Tn5-мутант B1-20, 30 % ПВ	1,07 ± 0,16	1,12 ± 0,17	0,47 ± 0,12
Аскорбатпероксидаза, мкмоль аскорбату / мг білка · хв			
Tn5-мутант B1-20, 60 % ПВ	0,051 ± 0,031	0,065 ± 0,011	0,058 ± 0,008
Tn5-мутант B1-20, 30 % ПВ	0,205 ± 0,013	0,135 ± 0,013	0,050 ± 0,014

Таблиця 2. Вплив інокуляції насіння сої штамом *B. japonicum* B-7538 на питому азотфіксувальну активність кореневих бульбочок сої за дії посухи, мкмоль C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> / (г бульбочок · год)

Варіант	Фаза онтогенезу		
	трьох справжніх листків	бутонізації	масового цвітіння
	п о с у х а		відновлення поливу
Tn5-мутант B1-20, 60 % ПВ	13,59 ± 0,81	20,83 ± 1,22	16,31 ± 1,04
Tn5-мутант B1-20, 30 % ПВ	17,50 ± 1,53	13,87 ± 0,82	13,63 ± 0,74

Таблиця 3. Вплив інокуляції насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 на зернову продуктивність рослин

Варіант	Кількість бобів, шт. / рослину	% від контролю	Маса зерна, г / рослину	% від контролю
Неінокульовані рослини, 60 % ПВ	5,8 ± 0,3	100	2,1 ± 0,12	100
Неінокульовані рослини, 30 % ПВ	3,2 ± 0,2	55,1	1,0 ± 0,06	47,6
Tn5-мутант B1-20, 60 % ПВ	6,2 ± 0,4	106,8	3,1 ± 0,16	147,6
Tn5-мутант B1-20, 30 % ПВ	4,5 ± 0,2	77,6	2,2 ± 0,12	105,0

Отримані результати свідчать, що інокуляція насіння сої Tn5-мутантом *B. japonicum* B1-20 призводила не лише до підвищення зернової продуктивності за оптимальних умов вирощування рослин, а ще й сприяла суттєвому збереженню урожаю зерна за тривалої дії посухи.

### Висновки

Застосування інокуляції насіння сої Tn-5 мутантом *B. japonicum* B1-20 призводить до регуляції прооксидантно – антиоксидантних захисних процесів у рослинах, що сприяє підвищенню реалізації їх азотфіксувального потенціалу та збереженню урожаю зерна за тривалої дії посухи.

### References

- Fathi A., Tari D. B. Effect of drought stress and its mechanism. *Plants Inter. J. of Life Sci.* 2016. Vol. 10, № 1. P. 1–6. doi: 10.3126/ijls.v10i1.14509.
- Damiani I., Pauly N., Puppo A., Brouquisse R, Boscardi A. Reactive oxygen species and nitric oxide control early steps of the legume – rhizobium symbiotic. *Front. in Plant Sci.* 2016. 7. P. 1–8. doi: 10.3389/fpls.2016.00454.

3. Kots S.Ia., Melnyk V.M., Datsenko V.K. Transpozonovy mutahenez yak efektyvnyi metod otrymannia novykh shtamiv bilbochkovykh bakterii. *Visnyk Khark. Nats. ahrar. un-tu*. 2009. T. 1, № 16. P. 6–18. [in Ukrainian] / Коць С.Я., Мельник В.М., Даценко В.К. Транспозоновий мутагенез як ефективний метод отримання нових штамів бильбочкових бактерій. *Вісник Харк. Нац. аграр. ун-ту*. 2009. Т. 1, № 16. С. 6–18.
4. Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N. et al. ROS signaling: the new wave? *Trends in Plant Sci.* 2011. Vol. 16, № 6. P. 300–309. doi: 10.1016/j.tplants.2011.03.007.
5. Laxa M., Liebthal M., Telman W., Chibani K., Dietz K.-J. The role of the plant antioxidant system in drought tolerance. *Antioxidants (Basel)*. 2019. Vol. 8, № 4. P. 1–31. doi: 10.3390/antiox8040094.
6. Becana M., Dalton D.A., Moran J.F., Ormaetxea I.I., Matamorosa M.A., Rubio M.C. Reactive oxygen species and antioxidants in legume nodules. *Physiol. Plant.* 2000. Vol. 109, № 4. P. 372–381. doi: 10.1034/j.1399-3054.2000.100402.x.
7. Kots S.Ia., Rybachenko L.I., Mykhalkiv L.M. Aktyvnist oksyno-vidnovnykh fermentiv u symbiotechnykh systemakh soia – *Bradyrhizobium japonicum* za dii ekzohennoho lektynu ta riznoho vodozabezpechennia. *S/h mikrobiolohiia*. 2016. Вип. 23. P. 17–23. [in Ukrainian] / Коць С.Я., Рибаченко Л.І., Михалків Л.М. Активність окисно-відновних ферментів у симбіотичних системах соя – *Bradyrhizobium japonicum* за дії екзогенного лектину та різного водозабезпечення. *С/г мікробіологія*. 2016. Вип. 23. С. 17–23.
8. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.C. The acetylene-ethylene assay for nitrogen fixation: laboratory and field evaluation. 1968. *Plant Physiol.* Vol. 43, № 8. P. 1185–1207. doi: 10.1104/pp.43.8.1185.
9. Doliba I.M., Volkov R.A., Panchuk I.I. Metod vyznachennia katalaznoi aktyvnosti u roslynному materiali. *Fyziolohy u byokhymyia kult. rast.* 2010. T. 42, № 6. P. 497–503. [in Ukrainian] / Долиба І.М., Волков Р.А., Панчук І.І. Метод визначення каталазної активності у рослинному матеріалі. *Фізіологи у біохімія культ. раст.* 2010. Т. 42, № 6. С. 497–503.
10. Nakano Y, Asada K. Hydrogen peroxidase is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiol.* 1981. Vol. 22, № 5. P. 867–880. doi: 10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232.
11. Egle G.H., Paul R.N., Vaughn, K.C., Duke S.O. Role of peroxidase in the development of water impermeable seed coats in *Sida sprinosa* L. *Planta*. 1983. Vol. 157, № 1. P. 224–232. doi: 10.1007/BF00405186.
12. Sagisaka S. The occurrence of peroxide in a perennial plant, *Populus gelrica*. *Plant Physiol.* 1976. Vol. 57, № 2. P. 308–309. doi: 10.1104/pp.57.2.308.

**KOTS S.Ya.<sup>1</sup>, MAMENKO T.P.<sup>1</sup>, YAKYMCHUK R.A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Plant Physiology and Genetics NAS of Ukraine, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska str., 31/17, e-mail: t\_mamenko@ukr.net*

<sup>2</sup> *Pavel Tychyna Uman State Pedagogical University, Ukraine, 20300, Uman, Sadova str., 2, e-mail: peoplenature16@gmail.com*

#### **THE USE OF Tn5-MUTANTS *BRADYRHYZOBIUM JAPONICUM* FOR REGULATION OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT PROCESSES IN SOYBEAN PLANTS UNDER DROUGHT CONDITION**

**Aim.** To investigate the use of soybean seed inoculation by nodule bacteria obtained by transposon mutagenesis to ensure the effective formation and functioning of symbiotic systems by regulating prooxidant - antioxidant processes and reducing the negative effects of drought on crop productivity. **Methods.** Microbiological, physiological, biochemical methods, gas chromatography and spectrophotometry. **Results.** It has been proved that due to the activation of protective antioxidant enzymes of catalase, ascorbate and guaiacol peroxidase in soybean roots and root nodules, adaptive rearrangements of plant metabolism occur aimed at stabilizing the content of prooxidants, hydrogen peroxide, in drought conditions. At the same time, the specific nitrogen-fixation activity of soybean root nodules undergoes no significant changes and indicates the preservation of the effective functioning of the symbiotic apparatus, is the result of activation of protective antioxidant processes and adaptation of the soybean symbiotic system with the participation of Tn-5 mutant *Bradyrhizobium japonicum* B1-20 to dehydration conditions. **Conclusions.** The use of inoculation of soybean seeds with the Tn-5 mutant *Bradyrhizobium japonicum* B1-20 leads to regulation of prooxidant - antioxidant protective processes in plants, helps to increase their nitrogen-fixation potential and maintain grain yield under prolonged exposure to drought.

**Keywords:** soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), hydrogen peroxide, catalase, ascorbate peroxidase, guaiacol peroxidase, drought.