

5. У личинковохордових (асцидія) та безчерепних (ланцетник) травна система була проста і складалася з примітивного рота, ендостильної глотки, стравоходу з простим кишечником та печінковим виросом, тоді як хребетні (vertebrata) мали більш диференційовану травну систему, що включала більш досконалу ротову порожнину і зубну систему, шлунок, диференційований кишечник, травні залози, протоки яких впадають у дванадцятипалу кишку.

6. Більш досконалою у філогенетичному аспекті є система травлення у земноводних і плазунів. В них диференційована і значно розвинена ротова порожнина, язик, є конічні зуби, слинні залози, м'язовий шлунок та диференційований на три відділи кишечник із сліпим відростком. Функціонально розвинені травні залози, їм властива більш різноманітна трофіка.

7. Птахи і ссавці відносяться до вищих тварин з притаманною їм досконалою системою травлення. У птахів стравохід має спеціальне розширення (воло), секреторний і м'язовий шлунок, сліпі відростки без прямої кишки (для прискорення дефекації) та фабриційова сумка. У ссавців до травної системи добавляються губи, диференційована зубна система, м'язовий язик, простий (три зони) і чотирьохкамерний шлунок (жуйні). Кишечник складається з трьох відділів (тонкий з дванадцятипалою кишкою, товстий з прямою кишкою). Ферментативне високо функціоналі печінка і підшлункова залози; високорозвинена ферментно-гормональна система, що приймає участь і активізує процес травлення.

8. Філогенез системи травлення у безхребетних і хребетних здійснювався в напрямку постійного її удосконалення від простого до складного диференційованого. У безхребетних від клітинного рота і травних, вакуолей до ротового отвору, простого шлунка з кишечником та внутріклітинним і позаклітинним травленням. Еволюція системи травлення хребетних проходила більш спрямовано диференційовано від ротового сифона, простого кишечника до високофункціональних шлунків, кишечників, травних залоз, з високодиференційованою ферментно-гормональною системою обробки їжі, травлення і засвоєння поживних речовин та з досконалою системою виділення продуктів обміну.

#### *Література*

1. Абдурахманов Д. и др. Зоология с основами зоогеографии. – М., Мир, 2000. – 400с.
2. Адольф Т.А. и др. Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных. – М.: Просвещение, 1983. – 280с.
3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1981.-300с.
4. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных. М.: Просвещение, 1979. – 190с.
5. Кваша В.І. і ін. Зоологія. Навчально-польовий практикум. – Тернопіль, ТДПУ, 2004. – 184С.
6. Кваша В.І., Пилявський Б.Р. Зоологія безхребетних. Лабораторний практикум. -- Тернопіль, 2001.- 144с.
7. Кістяківський О.Б. Мазелок І.І. Польовий практикум з зоології. – К.: Рад. школа, 1967. – 320с.

*Алла Кадира, Ганна Кадира  
наук. керівник – канд. біол. н. В.П. Заболотна,  
доц. І.М. Бутницький*

## **ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ СИМБІОТИЧНИМИ І АСОЦІАТИВНИМИ АЗОТОФІКСУЮЧИМИ БАКТЕРІЯМИ НА АКТИВНІСТЬ НІТРОГЕНАЗИ, РІСТ ТА УРОЖАЙ ЛЮЦЕРНИ ПОСІВНОЇ**

В сучасній сільськогосподарській і біологічній науці увагу вчених привертає не лише симбіотрофна але й асоціативна фіксація молекулярного азоту повітря. Вона відбувається у ризосфері та ризоплані рослин у результаті життєдіяльності вільноіснуючих в ґрунті азотофіксуючих мікроорганізмів. Джерелом живлення для них є метаболіти кореневого виділення рослин. В природних фітоценозах зони помірного клімату рівень асоціативної азотофіксації може досягати 100 кг/га фіксованого азоту протягом року, тоді як на сільськогосподарських угіддях активність азотофіксації менша: 20-30 кг/га за рік [4]. Переважна більшість сучасних досліджень щодо асоціативної фіксації молекулярного азоту проводяться над злаковими рослинами, а бобові культури, в цьому плані, залишаються поза увагою дослідників [5].

Отже, дослідження спрямовані на обґрунтування заходів щодо посилення симбіотичної і асоціативної азотофіксації в бобових рослин, є своєчасними й актуальними. Це й стало передумовою для проведення наших досліджень з люцерною посівною.

### **Мета, об'єкти і методика проведення дослідів**

Одним з найбільш поширених заходів, направлених на підвищення азотофіксації та

продуктивності бобових рослин, є їх інокуляція ефективними штамми бульбочкових бактерій. Разом з тим, цікаво було прослідкувати за сумісним впливом на азотофіксацію та життєдіяльність люцерни не лише бульбочкових бактерій, але й вільноіснуючих в ґрунті азотофіксуючих мікроорганізмів. В зв'язку з цим, перед нашими дослідженнями було поставлене завдання: методом інокуляції випробувати нові селекціоновані штамми симбіотичних і асоціативних бактерій на підвищення азотофіксації та ріст люцерни посівної в умовах Тернопільської області.

Полюві дослідження проводились на агродільниці Тернопільського педуніверситету. Ґрунт дільниці – чорнозем опідзолений сформований на лесах [1]. Об'єктами досліджень були люцерна посівна (*Medicago sativa L*) сорту Зайкевича, бактерії – азотобактер (*Azotobacter chroococcum*) штам 20, азоспірили (*Azospirillum brasiliense*) штам 410, агробактерії (*Agrobacterium radiobacter*) штам 420, бульбочкові бактерії (*Sinorhizobium meliloti*) штам М – 4. Насіння люцерни і штамми бактерій отримано у відділі азотофіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ.

Досліди закладено і проведено за відповідною схемою. На контрольній ділянці I висівали неінокульоване насіння. На дослідних ділянках перед висіванням насіння інокульовали штамми бактерій: II – азотобактером, III – азоспірилами, IV – агробактеріями, V – ризобіями. На трьох наступних ділянках висівали насіння інокульоване ризобіями в суміші з названими вище асоціативними азотофіксаторами: VI – ризобіями і азотобактером, VII – ризобіями і азоспірилами. VIII – ризобіями і агробактеріями.

Насіння люцерни висівали з розрахунку 15 кг/га. Посів провели широкорядним способом з шириною міжрядь 45 см та глибиною загортання насіння 2-3 см. Облікова площа 4 м<sup>2</sup>. Повторність досліду трикратна. Протягом вегетації застосовувалась загальноприйнята агротехніка вирощування цієї кормової культури в західному регіоні України.

В процесі вегетації встановлювали ріст надземних органів люцерни шляхом вимірювання висоти рослин. Азотофіксувальну активність (активність нітрогенази) визначали ацетиленовим методом Р. Гарді та ін. [7] на газовому хроматографі Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Урожай зеленої маси люцерни облікували скошуванням і зважуванням на ділянках площею 4 м<sup>2</sup>, після чого зробили перерахунок на урожай в центнерах з гектара. Статистичну обробку результатів досліджень проведено за Б. О. Доспеховим [2].

#### **Результати досліджень**

Достовірною характеристикою симбіотрофної азотофіксації бобових рослин є активність ферменту нітрогенази. Наші дослідження показали (таблиця), що найвищу активність нітрогенази мали рослини інокульовані ризобіями в поєднанні з азоспірилами і агробактеріями. Так, при інокуляції люцерни ризобіями в суміші азоспірилами активність нітрогенази становила 178,06 нмоль С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>/год. на рослину, це на 65,5% вище від неінокульованих рослин, а при інокуляції ризобіями – 158,16 нмоль, С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>/год. на рослину, що становить 146,9% проти контролю (100%). Максимальна різниця щодо активності нітрогенази між контрольними (I варіант) і дослідних (VIII варіант) рослинами становить біля 75 нмоль С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>/год. на рослину, що у процентному співвідношенні вище від контрольних рослин приблизно на 70%. В цілому можна стверджувати, що передпосівна інокуляція позитивно впливає на підвищення активності нітрогенази в люцерні.

Важливим показником ефективності інокуляції бобових рослин є активність росту їх надземних органів. В зв'язку з цим, в процесі проведення дослідів ми встановлювали динаміку росту надземних органів люцерни шляхом вимірювання висоти рослин під час вегетації. Спостереження за ростом надземних органів люцерни посівної (таблиця) свідчать про те, що вона більш активно реагує на азотне живлення в ранніх фазах росту. Так, наприклад, у фазі активного росту рослин (17, 06) максимальна різниця між висотою контрольних (I- варіант) і дослідних (VIII – варіант) рослин становила 10 см.

Позитивний вплив на ріст рослин мала передпосівна інокуляція насіння азоспірилами, агробактеріями, ризобіями. При поєднанні інокуляції люцерни активними штамми бульбочкових бактерій з асоціативними азотофіксаторами високий ефект щодо росту рослин спостерігався в VII варіанті (рослини інокульовано ризобіями і азоспірилами). Висота рослин в даному варіанті 38,5 см, що становить 124% проти 100% в контрольних рослин. У VIII варіанті (рослини інокульовано ризобіями і агробактеріями) висота рослин досягла 40,3 см., або 130,4% в порівнянні з контрольними рослинами. Варто відмітити той факт, що на ріст люцерни слабо впливає поєднана інокуляція ризобіями з азотобактером. Можливо, ці дані вимагають більш глибокого експериментального дослідження.

**Таблиця. Вплив інокуляції симбіотичними та асоціативними азотофіксуючими бактеріями на ефективність нітрогенази, ріст і урожай люцерни посівної в умовах Тернопільської області**

Варіанти	Рослини інокульовано бактеріями	Активність нітрогенази		Довжина пагонів		Сира надземна маса	
		нмоль C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /год на рослину	% до контролю	см	% до контролю	ц/га	% до контролю
I	Контроль (не інокульовано)	107,600 ± 2,44	100,0	30,9 ± 0,8	100,0	141,79 ± 4,06	100,0
II	Азобактер	141,06 ± 2,05	131,6	33,2 ± 0,2	107,4	164,55 ± 3,54	116,1
III	Азоспірили	131,050 ± 1,86	121,8	35,7 ± 0,3	115,5	181,57 ± 3,32	128,1
IV	Агробактерії	136,245 ± 1,07	126,6	36,6 ± 0,3	118,4	179,97 ± 5,37	126,9
V	Ризобії	158,163 ± 0,93	146,9	36,2 ± 0,2	115,1	187,41 ± 4,58	132,2
VI	Ризобії + Азобактер	134,142 ± 0,83	124,7	35,4 ± 0,2	114,5	159,41 ± 0,42	112,4
VII	Ризобії + Азоспірили	178,060 ± 1,45	165,5	38,5 ± 0,3	124,6	222,97 ± 3,39	157,3
VIII	Ризобії + Агробактерії	182,704 ± 1,37	169,8	40,3 ± 0,3	130,4	219,97 ± 4,73	155,13

За нормальних умов вирощування люцерна здатна забезпечити 2-3 укуси протягом року. Найкраще перший раз її скошувати у фазі бутонізації або початку цвітіння [5]. Нами проведено скошування люцерни у фазі цвітіння 26. 07. Це дало можливість встановити вплив інокуляції асоціативними та бульбочковими бактеріями на формування зеленої маси у цієї культури. Цей показник є досить важливим, адже люцерна є цінною кормовою культурою, має важливе значення для сільського господарства. Її використовують на зелений корм і для заготівлі сіна, сінажу, трав'яного борошна [6]. Залежно від росту люцерни змінюється кормова цінність рослин через зміну хімічного складу вегетативних органів. Листки є найціннішим кормом, бо в них міститься основна кількість протеїну, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів. Стебла багаті на клітковину [3].

Виходячи з цього, ми визначили урожай зеленої маси люцерни. Як видно з таблиці, інокуляція люцерни азотофіксуючими мікроорганізмами істотно впливає на формування травостою. Високий врожай одержано в рослин інокульованих азоспірилами – 181,6 ц/га., що збільшило вихід зеленої маси на 28% проти контрольних рослин. Рослини інокульовані агробактеріями дали урожай – 179,97 ц/га., а інокульовані ризобіями – 187,41 ц/га. У процентному вираженні вага зеленої маси цього варіанту вища від рослин контролю на 32%.

Найвищий урожай зеленої маси дали рослини, що були інокульовані бульбочковими бактеріями в поєднанні з азоспірилами 222,9 ц/га., або 157,2% в порівнянні з контролем, та ті, що інокульовано сумішшю ризобій з агробактеріями – 219,9 ц/га. (155,1% проти контролю). Отже, максимальна різниця між вагою зеленої маси контрольних рослин (I варіант) і дослідних (VII варіант) становить 81 ц/га., або 57%.

Результати проведених досліджень підтверджують позитивний вплив інокуляції досліджуваними асоціативними та симбіотичними бактеріями – азотофіксаторами на фіксацію молекулярного азоту, фізіолого – біохімічні процеси в люцерни та підвищення врожаю надземних органів цієї кормової культури в умовах західного лісостепу України.

#### **Висновок**

Інокуляція насіння люцерни посівної вільноживучими в ґрунті асоціативними азотофіксувальними бактеріями (азоспірилами та агробактеріями), а також інокуляція насіння цими ж бактеріями в поєднанні з активним штамом ризобіальних бактерій (M-4) підвищує активність нітрогенази в симбіотрофних корневих бульбочках, посилює ріст надземних органів цієї культури, що в кінцевому результаті приводить до збільшення врожаю зеленої маси рослин.

#### **Література**

1. Головкин Э. А., Старченков Е. П., Пыда С. В., Бутницкий И. Н. Влияние ризоторфина и минерального азота на симбиотические свойства люпина желтого // Физиология и биохимия культ. растений. 1993. Т. 25, №4 – с. 352 – 356.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985, 423 с.
3. Коць С. Я. Фізіологічні основи високоефективного функціонування симбіотичних систем люцерни в агроценозах / Автореферат дис. доктора біол. наук. – К., – 2001. – 33 с.
4. Моргунов В. В. Передмова // Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм. Матеріали Міжнародної наукової конференції, 1 – 4 жовтня 2001 р. Тернопіль 2001 с. 5-6.
5. Патица В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Біологічний азот. – К.: Світ. – 2003 – 424 с.
6. Старченков Е. П., Коць С. Я. Биологический азот в земледелии и роль люцерны в пополнении его запасов в почве // Физиология и биохимия культ. растений. – 1992. 24, №4. – с. 325-338.
7. Hardy R. W., Holsten R. D., Jackson E. K., Burns R. C. The acetylene – ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation laboratory and field evolution // Plant Physiology. – 1968. – 43, №8. – p. 1185-1207.