

АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН ТА ГЕНЕТИКИ

На правах рукопису

ОСТАПЕНКО Дмитро Дмитрович

ЕФЕКТИВНІСТЬ БОВОВО-РИЗОВІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ В ГОРОХУ  
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

03.00.12. - фізіологія рослин

А в т о р е ф е р а т  
дисертації на здобуття вченого ступеню  
кандидата біологічних наук

Київ - 1993

Робота виконана у відділі симбіотичної азотфіксації  
Інституту фізіології рослин і генетики АН України

Науковий керівник: доктор біологічних наук  
П.П.СТАРЧЕНКОВ

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук  
А.Ф.Антипчук  
доктор біологічних наук  
К.С.Ткачук

Ведуча організація - Кримська філія ґрунтової мікробіології  
Інституту землеробства УААН

Захист відбудеться "18" лютого 1993 р.  
о 12 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 016.57.01  
в Інституті фізіології рослин і генетики АН України за адресою:  
252022, Київ-22, вул.Васильківська, 31/17.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інституту  
фізіології рослин і генетики АН України.

Автореферат відправлено "14" січня 1993 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат біологічних наук

*В.А.Труханов*  
В.А.Труханов

АНБ ім. В. Стефаника  
АН УРСР

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00825633 (R)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Вирощування бобових культур сприяє підвищенню родючості ґрунтів за рахунок збагачення їх зв'язаним азотом, який вони в симбіозі з бульбочковими бактеріями фіксують з повітря.

З усього різноманіття зернобобових культур, що вирощуються на Україні, найбільш поширеною є горох, який має здатність, при порівняно короткому вегетаційному періоді, формувати достатньо високі і стабільні врожаї зерна. Для вирощування гороху за інтенсивною технологією найбільш перспективним є морфотип з детермінатним ростом стебла і "вусатим" типом листа /Князькова, 1986; Дебелий, 1988; Шевченко з співавторами, 1992/.

Здатність бобових, в тому числі гороху, утворювати симбіоз з бульбочковими бактеріями, дозволяє рослинам частково або повністю задовольняти свої потреби в азоті.

Для підвищення продуктивності симбіотичної азотфіксації необхідно вивчити фактори, що визначають ефективність симбіозу протягом онтогенезу рослин.

Ефективність функціонування бобово-ризобіальної системи може бути різною, в залежності від генетичних, екологічних та антропогенних факторів. Найважливішим фактором, що визначає характер взаємовідносин макро- і мікросимбіонту є генотип рослини-хазяїна /Чундерова, 1981; Nutman, 1981; Hunev, 1990; Wong, 1990/. Отже, підбір і створення висококомплементарних пар сорт-штам дозволить реалізувати генетичний потенціал партнерів з симбіозу і досягти максимальної інтенсивності азотфіксації.

Відомо, що для підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації використовують препарати бульбочкових бактерій /Кожемяков, 1989; Канівець, 1989; Хотянович, 1992/. Проте, в ряді випадків, ефекта від їх застосування не спостерігається. Зокрема, обробка насіння гороху ризоторфіном забезпечує вірогідну надбавку зерна тільки в кожному третьому випадку /Кожемяков, 1989/. Підвищити ефективність препарату можна застосовуючи високоактивні і конкурентноздатні штами бульбочкових бактерій, враховуючи при цьому вірність підбору макро- і мікросимбіонтів за їх комплементарністю один до одного, а також використання

найбільш якісного поживного субстрату-наповнювача препарата. Незважаючи на те, що вивчення процесу симбіотичної азотфіксації є досить актуальним, багато питань, що згадувались вище, до цього часу залишаються маловивченими.

Мета і завдання досліджень. Метою даної роботи було вивчення ефективності бобово-ризобіального симбіозу в гороху, що вирощується в умовах Лісостепу України, та шляхів його підвищення. В зв'язку з цим, вирішувалися наступні завдання:

1. Вивчити інтенсивність процесів азотфіксації, фотосинтезу та темного дихання в різних морфотипів гороху, що вирощується в умовах неодинакового ступеню ефективності симбіозу.
2. Вивчити вплив нових штамів бульбочкових бактерій на сортову специфічність рослин гороху.
3. З'ясувати ефективність бобово-ризобіального симбіозу при застосуванні препаратів бульбочкових бактерій-ризоторфіну та ризолігніну.
4. Дослідити вплив біологічно активних речовин на ефективність горохово-ризобіального симбіозу.

Наукова новизна. В результаті проведеної роботи вперше були:

- вивчені фізіологічні характеристики нових та перспективних сортів гороху, різних морфотипів гороху, такі як інтенсивність азотфіксації, фотосинтезу та темного дихання, їх динаміка і взаємозв'язок в онтогенезі рослин;
- виявлено, що в умовах ефективного симбіозу підвищення інтенсивності фотосинтезу в певній мірі сприяє росту рівня нитрогеназної активності симбіотичних систем гороху в наступну фазу розвитку рослин;
- вивчені симбіотичні властивості нових штамів бульбочкових бактерій гороху, найкращі з котрих відібрані і можуть бути рекомендовані для виготовлення бактеріальних препаратів;
- проведені дослідження препаратів бульбочкових бактерій на основі наповнювача- лігніну;

- досліджена дія нових біостимуляторів на азотфікуючу активність, ріст і продуктивність гороху.

Практична цінність результатів роботи. Отримані результати дозволяють розширити уяву про фізіологічні особливості морфотипів гороху, що відрізняються як по висоті рослин, так і по типу листка. Результати досліджень можна використати при роботі та виготовленні нових препаратів бульбочкових бактерій, а також для більш широкого впровадження біостимуляторів під горох.

Апробація роботи. Результати досліджень були подані і обговорені на Республіканській конференції, присвяченій пам'яті чл.кор. АН УРСР Манорика А.В. /Тернопіль, 1991/; Міжнародній конференції " NITROGENFIX УШ" /Саратов 1992/; на IV Всесоюзній науковій конференції "Мікроорганізми у сільському господарстві" /Пуціно, 1992/; на конференції молодих вчених "Актуальні проблеми фізіології рослин та генетики /Київ 1992/.

Публікації. По темі дисертації надруковано 4 роботи, стаття знаходиться у друці.

Структура та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, огляду літератури, опису об'єктів та методів дослідження, експериментальної частини /4 розділи/, висновків, списку літератури /343 джерел, з них 112 іноземних/. Робота викладена на 130 сторінках машинописного тексту, в тому числі 48 таблиць і 18 малюнків.

### ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження були різні морфотипи гороху /*Pisum sativum* L. /, які відрізняються по висоті /високорослі, середньорослі, низькорослі/ і типу листка /з звичайним типом листка та з видозміненим листям у вигляді вусів/.

1. Рапорт - високорослий, звичайний тип листка;
2. Необсипальний - високорослий, звичайний тип листка;
3. Харківський-28 - високорослий, "вусатий" тип листка;

4. Вусач інтенсивний - високорослий, "вусатий" тип листка;
5. Вусач необсипаючий - високорослий, "вусатий" тип листка;
6. Вілкове гроно - високорослий, звичайний тип листка;
7. Богатир чеський - середньорослий, звичайний тип листка;
8. Орловчанин - середньорослий, звичайний тип листка;
9. Детермінантний - низькорослий, звичайний тип листка;
10. Норд - низькорослий, "вусатий" тип листка;
- II. Солара - низькорослий, "вусатий" тип листка.

Польові досліді проводили в господарствах, розміщених в зоні Лісостепу України: в 1990 р. - с.Зеленьки, Миронівського району Київської області на чорноземі типовому, малогумусному /рН - 6,7; вміст гумусу - 3,5 %/. Насіння інокулювали штамми бульбочкових бактерій гороху 250а /виробничий/, а також П<sub>2</sub>, одержаним з Південного відділення ВНДІ сільськогосподарської мікробіології, та штамом М<sub>2</sub> селекції відділу симбіотичної фіксації ІФРГ АН України. В досліді використовували сорти гороху: Ралорт, Богатир чеський, Солара, Харківський-28. Площа ділянки 3 кв.м. Повторність 4-х кратна.

В 1991 і 1992 рр. досліді проводили в ДВГ АН України сел. Глеваха Васильківського району Київської області. Тут переважають світло-сірі опідзолені, легкосуглинисті ґрунти /рН.- 5,5-5,8, вміст гумусу - 1,6-1,7 %/. Насіння гороху, сортів Богатир чеський і Солара інокулювали бактеріальними препаратами з різним наповнювачем - торфом /ризоторфін / і лігніном /ризолігнін/. Для виготовлення препаратів бульбочкових бактерій використовували штами 250а, П<sub>2</sub>, М<sub>2</sub> і нові, одержані з ІВ ВНДІСГМ - В<sub>5</sub> і І7. Площа ділянки 3 кв.м. Повторність 4-х кратна. В 1992 р. також, в умовах польового досліді, вивчали вплив нових біостимуляторів № 480 і 382 ДГ на ефективність бобово-ризобіального симбіозу у гороху сорта Богатир чеський.

Для проведення вегетаційних дослідів використовували посудини Вагнера, вмістом 8 кг. Рослини вирощували на ґрунті взятому з місць проведення польових дослідів. В досліді використову-

вдалась поживна суміш Гельрігеля, без внесення азоту. Насіння перед посівом стерилізували 70 % етиловим спиртом, промивали стерильною водою, потім інокулювали штамом бульбочкових бактерій 250а.

Вегетаційні досліді з біостимуляторами виконували в піщаній культурі /крупний річковий пісок, промитий водопровідною водою/. Рослини вирощували на поживній суміші Прянішнікова /0,5 норми азоту/. Насіння обробляли рістактивуючими речовинами /біостимуляторами/ синтезованими в Інституті органічної хімії АН України, які отримали реєстраційні номери 480, 382Д<sup>1</sup>, 60, 61, 62, а також пшеничним /Наумов, 1985/ та ячмінним екстрактами. Останній являє собою відходи пивовареної промисловості.

Ефективність бобово-ризобіального симбіозу оцінювали по азотфіксуючій активності, приросту біомаси рослин і вмісту в ній азоту, а також по врожаю надземної маси і зерна та вмісту білка в сухій надземній масі і зерні.

Активність азотфіксації визначали ацетиленовим методом /Hardy et al., 1968/, загальний азот - по Кельдалю в модифікації Чмельова і Тютєрової /Чмельов, Тютєрева, 1985/. Процентний вміст білку вираховували шляхом множення показника вмісту азоту на коефіцієнт 5,7 /Петєрбурзький, 1968/.

Інтенсивність фотосинтезу і темного дихання цілих рослин вимірювали з допомогою оптико-акустичного газоаналізатора, вміщуючи посудини з рослинами в спеціальні камери /Голик, 1984/.

Визначення вмісту хлорофілу проводили спектрофотометричним методом /Arnon, 1949/. Пігменти екстрагували диметилсульфоксидом без розтирання рослинної тканини /Hiscock et al., 1979/.

Для того, щоб дослідити, як впливають різні концентрації біостимуляторів на бульбочкові бактерії в чистій культурі використовували метод дифузії в агарі /Баранова, Єгоров, 1980/.

Статистичну обробку даних проводили за Доспєховим /Доспєхов, 1985/.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ АЗОТФІКСАЦІЇ, ФОТОСИНТЕЗУ  
І ТЕМНОВОГО ДИХАННЯ В ОНТОГЕНЕЗІ РІЗНИХ МОРФОТИПІВ ГОРОХУ В  
УМОВАХ НЕОДИНАКОВОГО СТУПЕНЮ ЕФЕКТИВНОСТІ СИМБІОЗУ

Інтенсивність процесів фотосинтезу і темнового дихання  
у рослин гороху різних морфотипів

Вивчення інтенсивності фотосинтезу різних морфотипів гороху показало, що сорти з обмеженим /детермінантним/ ростом /Богатир чеський і Детермінантний/, а також сорти "вусатого" типу /Солара, Вусач необсипаючий і Вусач інтенсивний/ мали високі її показники на протязі вегетаційного періоду /Табл. I/.

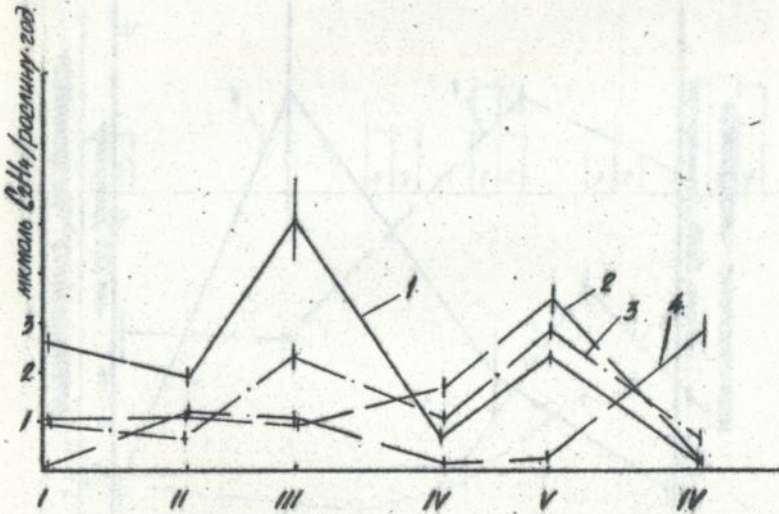
Інтенсивність фотосинтезу і темнового дихання в онтогенезі різних сортів гороху / $\mu\text{gCO}_2$ /рослину /

Сорт	Фаза розвитку рослин			
	6-7 пар листків	початок бутонізації	бутонізація, цвітіння	цвітіння, початок утворення плодів
	<u>Інтенсивність фотосинтезу</u>			
Богатир чеський	16,07 $\pm$ 0,23	14,10 $\pm$ 0,37	14,59 $\pm$ 0,14	8,70 $\pm$ 0,18
Необсипаючий	18,60 $\pm$ 0,15	9,98 $\pm$ 0,08	15,08 $\pm$ 0,12	12,53 $\pm$ 0,14
Білкове гроно	14,88 $\pm$ 0,41	17,87 $\pm$ 0,07	8,08 $\pm$ 0,14	7,29 $\pm$ 0,03
Детермінантний	14,03 $\pm$ 0,07	11,01 $\pm$ 0,19	17,15 $\pm$ 0,26	7,42 $\pm$ 0,17
Солара	17,38 $\pm$ 0,06	15,44 $\pm$ 0,44	18,10 $\pm$ 0,17	6,63 $\pm$ 0,09
Вусач необсипаючийся	15,86 $\pm$ 0,17	15,89 $\pm$ 0,19	12,55 $\pm$ 0,40	7,86 $\pm$ 0,24
Вусач інтенсивний	10,61 $\pm$ 0,07	8,76 $\pm$ 0,20	19,57 $\pm$ 0,20	7,59 $\pm$ 0,31
	<u>Інтенсивність темнового дихання</u>			
Богатир чеський	9,47 $\pm$ 0,11	7,20 $\pm$ 0,06	4,80 $\pm$ 0,08	3,48 $\pm$ 0,08
Необсипаючий	14,22 $\pm$ 0,20	4,45 $\pm$ 0,08	4,33 $\pm$ 0,02	4,94 $\pm$ 0,31
Білкове гроно	9,50 $\pm$ 0,21	4,84 $\pm$ 0,26	6,04 $\pm$ 0,32	4,83 $\pm$ 0,12
Детермінантний	11,53 $\pm$ 0,10	3,00 $\pm$ 0,21	5,90 $\pm$ 0,28	3,75 $\pm$ 0,13
Солара	8,86 $\pm$ 0,02	8,70 $\pm$ 0,06	3,03 $\pm$ 0,21	5,27 $\pm$ 0,24
Вусач необсипаючий	15,90 $\pm$ 0,18	6,38 $\pm$ 0,10	4,07 $\pm$ 0,24	4,66 $\pm$ 0,36
Вусач інтенсивний	7,96 $\pm$ 0,09	8,64 $\pm$ 0,27	5,19 $\pm$ 0,07	4,27 $\pm$ 0,06

Відмічено двовершинний характер кривої інтенсивності фотосинтезу з двома максимумами, перший - в початковій фазі розвитку рослин і другий, у фазі їх бутонізації - цвітіння.

Як видно з даних таблиці I, інтенсивність темнового дихання з початку розвитку рослин гороху мала найвищі показники, потім, по мірі вегетації, знижувалась. Високі показники темнового дихання свідчать про інтенсивність метаболічних процесів в першій половині онтогенезу рослин.

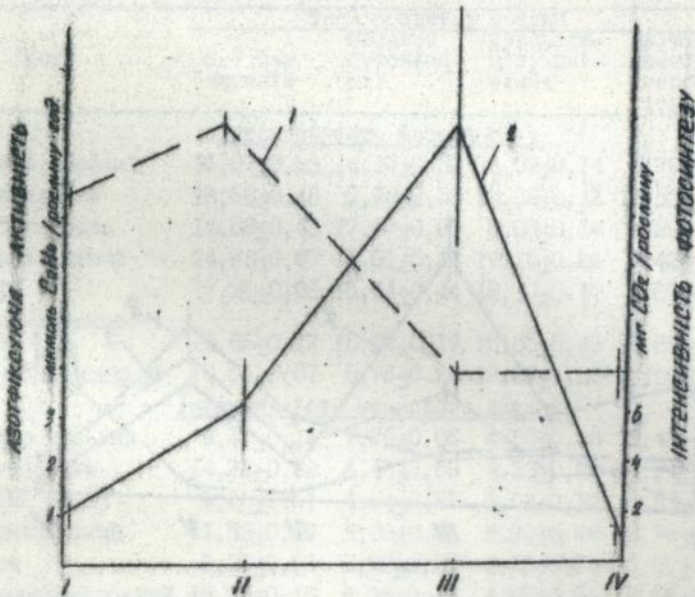
Динаміка азотфіксуючої активності в онтогенезі рослин гороху різних морфотипів та її зв'язок з інтенсивністю фотосинтезу



Мал. I. Динаміка азотфіксуючої активності різних сортів гороху, по фазах розвитку рослин. I - Солара; 2 - Богатир чеський; 3 - Рапорт; 4 - Харківський-28. I - 6-7 пар листків; II - початок бутонізації, III - бутонізація, початок цвітіння; IV - кінець бутонізації, цвітіння; V - цвітіння; VI - початок утворення плодів.

Найбільш азотфіксуючою активністю серед сортів гороху різних морфотипів, що вивчалися у вегетаційному досліді 1990 року, відрізнявся низькорослий сорт "вусатого" типу - Селара. Максимум його активності відмічений у фазі бутонізації рослин /мал. I/. Найбільша ацетиленвідновлююча активність у середньорослого сорту Богатир чеський була зафіксована в період цвітіння рослин. Високорослий "вусатий" сорт Харківський-28 мав низьку нітрогеназну активність, і тільки у фазі початку утворення плодів відмічено її підвищення.

Представлені дані свідчать про те, що морфотип рослин, тобто його висота або тип будови листка, не впливають на азотфіксуючу активність симбіотичної системи.

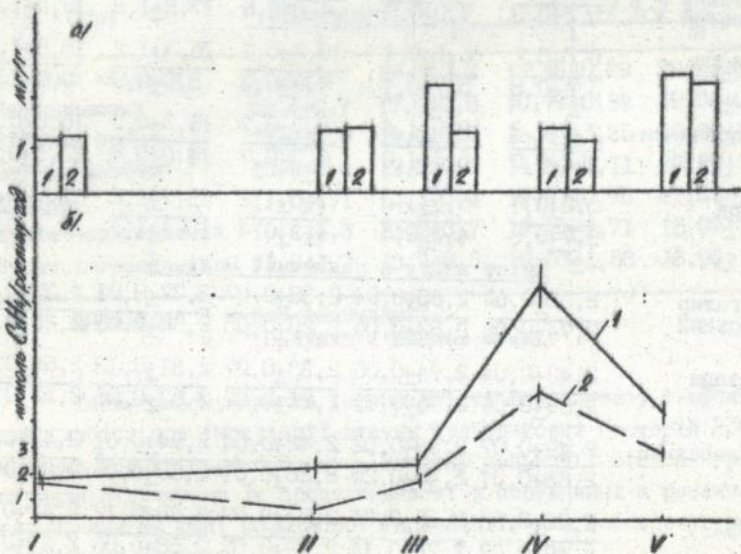


Мал. 2. Взаємозв'язок інтенсивності фотосинтезу /1/ та азотфіксації /2/ в онтогенезі. I - 6-7 пар листків; II - початок бутонізації; III - бутонізація, цвітіння; IV - цвітіння, початок утворення плодів.

В результаті проведених вегетаційних дослідів показано, що в умовах ефективного симбіозу існує тісний взаємозв'язок процесів фотосинтезу і азотфіксації в онтогенезі рослин гороху, причому максимум інтенсивності фотосинтезу попередує збільшенню нітрогенозної активності симбіотичних систем гороху. Про це свідчать дані приведені на малюнку 2.

У всіх сортів гороху, що вивчалися нами, як результат високої інтенсивності фотосинтезу і азотфіксації в період бутонізації і цвітіння рослин ми відмітили також активне накопичення біомаси в високим вмістом азоту.

Вплив інокуляції на показники ефективності бобово-ризобіального симбіозу у різних морфотипів гороху



Мал. 3. Вплив інокуляції на вміст хлорофілу в листях /а/ і азотфіксуючу активність бульбочок /б/ в онтогенезі рослин гороху. Сорт Солара. 1-інокульовані, 2-не інокульовані. I - 6-7 пар листків; II-початок бутонізації; III-бутонізація, початок цвітіння; IV-цвітіння; V-початок утворення плодів.

Результати вегетаційних дослідів свідчать, що рослини, інокульовані активним штамом бульбочкових бактерій мають вищу азотфіксуючу активність, протягом вегетаційного періоду в порівнянні з неінокульованими /мал.3/.

Таблиця 2.

Накопичення надземної маси різними сортами гороху та вміст в ній азоту, в залежності від інокуляції/ г /

Сорт	Фаза розвитку рослин				
	6-7 пар листів	початок бутонізації	бутонізація, початок цвітіння	цвітіння	початок утворення плодів
Богатирчеський	7,0±0,4	7,5±1,2	11,4±2,0	25,7±2,5	26,8±2,2
	5,2±0,3	4,0±0,9	4,8±1,6	17,8±1,8	19,5±1,8
Солара	5,5±0,6	6,5±0,1	10,2±0,7	16,3±1,2	18,6±1,1
	5,6±0,8	5,7±0,1	7,4±0,3	5,0±0,9	9,9±1,0
Орловчанин	7,0±0,3	8,0±1,4	8,5±0,7	16,5±0,2	16,8±0,7
	3,4±0,7	5,5±1,0	6,3±0,7	14,0±0,4	15,5±0,4
Норд	5,2±0,1	6,0±1,0	7,0±1,2	13,7±1,2	13,9±0,6
	3,7±0,6	4,0±0,5	4,3±0,4	10,4±1,1	10,4±0,6
<u>Вміст азоту в надземній масі, %</u>					
Богатирчеський	2,58±0,02	2,68±0,04	2,38±0,07	3,27±0,01	2,35±0,01
	2,74±0,06	2,83±0,06	2,20±0,05	2,68±0,06	2,28±0,04
Солара	2,42±0,04	2,74±0,06	2,35±0,07	2,81±0,13	2,65±0,03
	2,69±0,06	2,56±0,01	2,21±0,02	2,62±0,06	2,52±0,06
Орловчанин	2,49±0,07	2,58±0,02	2,42±0,04	2,94±0,01	2,42±0,04
	2,68±0,01	2,48±0,20	2,28±0,01	2,68±0,06	2,28±0,14
Норд	2,28±0,05	2,55±0,01	2,21±0,07	2,68±0,12	2,42±0,01
	2,49±0,07	2,28±0,14	2,49±0,07	2,68±0,06	2,21±0,07

Примітка: чисельник - інокульовані рослини;  
знаменник - неінокульовані рослини.

Дані таблиці 2 дозволяють зробити висновок, що в умовах ефективного симбіозу у рослин гороху відбувається більш інтенсивне накопичення біомаси з підвищенням вмістом в ній азоту.

Ряд дослідників /Антинчук у співавт., 1986/ для визначення ефективності симбіозу пропонують використовувати поряд з обліком урожаю, вмістом білку в рослинах і азотфіксуючою активністю бульбочок, такий показник, як вміст хлорофілу а в листях рослини-хазяїна. За нашими даними, інокуляція насіння активним штамом бульбочкових бактерій сприяла збільшенню вмісту хлорофілу а в листях різних морфотипів гороху.

Інокуляція активним штамом бульбочкових бактерій також збільшує врожай зерна і вміст білку в зерні /таб.3/.

Таблиця 3.

Вплив інокуляції на врожай зерна і вміст білку  
в ньому у різних сортів гороху

Вегетаційний дослід, 1991 р.

Сорт	Врожай зерна г/посудина		Вміст білку в зерні / % /	
	I	II	I	II
Богатир чеський	13,8±1,7	17,2±0,2	18,46±0,29	20,29±1,25
Необсипаючий	15,9±0,7	17,0±0,8	10,77±0,39	19,04±0,06
Білкове гроно	18,4±0,8	19,0±0,2	16,53±1,25	20,81±1,77
Детермінантний	13,5±0,4	13,8±0,3	14,53±0,11	20,29±1,25
Солара	11,0±1,1	13,5±0,4	19,91±0,96	21,03±1,08
Вусач необсипаючий	15,4±1,3	15,8±0,7	19,55±1,71	18,07±1,39
Вусач інтенсивний	13,9±1,7	13,7±0,5	19,03±1,53	16,99±1,71

Примітка: I - без інокуляції  
II - інокуляція штамом 250a.

Таким чином, висока інтенсивність фотосинтезу і ефективний симбіоз при інокуляції штамом бульбочкових бактерій 250a насіння гороху сортів Солара, Богатир чеський і Білкове гроно, сприяли підвищенню їх продуктивності в порівнянні з рослинами, вирощеними на фоні спонтанної інокуляції, яка забезпечує менш ефективний симбіоз.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ РІЗНИМИ ШТАМАМИ БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ

Результати досліджень, проведених в польових умовах свідчать про наявність сортової специфічності рослин у відповідь на інокуляцію різними штамами бульбочкових бактерій. Як видно з малюнку 4, спонтанна мікрофлора виявилась найбільш активною для симбіотичної системи гороху сорта Богатир чеський і сприяла підвищенню азотфіксації. Нітрогеназна активність бульбочок, вивчаємих сортів гороху, інокульованих виробничим штамом 250а, була низькою і навіть не перевищувала контрольну.

Штам бульбочкових бактерій П2, при порівнянні з іншими, вивчаємими штамами в найбільшій мірі активізував ацетиленвідновлюючу активність симбіотичної системи сорта гороху Богатир чеський. Позитивний вплив цього штаму на азотфіксацію відмічено, також у сортів Рапорт та Солара.

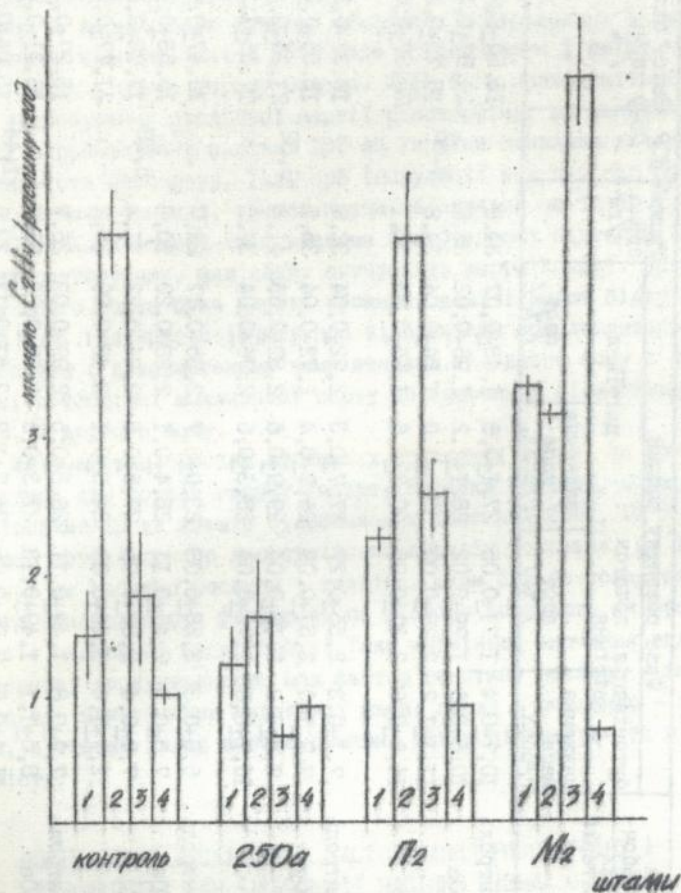
Новий штам, селекції відділу симбіотичної азотфіксації ІФРГ АН України - М2, в умовах польового дослідження був активним, в порівнянні з контролем та виробничим 250а, для всіх сортів гороху, крім Харківського-28. Найбільша комплектарність цього штаму відмічена з сортом Солара.

Відомо, що інокуляція активними штамами бульбочкових бактерій сприяє підвищенню продуктивності бобових рослин. Дані нагромадження надземної маси і вмісту в ній загального азоту можуть служити одним із критеріїв ефективності бобово-ризобіального симбіозу.

З таблиці 4 видно, що інокуляція новими штамами бульбочкових бактерій П2 і М2 сприяла більш активному накопиченню надземної маси з підвищеним вмістом в ній азоту у сортів гороху Рапорт, Богатир чеський та Солара.

Для оцінки ефективності бобово-ризобіального симбіозу важливим також являється показник урожай зерна та вмісту білку в ньому.

Представлені дані /табл. 4/ свідчать, що у сорта Рапорт найбільша зернова продуктивність була в варіанті з використанням штама 250а. Крім того, висока азотфіксуюча активність, що



Мал. 4. Азотфіксуюча активність рослин гороху, в залежності від інокуляції різними штаммами бульбочкових бактерій: сорти гороху: 1 - Ралорт; 2 - Богатир чеський; 3 - Солара; 4 - Харківський-28.

Таблиця 4.

## Вплив штамів бульбочкових бактерій на продуктивність сортів гороху

с.Зеденьки, Миронівський р-н, 1990 р.

Сорт	Штам бульбоч- кових бактерій	Фаза розвитку рослин				Урожай зерна ц/га	НСР 05	Вміст білку у зерні / % /
		бутонізація, початок цвітіння		цвітіння				
		надземна маса г/росл.	азот / % /	надземна маса г/росл.	азот / % /			
Рапорт	контроль	10,7 $\pm$ 0,4	1,71 $\pm$ 0,05	27,1 $\pm$ 0,6	1,48 $\pm$ 0,07	34,8	3,85	15,50 $\pm$ 0,23
	250a	10,5 $\pm$ 0,6	1,79 $\pm$ 0,02	28,1 $\pm$ 1,2	1,96 $\pm$ 0,02	36,6		20,81 $\pm$ 0,28
	П2	11,1 $\pm$ 1,2	2,28 $\pm$ 0,09	30,5 $\pm$ 1,0	1,84 $\pm$ 0,04	34,8		18,75 $\pm$ 0,28
	М2	14,0 $\pm$ 0,6	2,37 $\pm$ 0,05	30,2 $\pm$ 0,6	1,65 $\pm$ 0,05	32,1		20,57 $\pm$ 0,58
Богатир чеський	контроль	7,1 $\pm$ 0,3	2,55 $\pm$ 0,27	27,7 $\pm$ 0,3	2,72 $\pm$ 0,04	32,9	6,32	19,32 $\pm$ 0,28
	250a	7,9 $\pm$ 1,0	2,51 $\pm$ 0,09	26,9 $\pm$ 0,4	2,72 $\pm$ 0,04	35,5		15,50 $\pm$ 0,22
	П2	7,8 $\pm$ 0,2	2,16 $\pm$ 0,04	29,9 $\pm$ 0,6	2,89 $\pm$ 0,05	41,4		21,26 $\pm$ 0,45
	М2	10,7 $\pm$ 0,6	2,72 $\pm$ 0,04	28,3 $\pm$ 0,6	2,76 $\pm$ 0,04	37,5		17,56 $\pm$ 1,31
Салара	контроль	6,8 $\pm$ 0,3	2,28 $\pm$ 0,08	23,0 $\pm$ 0,7	2,85 $\pm$ 0,17	22,7	5,58	16,47 $\pm$ 0,45
	250a	7,0 $\pm$ 0,3	2,46 $\pm$ 0,11	25,4 $\pm$ 0,1	2,28 $\pm$ 0,20	30,3		16,53 $\pm$ 0,41
	П2	7,0 $\pm$ 0,4	2,85 $\pm$ 0,05	27,5 $\pm$ 0,5	2,24 $\pm$ 0,22	31,4		17,78 $\pm$ 0,62
	М2	12,7 $\pm$ 1,4	3,43 $\pm$ 0,09	24,3 $\pm$ 0,1	3,43 $\pm$ 0,09	35,2		21,77 $\pm$ 0,68
Харківський-28	контроль	7,9 $\pm$ 0,8	1,49 $\pm$ 0,11	26,5 $\pm$ 0,5	2,99 $\pm$ 0,03	26,7	1,44	15,27 $\pm$ 0,74
	250a	8,5 $\pm$ 1,1	1,49 $\pm$ 0,13	27,3 $\pm$ 0,6	2,59 $\pm$ 0,23	26,7		16,01 $\pm$ 0,45
	П2	11,4 $\pm$ 0,6	2,06 $\pm$ 0,05	26,7 $\pm$ 1,2	2,51 $\pm$ 0,11	29,6		15,04 $\pm$ 0,23
	М2	12,8 $\pm$ 1,2	1,59 $\pm$ 0,22	23,6 $\pm$ 1,3	2,46 $\pm$ 0,12	28,1		14,28 $\pm$ 0,23

була викликана інокуляцією штамом М2, сприяла підвищенню вмісту білку в зерні. Застосування штаму М2, в порівнянні з іншими вивчаємими штамми значно збільшило урожай зерна і вміст в ньому білку у сорта гороху Солара. Крім того проведені в 1992 році випробування дослідної партії ризоторфіну, на основі штаму М2, в промислових посівах ДВГ АН України показали високу ефективність препарату. Так, при інокуляції ним насіння гороху сорта Богатир чеський, урожай зерна збільшився на 14 %.

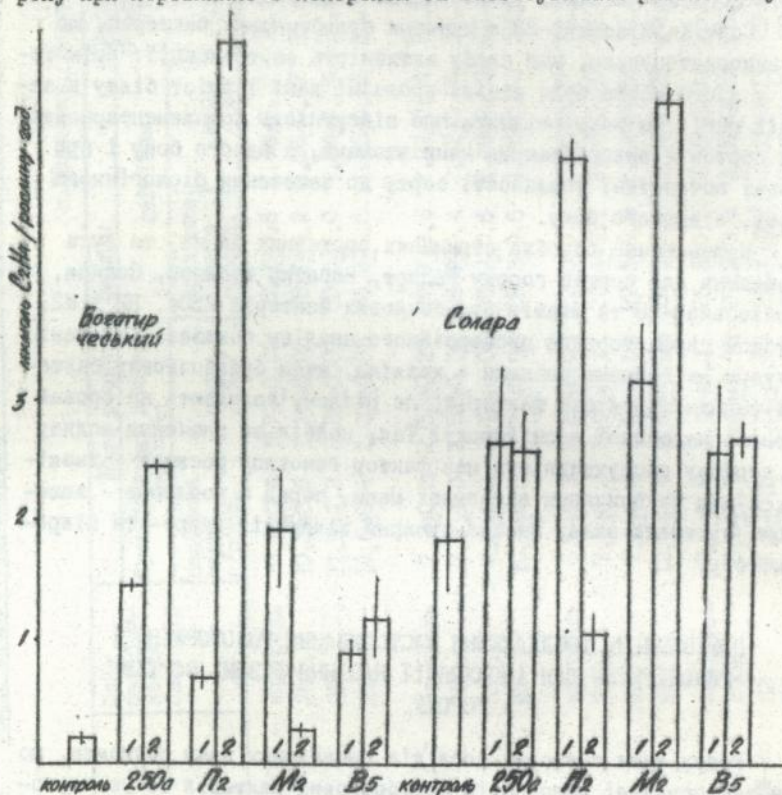
Сорт Харківський-28 з штамми бульбочкових бактерій, що ми використовували, мав слабу активність азотфіксації. Крім того, у цього сорта були низькі врожайні дані і вміст білку в зеленій масі. Це може свідчити про відсутність комплементарності між сортом і використаними нами штамми, з одного боку і про низькі потенційні можливості сорту до засвоєння біологічного азоту, з другого боку.

Математична обробка отриманих врожайних даних, що була проведена для сортів гороху Рапорт, Богатир чеський, Солара, Харківський-28 та штамів бульбочкових бактерій 250а, П2 і М2, методом двуфакторного дисперсійного аналізу показала, що такі фактори як генотип рослини - хазяїна, штам бульбочкових бактерій та взаємодія цих факторій, по різному впливають на урожай зерна і надземної маси гороху. Так, найбільше значення впливу на зернову продуктивність мав фактор генотипу рослини - хазяїна, а для накопичення надземної маси, поряд з рослиною - хазяїном, суттєвий вклад внесла сумарна взаємодія макро- та мікросимбіоту.

#### ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РИЗОТОРФІНУ І РИЗОЛІГНІНУ ДЛЯ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ РІЗНИХ СОРТІВ ГОРОХУ

Результати польових дослідів проведених нами показали, що при застосуванні препаратів бульбочкових бактерій існує сортова і штамма специфічність по відношенню до субстратів-наповнювачів препаратів - торфу та лігніну.

Як видно з малюнку 5, вірогідне перевищення ацетиленвідновлюючої активності в фазу бутонізації - цвітіння у сорта Солара при порівнянні з контролем, забезпечила інокуляція ризолігніном на основі штамів бульбочкових бактерій 250а, М2 і В5. В той же час, застосування ризоторфіну для сорту Солара зі штамом П2 і для сорту Богатир чеський зі штамом М2 сприяло значному збільшенню нітрогеназної активності симбіотичних систем гороху при порівнянні з контролем та застосуванням ризолігніну



Мал. 4. Вплив препаратів бульбочкових бактерій ризоторфіну /1/ та ризолігніну /2/ на азотфіксуючу активність симбіотичної системи гороху.

Збільшенню врожаю зерна, а також вмісту білка в ньому у сорту Богатир чеський, сприяла, порівняно з ризоторфіном, інокуляція ризолігніном на основі штамів бульбочкових бактерій П2 і М2.

Найбільш ефективна симбіотична система гороху сорту Солара була утворена завдяки застосуванню штама П2 в основі ризоторфіну і штаму М2 в ризолігніну. Для сорту гороху Богатир чеський більш ефективною виявилась інокуляція препаратом з наповнячем лігнін і штамми 250а і П2.

Висока азотфіксуюча активність у інокульованих препаратами бульбочкових бактерій гороха сортів Богатир чеський та Солара, забезпечила інтенсивне і стабільне нарощування зеленої маси, а також збільшення врожаю зерна і вміст в ньому білку /табл. 5/.

Таблиця 5.

Продуктивність рослин гороху при дії препаратів  
бульбочкових бактерій ризоторфіну і ризолігніну

Препарат бульбочкових рослин	Богатир чеський		ДВГ АН України, 1992 р.			
	надзем- на маса /фаза бутоні- зації - цвітін- ня рос- лин г/роsl.	вро- жай зер- на ц/га	вміст біл- ку в зерні / % /	надземна маса /фа за бутоні- зації- цвітіння рослин/ г/рослин.	вро- жай зер- на ц/га	вміст біл- ку в зерні / % /
контроль	19,5±0,4	41,0	17,16±0,39	17,0±0,1	41,0	17,89±0,40
250а торф	18,7±0,6	42,0	18,64±0,39	15,6±1,2	46,0	18,64±0,40
250а лігнін	19,9±0,1	50,5	19,78±0,74	17,9±1,6	47,5	18,81±0,11
П2 торф	17,5±1,2	58,0	18,35±0,11	18,3±0,2	54,5	20,92±0,11
П2 лігнін	22,8±1,0	53,5	21,6±0,34	16,0±0,8	44,0	20,52±0,34
М2 торф	21,7±1,1	47,5	17,56±0,06	18,7±0,4	55,5	19,49±0,40
М2 лігнін	18,0±1,0	56,5	19,78±0,06	18,0±0,3	54,2	21,26±0,74
В5 торф	18,9±0,7	47,5	16,41±1,14	17,0±0,6	33,5	17,56±0,06
В5 лігнін	18,8±0,5	50,0	16,01±0,74	17,1±0,5	40,5	17,89±0,34
НСР 05		4,25			5,31	

Таким чином, представлені дані свідчать про те, що для створення високоефективних симбіотичних систем необхідно враховувати не тільки комплементарність штама до рослини-хазяїна, а й відношення бульбочкових бактерій до поживного субстрату - наповнявча препарата.

### ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ

Відомо, що біологічні стимулятори підвищують ріст та продуктивність бобових рослин. Питання що до їх дії на ефективність симбіозу рослин з бульбочковими бактеріями ще залишається маловивченим /Наумов, 1992; Шильникова, 1992/.

В результаті проведених нами дослідів виявлено, що всі досліджувані речовини № 480, 380 ДГ, 60, 6І, 62, а також ішемічний і ячмінний екстракти позитивно впливають на ефективність бобово-ризобіального симбіозу у гороху.

Проведені дослідження впливу синтетичних речовин на бульбочкові бактерії в чистій культурі свідчать про відсутність інгібіторного ефекту.

Визначення оптимальної з трьох концентрацій /10, 25 і 50 мг/л/ речовин № 480 і № 382Д показали, що найбільш ефективний бобово-ризобіальний симбіоз забезпечувало застосування як одного, так і другого біостимулятора в концентрації 25 мг/л. В цьому варіанті нами було зафіксована висока нітрогеназна активність і найбільш активне накопичення біомаси рослин.

Аналогічні дослідження, проведені з рістактивуючими речовинами: № 60, 6І, 62 показали, що речовини № 60, 6І доцільно використовувати в концентрації 0,00001 % від діючої речовини, а біостимулятор № 62 - в концентрації - 0,001 і 0,0001 %. Вказані концентрації речовин сприяють активному росту і розвитку рослин гороху, а також підвищують азотфіксуючу активність симбіотичних систем.

В умовах вегетаційного досліді нами були проведені випробування різних способів обробки насіння біостимуляторами № 382ДГ, № 480.

Як видно з таблиці 6, синтетичні біостимулятори мали позитивний вплив на підвищення азотфіксуючої активності інокульованих рослин гороху на початку вегетації і в фазі цвітіння – початок утворення плодів. Крім того, застосування біостимуляторів подовжило період активної азотфіксації симбіотичною системою гороху чим сприяло активному накопиченню біомаси, і як підсумок підвищило врожай рослин.

Отримані дані свідчать про те, що нанесення рістактивуєчих речовин на поверхні насіння з допомогою клейких речовин є більш ефективним способом обробки ніж внесення речовин разом з інокулятом.

Таблиця 6.

Показники ефективності бобово-ризобіального симбіозу  
в гороху під впливом біостимуляторів

Вегетаційний дослід, 1992 р.

Варіант	Нітрогенна активність /фаза цвітіння, початок утворення плодів / Мгм C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> росл. год.	Фаза розвитку рослин			Вага зерна г/роsl.
		3-4 пари лист- ків	6-7 пари лист- ків	цвітіння, початок утворен- ня плодів	
Контроль	1,89±0,48	3,60±0,07 1,24±0,15	3,60±0,26 2,76±0,20	3,89±0,40 4,51±0,49	0,21±0,08
Речовина № 480	2,25±0,76	1,54±0,09 2,23±0,19	3,51±0,18 3,50±0,38	4,89±0,50 4,74±0,56	0,35±0,10
Речовина №480+клей	2,55±1,09	1,71±0,06 2,28±0,17	3,54±0,23 3,24±0,37	5,23±0,79 3,81±0,39	0,64±0,08
Речовина №382ДГ	1,38±0,52	1,71±0,15 2,26±0,28	2,95±0,21 2,93±0,22	5,31±0,49 5,40±1,46	0,26±0,07
Речовина №382ДГ	3,98±1,59	1,43±0,13 1,43±0,13	3,51±0,31 3,51±0,31	4,74±0,48 4,74±0,48	0,36±0,04
		1,86±0,28	4,57±0,77	5,03±0,90	

Примітка: чисельник – надземна маса;  
знаменник – маса коріння.

Результати, одержані в проведених польових дослідях свідчать, що застосування речовини № 480, як на фоні спонтанної інокуляції, так і спільно з інокуляцією штамом М2, порівняно з біостимулятором № 382ДГ, забезпечило більш ефективний симбіоз і сприяло підвищенню нітрогенозної активності, збільшенню зеленої маси, урожаю зерна і вмісту білку в ньому.

В дослідях з використанням пшеничного і ячмінного екстрактів показано, що застосування ячмінного екстракту збільшує азотфіксуючу активність і сприяє більш активному накопиченню біомаси рослин гороху.

## В И С Н О В К И

1. Дано фізіологічне обґрунтування засобів, що підвищують ефективність бобово-ризобіального симбіозу у гороху різних морфотипів, які мають господарсько-цінні властивості.

2. В онтогенезі рослин різних морфотипів існує тісний взаємозв'язок між інтенсивністю фотосинтеза та азотфіксації. Вперше показано, що в умовах ефективного симбіозу, збільшення інтенсивності фотосинтезу сприяє подальшому росту нітрогенозної активності в послідуєчю фазу розвитку рослин.

3. Морфотип гороха, а саме висота рослин і тип листка не впливає на симбіотичну азотфіксацію кореневих бульбочок.

4. Для сортів "вусатого" типу характерна висока інтенсивність фотосинтезу сумірна з інтенсивністю сортів із звичайним типом листя.

5. Інтенсивність темного дихання рослин гороху різних морфотипів має найбільш високі показники на початку розвитку рослин, потім по мірі вегетації знижується, що може вказувати на високу інтенсивність метаболічних процесів.

6. Для всіх вивчених сортів гороху, різних морфотипів передпосівна інокуляція насіння активним штамом бульбочкових бактерій поліпшила симбіотичні властивості утворених азотфіксуючих систем /збільшила нітрогеназну активність, накопичення біомаси, вміст азоту в надземній масі та хлорофілу "а" в листі рослин, а також підвищила урожай зерна і вміст в ньому білку/.

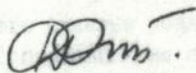
7. Вивчено взаємодія нових та перспективних сортів гороху, що придатні для вирощування по інтенсивній технології в умовах Лісостепу України, з виробничим і новими, найбільш ефективними для гороху штамми бульбочкових бактерій. Встановлена сортова специфічність рослин гороху у відповідь на інокуляцію штамми, які використовувались. Підібрані комплементарні пари "сорт" рослини та "штам" бульбочкових бактерій, що забезпечують найбільш ефективний симбіоз.

8. Передпосівна інокуляція як ризолігніном, так і ризоторфіном, в конкретних ґрунтових умовах, позитивно впливає на азотфіксуючу активність симбіотичних систем гороху. Вперше встановлено факт штамової специфічності бульбочкових бактерій та сортової специфічності рослин гороху по відношенню до поживного субстрату-наповнювача бактеріального препарату.

9. Показано позитивну дію нових біостимуляторів на ефективність бобово-ризобіального симбіозу. Встановлені оптимальні концентрації та найбільш ефективний спосіб їх застосування.

## СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ПО МАТЕРІАЛАМ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Остапенко Д.Д., Кругова Е.Д., Киризий Д.А., Донченко П.А. Взаимосвязь процессов азотфиксации и фотосинтеза у различных сортов гороха // Тез. докл. Республ. конф. Тернополь, октябрь 1991. - Киев. 1991. - с.57.
2. Остапенко Д.Д., Кругова Е.Д., Мандровская Н.М. Применение ризолигнина для инокуляции семян гороха. // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Тез. докл. IV Всесоюзн. научн. конф. Пушино, 20-24 янв. 1992. - Пушино. - 1992. - с.156.
3. Остапенко Д.Д. Интенсивность процессов фотосинтеза, дыхания а азотфиксации у различных морфотипов гороха. // Актуальные проблемы физиологии растений и генетики., Тез. докл. конф. молодых ученых. Киев. 26-28 мая 1992. - Киев. - с.48.
4. Остапенко Д.Д., Кругова Е.Д., Киризий Д.А., Старченков Е.П. Взаимосвязь интенсивности процессов азотфиксации и фотосинтеза у различных морфотипов гороха. // Физиология и биохимия культ. растений. - 1993.
5. Krugova E., Mandrovskaya N., Tsimbal A., Krymskaya O., Ostapenko D. The contribution of biological and mineral nitrogen in nitrogen status of pea plant, inoculated by nodule bacteria // Sump. "NITROGENFIX - 92", 22-26 Sept., 1992. Saratov. - p.67.



Підп. до друку 28.12.82.

Формат 80x84/16. Папір офс. Офс.друк.

Ум.друк.арк. 0,8. Обл.-вид.арк. 1,0. Тираж 100 прим.

Зам. № 3. Безплатно.

---

Поліграфічна дільниця Інституту економіки АН України.  
252011 м.Київ, вул. Панаса Мирного,26.



469738

AB 26.514

**AB 26.514**

Бесплатно.