

УДК 631.461.52:631.95:633.32

СИМБІОЗ *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BV. TRIFOLII* З СОРТАМИ КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ

О. О. Кічігіна¹, В. П. Патика²

¹Інститут агроєкології і природокористування НААН
вул. Метрологічна, 12; м. Київ, 03143, Україна; e-mail: ol_ki@ukr.net

²Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154; м. Київ, 03143, Україна

*Проведено оцінювання інтенсивності процесу азотфіксації сортів конюшини лучної в симбіозі зі штамом *Rhizobium leguminosarum bv. trifolii* 329б, на основі якого виробляється Ризобофіт. Виділено сорти, що впродовж трьох років досліджень характеризувалися найвищою здатністю до симбіозу, нодуляційною активністю та урожайністю насіння.*

Ключові слова: сорти конюшини лучної, біологічний азот, азотфіксувальний потенціал, родючість ґрунту.

Біологічний азот є потужним фактором підвищення потенційної родючості ґрунту, значного заощадження мінеральних азотних добрив, зменшення забруднення навколишнього середовища шкідливими азотними сполуками [7].

Більш як половина фіксованого на планеті азоту зв'язується завдяки функціонуванню симбіозу бобових рослин і бульбочкових бактерій, причому в ґрунтово-кліматичних умовах України бобово-ризобіальні системи залежно від вирощуваної бобової культури здатні щорічно фіксувати з атмосфери від 40 до 300 кг і більше азоту на 1 га посіву [1; 8; 12]. За даними А. О. Бабица [10], у конюшини лучної продуктивність азотфіксації становить 115–208 кг азоту/га в рік, при цьому частка біологічного азоту у формуванні урожаю сягає 70–90 %, залишок азоту в ґрунті — 60–80 кг/га.

Отже, конюшина лучна, крім своєї цінності як високобілкова культура, має вагомий агротехнічний значення. Вона накопичує в ґрунті біологічно фіксований азот, завдяки рослинним решткам удобрює ґрунт, покращує його структуру, в результаті є добрим попередником для всіх сільськогосподарських культур. Її використання як у чистих посівах, так і в сумішках зі злаковими травами забезпечує підвищення врожайності та якості кормів [9]. Тому при формуванні траво-

стою слід приділяти особливу увагу введенню в травосумішки сортів конюшини лучної з високим потенціалом азотфіксації [3].

При цьому слід урахувати, що взаємодія макро- і мікросимбіонтів не завжди характеризується високою ефективністю фіксування молекулярного азоту. Відомо, що рівень ефективності бобово-ризобіального симбіозу визначається генотипами обох партнерів — бульбочкових бактерій і бобових рослин-живителів [1; 8; 11].

Поліморфізм за активністю симбіотичного комплексу «бобова рослина – бульбочкові бактерії» містить у собі два аспекти: мінливість і різноманітність штамів бульбочкових бактерій, а також різну реакцію рослини-живителя на взаємодію з бактеріальним штамом. Тому високий рівень продуктивності симбіотичної азотфіксації неможливий без спрямованої селекції сортів бобових рослин і комплементарних штамів бульбочкових бактерій з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умов.

Розвиток бульбочкових бактерій тісно пов'язаний з ростом бобової рослини. Її генотип визначає специфічне енергетичне забезпечення потреб азотфіксувального мікроорганізму у вигляді продуктів фотосинтезу і кореневого опаду, а також регуляторні, сигнальні і синантрофні процеси взаємодії [12]. Тому при використанні у сільському госпо-

дарстві сортів конюшини лучної, окрім їх господарсько цінних, повинні враховуватись ознаки, що характеризують здатність до фіксації азоту атмосфери.

Метою наших досліджень було оцінювання інтенсивності процесу азотфіксації сортів конюшини лучної в симбіозі зі штамом *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *trifolii* 3296 і виділення донорних генотипів конюшини за цим показником, а також урожайністю насіння.

Матеріали й методи. Польовий дрібноділянковий дослід із сортами конюшини лучної (*T. pratense* L.) проводили на базі Інституту кормів НААН (2006–2008 рр.). Ґрунт — сірий лісовий опідзолений середньосуглинковий; вміст гумусу — 2,06 %; рН 4,8; гідролітична кислотність — 3,24 мг-екв./100 г ґрунту; сума ввібраних основ — 19,2 мг-екв./100 г ґрунту; вміст доступного для рослин азоту — 74 мг/кг ґрунту (за Корнфільдом); рухомого фосфору — 173 мг/кг ґрунту і обмінного калію — 88 мг/кг ґрунту (за Кірсановим). Площа дослідної ділянки 2 м². Повторність дослідів — шестиразова.

Дослідження проводили в посівах конюшини лучної другого року вирощування.

Нітрогеназну активність визначали методом ацетиленредукції за допомогою газового хроматографа «Chrom 5» з іонізаційно-полум'яним детектором [13]. Кількість бульбочок на коренях рослин — візуально, прямим підрахунком. Дослідження проводили у другій декаді червня.

Збір та облік урожаю насіння проводили в серпні.

Встановлення вірогідності отриманих результатів проводили за допомогою стандартних комп'ютерних програм «Статистика», за коефіцієнтом Стьюдента — в лабораторних дослідах і за коефіцієнтом Фішера — в польових, користуючись рекомендаціями посібників з математичного аналізу результатів експерименту [2; 5; 6].

Результати та їх обговорення. Для вивчення азотфіксувального потенціалу досліджуваних сортів конюшини лучної проведено тестування на сумісність їх з *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *trifolii* 3296, на основі якого виробляється мікробний препарат Ризобофіт. Необхідність у цьому диктується тим, що найбільш продуктивний симбіоз виникає у випадку, якщо рослина-живитель і популя-

ція бульбочкових бактерій еволюціоновані разом, що дає можливість підвищувати родючість ґрунту і в кінцевому результаті — економити значну кількість мінеральних азотних добрив та одержувати високі стабільні врожаї [7; 8].

Упродовж 2006–2008 рр. досліджень спостерігали позитивний кореляційний зв'язок між нітрогеназною активністю і кількістю бульбочок на рослині, який був у межах від 0,30 до 0,47 (табл. 1).

Таблиця 1. Кореляційний зв'язок між рівнем нітрогеназної активності і чисельністю бульбочок на коренях рослин конюшини, 2006–2008 рр.

Показник	Кількість бульбочок		
	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Нітрогеназна активність	+0,30	+0,47	+0,45

У досліджуваних сортів конюшини лучної нітрогеназна активність перебувала у межах від 1,8 до 4,7 мкмоль С₂Н₄/(росл. · год.), нодуляційна здатність — від 19 до 41 бульбочок/рослину, а урожайність насіння — від 0,22 до 0,51 т/га (табл. 2).

У середньому за три роки досліджень найнижчу здатність до симбіозу відмічено у сорту Поліс — 1,9 мкмоль С₂Н₄/(росл. · год.), хоча кількість бульбочок була достатньою — 28 од./рослину, а урожайність насіння при цьому становила 0,26 т/га.

Найменшу (у середньому за три роки) кількість бульбочок — 26 од./рослину мали сорти конюшини лучної Атлас і Передкарпатська 6, з нітрогеназною активністю 2,1 та 2,0 мкмоль С₂Н₄/(росл. · год.) та урожайністю насіння 0,26 та 0,27 т/га відповідно.

Найвищою ж здатністю до симбіозу, нодуляційною здатністю та урожайністю насіння характеризувався сорт конюшини лучної Миронівська 5, нітрогеназна активність якого у середньому за три роки становила 3,8 мкмоль С₂Н₄/(росл. · год.), кількість бульбочок на рослині — 38 од./рослину, а урожайність насіння при цьому — 0,45 т/га.

Встановлено, що у середньому за три роки серед досліджуваного набору сортів конюшини лучної найкращими показниками характеризувався сорт Полтавська 75, що є придатним для вирощування в зоні Лісосте-

Таблиця 2. Показники симбіозу і урожайність насіння сортив конюшини лучної (*Trifolium pratense L.*), 2006–2008 рр.

Сорти	2006 р.			2007 р.			2008 р.			Середнє за три роки		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Агрос 12	2,20±0,07	23,0±1,2	0,29	3,30±0,13	27,0±0,9	0,39	2,70±0,08	25,0±1,4	0,25	2,70±0,09	25,0±1,2	0,31
Атлас	1,90±0,08	19,0±0,7	0,22	2,50±0,08	30,0±1,0	0,30	1,90±0,06	29,0±0,8	0,26	2,10±0,07	26,0±0,8	0,26
Анітра	3,10±0,12	32,0±1,5	0,41	2,70±0,12	40,0±1,6	0,51	3,60±0,15	34,0±1,1	0,39	3,10±0,13	35,0±1,4	0,44
Глорія місцева поліпшена	3,00±0,09	34,0±1,7	0,30	2,30±0,05	29,0±0,7	0,26	2,40±0,07	23,0±0,5	0,25	2,60±0,07	29,0±1,0	0,27
Дарунок	4,30±0,13	27,0±1,1	0,28	1,90±0,06	27,0±0,5	0,30	2,20±0,05	30,0±1,1	0,27	2,80±0,08	28,0±0,9	0,28
Кумач	2,00±0,06	30,0±0,9	0,32	3,00±0,09	25,0±0,7	0,27	3,00±0,06	34,0±1,5	0,26	2,70±0,07	30,0±1,0	0,28
Кварга	2,20±0,11	27,0±0,8	0,27	2,90±0,12	31,0±1,1	0,31	1,80±0,05	31,0±1,2	0,40	2,30±0,09	30,0±1,0	0,33
Маруся	2,90±0,09	25,0±0,6	0,40	3,40±0,12	24,0±1,0	0,43	4,00±0,12	34,0±1,2	0,45	3,40±0,11	28,0±0,9	0,43
Мільвус	3,40±0,14	29,0±0,8	0,28	3,70±0,15	32,0±0,9	0,32	3,30±0,10	29,0±0,9	0,29	3,50±0,13	30,0±0,9	0,30
Миронівська 5	4,70±0,14	35,0±0,7	0,45	3,80±0,06	41,0±2,2	0,50	2,90±0,09	37,0±2,0	0,40	3,80±0,10	38,0±1,6	0,45
Мрія	4,00±0,12	29,0±1,0	0,22	2,90±0,09	29,0±0,9	0,29	3,10±0,12	33,0±1,0	0,30	3,30±0,11	30,0±1,0	0,27
Носівська 4	2,60±0,08	28,0±0,9	0,29	3,00±0,12	30,0±0,5	0,28	1,90±0,04	29,0±1,1	0,25	2,50±0,08	29,0±0,8	0,27
Носівська 5	3,00±0,09	34,0±1,0	0,36	4,00±0,12	29,0±0,5	0,39	2,60±0,08	33,0±1,1	0,42	3,20±0,10	32,0±0,9	0,39
Передкарпатська 6	1,80±0,05	22,0±0,7	0,23	2,00±0,06	26,0±1,0	0,27	2,20±0,05	30,0±0,9	0,33	2,00±0,05	26,0±0,9	0,27
Передкарпатська 33	3,50±0,14	31,0±1,1	0,30	3,00±0,12	37,0±2,0	0,27	2,90±0,09	29,0±0,8	0,31	3,10±0,12	32,0±1,3	0,29
Поліс	1,80±0,05	25,0±0,8	0,22	2,00±0,06	29,0±1,7	0,30	1,90±0,04	29,0±1,2	0,27	1,90±0,05	28,0±1,2	0,26
Полтавська 75	3,70±0,19	37,0±2,0	0,25	3,60±0,15	35,0±1,1	0,27	3,70±0,19	37,0±2,0	0,29	3,70±0,18	37,0±1,4	0,27
Полянка	2,40±0,07	28,0±0,8	0,34	2,90±0,12	31,0±1,3	0,33	2,90±0,12	29,0±0,8	0,28	2,70±0,11	29,0±1,0	0,32
Спарта	3,10±0,12	33,0±1,0	0,33	3,70±0,15	37,0±1,1	0,40	3,40±0,14	35,0±0,7	0,27	3,40±0,14	35,0±0,9	0,33
Темпус	2,40±0,09	28,0±0,8	0,27	3,30±0,13	32,0±1,0	0,33	1,90±0,06	29,0±0,7	0,29	2,50±0,09	30,0±0,8	0,30
НІР ₀₅												0,06

Примітки: 1 — нітрогеназна активність, мкмоль С₂Н₄(рослину · год.); 2 — кількість бульбочок, од./рослину; 3 — урожайність, т/га.

пу України та сорти Анітра, Маруся, Миронівська 5, Мільвус, Носівська 5, Спарта, придатні для вирощування в зоні Лісостепу і Полісся України [4].

При цьому показники нітрогеназної активності відповідно становили 3,7; 3,1; 3,4; 3,8; 3,5; 3,2 та 3,4 мкмоль C_2H_4 /(росл.·год.), кількість бульбочок на рослині складала 37; 35; 28; 38; 30; 32 та 35 одиниць, а урожайність насіння — 0,27; 0,44; 0,43; 0,45; 0,30; 0,39 та 0,33 т/га.

Збільшення в посівах конюшини лучної у зоні Лісостепу України частки сорту Полтавська 75, а в зоні як Лісостепу, так і Полісся частки сортів Анітра, Маруся, Миронівська 5, Мільвус, Носівська 5, Спарта як сортів з високим азотфіксувальним потенціалом дасть змогу отримувати корми високої якості, вирішувати проблеми дефіциту кормового білка у тваринництві, підвищувати родючість ґрунту і в кінцевому результаті — економити значну кількість мінеральних азотних добрив, що сприятиме поліпшенню екологічних умов у агроєкосистемах у цілому.

1. Біологічний азот / [В. П. Патица, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.]. — К. : Світ, 2003. — 424 с.

2. Вергунова І. М. Основи математичного моделювання / І. М. Вергунова. — К. : Нора-Принт, 2000. — 146 с.

3. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. — К. : КІМ, 2011. — 356 с.

4. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2012 р. / М-во аграр. політ. України, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. — К. : ТОВ Алефа, 2012. — 289 с.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта /

Б. А. Доспехов. — М. : Колос, 1985. — 352 с.

6. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. — Суми : Університетська книга, 2000. — 204 с.

7. Коць С. Я. Роль біологічного азоту у підвищенні продуктивності сільськогосподарських рослин / С. Я. Коць // Физиология и биохимия культурных растений. — 2001. — Т. 33, № 3. — С. 208–215.

8. Коць С. Я. Біологічна фіксація азоту та її значення в азотному живленні рослин / С. Я. Коць, В. П. Патица // Физиология растений : проблеми та перспективи розвитку / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин ; голов. ред. В. В. Моргун. — К. : Логос, 2009. — Т. 1. — С. 344–386.

9. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / редкол. : М. В. Зубець [голова] та ін. — К. : Аграрна наука, 2010. — 944 с.

10. Патица В. П. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві / В. П. Патица, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. збірн. — 2004. — Вип. 53. — С. 3–11.

11. Проворов Н. А. Генетический полиморфизм бобовых культур по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями / Н. А. Проворов, Б. В. Симаров // Генетика. — 1992. — Т. 28, № 6. — С. 5–14.

12. Тихонович И. А. Пути использования адаптивного потенциала систем «растение – микроорганизм» для конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов // С.-х. биология. — 1993. — № 5. — С. 36–46.

13. The acetylene-ethylene assay for N_2 fixation : laboratory and field evaluation / R. Hardy, R. Holsten, E. Jackson, R. Burns // Plant Physiol. — 1968. — Vol. 43, № 8. — P. 1185–1207.

СИМБИОЗ *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM* BV. *TRIFOLII* С СОРТАМИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

О. А. Кичигина¹, В. Ф. Патыка²

¹Институт агроэкологии и природопользования НААН, г. Киев

²Институт микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного НАН Украины, г. Киев

*Проведена оцінка інтенсивності процесу азотфіксації сортів клевера лугового в симбіозі со штаммом *Rhizobium leguminosarum**

SYMBIOSIS OF *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM* BV. *TRIFOLII* WITH RED CLOVER VARIETIES

O. O. Kichigina¹, V. P. Patyka²

¹Institute of Agroecology and Environmental Management, NAAS, Kyiv

²Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine, Kyiv

*The estimation of nitrogen fixation process intensity in meadow clover plants in symbiosis with *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii**

sarum bv. *trifolii* 329б, на основании которого производят Ризобофит. Выделены сорта, которые на протяжении трех лет исследований характеризовались наивысшей способностью к симбиозу, нодуляционной активностью и урожайностью семян.

Ключевые слова: сорта клевера лугового, биологический азот, азотфиксирующий потенциал, плодородие почв.

strain 329б, active agent of *Rhizobofit* preparation, was performed. Plant varieties that were characterized with the greatest symbiotic and nodulation ability as well as seed productivity within the three years were selected.

Key words: clover varieties, biological nitrogen, nitrogen-fixing capacity, soil fertility.