

## АЗОТФІКСУВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ГЕНЕТИЧНО-МОДИФІКОВАНИХ ШТАМІВ РИЗОБІЙ У СИМБІОЗІ З ЛЮЦЕРНОЮ ПОСІВНОЮ

Фіксація молекулярного азоту бактеріями в симбіозі з бобовими рослинами є потужним і екологічно чистим способом нагромадження біологічного азоту на нашій планеті. Через посилення симбіотичної азотфіксації бобовими рослинами відкривається можливість збільшувати вміст білка в рослинах, а через них і в ґрунтах. З огляду на це важливим чинником, який визначає продуктивність бобових культур є підбір комплементарних і високоактивних партнерів – мікросимбіонтів, до бобових рослин тобто створювати відповідно активні штами бульбочкових бактерій [3, 4, 5].

Об'єктами досліджень були люцерна посівна сорту Ольга та сорту Зайкевича, бульбочкові бактерії люцерни селекціонованих штамів транспозантів: 425а -15, 425а-17, 425а-23, 425а -39, 425а-42, а також: 441-2, 441-7, 441-10. Бактерії виробничих штамів 425а та 441 послужили контролем в цих дослідях. Досліджувані штами бактерій генетично модифіковані і відібрані для дослідів у відділі азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ.

Метою даної роботи було вивчити як впливає інокуляція люцерни досліджуваними штамми бактерії на азотфіксувальну активність та урожай трави люцерни. Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- провести польові дослідження згідно з розробленим планом та схемою;
- встановити активність ферменту нітрогенази у сформованих на коренях азотфіксувальних бульбочках;
- визначити врожай трави інокульованої люцерни.

Польові дослідження проведено на ділянках агролабораторії Тернопільського національного педагогічного університету протягом вегетаційного періоду 2012 року. Ґрунт – чорнозем опідзолений середньосуглинковий, сформований на лесах [1]. Дослідження закладено і проведено згідно з вимог методів польових досліджень [2]. Облікові ділянки становили 5 м кв., повторюваність дослідів чотириохватна. У фазу бутонізації здійснено аналізи на активність нітрогенази за методом Р. Гарді [6].

Новизна і практичне значення досліджень. Вперше в умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська область) досліджувався вплив передпосівної інокуляції насіння люцерни створеним методом транспозонової мутагенезу штамми симбіотрофних азотфіксувальних бактерій на фізіолого-біохімічні показники цієї культури. Визначено комплементарні і найбільш активні щодо азотфіксації штами досліджуваних бактерій. Їх рекомендовано для подальшого вивчення і можливого впровадження в технологію вирощування люцерни.

Таблиця 1

*Азотфіксувальна активність люцерни сорту Ольга інокульованої новими штамми ризобій створених методом транспозонової мутації на основі бактерій виробничого штаму 425а*

Варіант	Штами бактерій	Активність нітрогенази			Вага сирової трави		
		мкМоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / год. на росл.	% відносно		г/м <sup>2</sup>	% відносно	
			контролю	штаму 425а		контролю	штаму 425а
I	Контроль (не інокульовано)	0,60±0,03	100,0	41,1	569±18	100,0	77,3
II	425а	1,46±0,12	243,3	100,0	736±16	129,3	100,0
III	425а-15	1,86±0,07	311,7	128,1	875±17	153,7	118,9
IV	425а-17	1,96±0,08	326,7	134,2	805±24	141,5	109,4
V	425а-23	1,34±0,11	223,3	91,8	681±15	119,5	92,5
VI	425а-39	0,93±0,09	155,0	63,7	625±18	109,8	84,9
VII	425а-42	1,42±0,03	236,7	97,3	763±23	134,2	103,8

Дослідження мікробів-транспозантів створених на основі бактерій виробничого штаму 425а (табл. 1), вказує на те, що в симбіозі з люцерною сорту Ольга вони порівняно з не інокульованими рослинами (контрольними) суттєво підвищують активність ферменту нітрогенази, а отже активують азотфіксацію в люцерни. Активність нітрогенази в азотфіксувальних бульбочках інокульованих рослин зростає в 2-3 рази, а в окремих випадках (варіанти III - IV) становить 311 – 326 % відносно контрольних рослин.

Порівнюючи азотфіксувальну активність та урожай трави люцерни інокульованої транспозонованими мутантами з люцерною інокульованою бактеріями виробничого (425а) штаму відмічаємо, що найбільш ефективними азот фіксаторами виявились бактерії-транспозанти 425а-15 та 425а-17.

Одночасно з цим нами здійснено пошук активних азотфіксаторів серед бактерій створених методом транспозонової мутагенезу на основі бактерій штаму 441 (табл.2). Дослідження проведено над люцерною посівною сорту Зайкевича, бульбочковими бактеріями штамів 425а, 441 та штамів-транспозантів 441-2, 441-7 і 441-10.

Азотфіксувальна активність люцерни сорту Зайкевича інокульованої новими штамми ризобій створених методом транспозонової мутації на основі бактерій виробничого штаму 441

Варіант-ТМ	Штами бактерій	Активність нітрогенази			Вага сирової трави		
		мкМольС <sub>2</sub> Н <sub>4</sub> / год. на росл.	% відносно		г/м <sup>2</sup>	% відносно	
			контролю	штаму 425а		контролю	штаму 425а
I	Контроль (не інокульовано)	0,33±0,005	100,0	61,6	295±32	100,0	76,8
II	425а	0,52±0,006	162,3	100,0	384±26	130,1	100,0
III	441	0,67±0,006	208,7	128,61	404±21	136,8	105,2
IV	441-2	0,70±0,006	218,1	134,4	411±18	139,1	107,0
V	441-7	0,88±0,003	274,4	169,1	409±20	138,4	106,5
VI	441-10	0,49±0,004	152,9	94,3	413±22	139,9	107,6

Спостереження свідчать, що інокуляція люцерни досліджуваними азот фіксуючими мікроорганізмами підсилює активність нітрогенази, а звідси і азотфіксацію в корневих бульбочках. Так, в фазі бутонізації активність нітрогенази в контрольних рослинах становить 0,33 ± 0,005 мкМольС<sub>2</sub>Н<sub>4</sub> /год. на росл. Найвищу активність нітрогенази зафіксовано в рослин інокульованих бактеріями транспозантими штамів 441-2 та 441-7. Вона досягла відповідно 0,7 ± 0,006 та 0,88 ± 0,003 мкМоль С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub> / год. на росл.

Аналізуючи результати досліджень азотфіксувальної активності та урожаю трави констатуємо, що найбільш ефективними в симбіозі з люцерною є бактерії штамів 441-2 та 441-7.

На підставі досліджень можна зробити такі висновки:

1. Азотфіксуючі бульбочки, які сформувались на коренях люцерни в симбіозі з досліджуваними бактеріями транспозантими, відзначались більш активним ферментом – нітрогеназою, а отже вони більш активно фіксували молекулярний азот.

2. Інокуляція насіння досліджуваними бактеріями сприяла збільшенню урожаю зелені трави люцерни, що має практичне значення в сільськогосподарському виробництві.

3. Бактерії штамів 425а-15, 425а-17, 441-2 та 441-7 можна рекомендувати для подальшого дослідження з метою виготовлення інокуляційного препарату – нітрагіну, для використання його в технології вирощування люцерни.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головкин Э.А. Влияние ризоторфина и минерального азота на симбиотические свойства люпина желтого / Э.А. Головкин, Е.П. Старченков, С.В. Пыда, И.Н. Бутницкий // Физиология и биохимия культур. растений. – 1993, – т.25, № 4 – с.252 – 256.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985 – 351с.
3. Коць С.Я. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз : [монография : в 4-х т.] / том 1 / С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патыка. [и др.]. – К.: Лотос, 2010, 508с.
4. Коць С.Я. Использование современных методов генетической инженерии для получения эффективных штаммов клубеньковых бактерий/ С.Я. Коць // Физиология и биохимия культурных растений. 2012, т 44, № 1, с.23-40.
5. Патыка В.П. Біологічний азот. Монографія / В.П. Патыка, С.Я. Коць, В.В. Волкогон, О.В. Шерстобоева та ін. За ред. В.П.Патыка– К.: світ, 2003. – 424 с.
6. Hardy R.W. The Acetylene – Acetylene Assay for N<sub>2</sub> Fixation: laboratory and Field Evaluation / R.W. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Brums // Plant Physiol. – 1968.-V.43.-№ 8. – p. 1185 – 1207.

Юрків Д.

Науковий керівник – Удич З.І

### ЕЛЕКТРОННО ДИДАКТИЧНІ РЕСУРСИ У РОБОТІ ВЧИТЕЛЯ ІНКЛЮЗИВНОГО ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Розвиток удосконалення й розповсюдження інформаційно-комунікаційних технологій спричиняють істотний вплив на всі компоненти навчального процесу – його цілі, зміст, завдання, форми, методи, засоби навчання. Найочевиднішим є зміни, що стосуються засобів навчання: використання електронних дидактичних ресурсів.

Під електронно дидактичними ресурсами розуміють навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали і засоби розроблені в електронній формі та представлені на носіях будь-якого типу або розміщені у комп'ютерних мережах, які відтворюються за допомогою електронних цифрових технічних засобів і необхідні для ефективної організації навчального процесу, в частині це стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами. Електронно-дидактичні ресурси мають велике значення в інклюзивній освіті. Оскільки діти з особливими потребами можуть за їх допомогою навчатися не виходячи з дому. Вони можуть навчатись як самостійно так і за допомогою вчителя, який завжди буде поруч. Учителі використовують для створення електронних дидактичних