

ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИГНА КИТАЙСЬКА – БУЛЬБОЧКОВІ БАКТЕРІЇ

Крутило Д.В.

Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН України,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027
e-mail: krutilod@mail.ru

З бульбочок вигни китайської виділено бульбочкові бактерії, які за фенотиповими ознаками віднесені до повільнорослих ризобій роду *Bradyrhizobium*. Вивчено особливості взаємодії вигни китайської з бульбочковими бактеріями вигни (*Bradyrhizobium sp. (Vigna)*) і сої (*Bradyrhizobium japonicum*) на безазотному субстраті та у ґрунтовій культурі. Встановлено, що штами ризобій вигни проявляють високу специфічність до рослини-живителя і сприяють підвищенню активності симбіотичної азотфіксації в 1,8-2,6 рази та врожайності надземної маси рослин – у 1,4-3,4 рази порівняно до контролю. Відмічено значний позитивний вплив активного мікосимбіонта сої *Bradyrhizobium japonicum* 46 на ріст та розвиток вигни.

Ключові слова: бульбочкові бактерії, вигна, соя, симбіотична система.

Вигна – бобова культура харчового й кормового напрямів. У їжу використовують насіння й зелені боби. Насіння цієї культури має гарні смакові якості і характеризується високою поживністю (містить 24-28 % білка, крохмаль, 1,5-2 % жиру). Незрілі соковиті зелені боби спаржевих сортів використовують для приготування різних дієтичних блюд. Зелену масу та стебла після збирання використовують як основні інгредієнти в раціонах різних тварин, а подрібнене і запарене насіння є цінним білковим концентратом у їх годівлі. Вигну широко культивують як сидеральну культуру, після неї у ґрунті залишається до 300 кг/га біологічного азоту [1].

Рід *Vigna* поєднує 124 види рослин. У культурі найбільш поширеним є вид *Vigna unguiculata* (L.) (коров'ячий горох), який підрозділяють на 3 підвиди: *sinensis* (L.) – вигна китайська, *cylindricus sticrm* – вигна африканська, *sesquipedalis* (U.) – вигна спаржева з видовженими плодами [1, 2]. Вигна характеризується значною сортовою різноманітністю, яка представлена у

Міжнародному інституті тропічного сільського господарства (ІТА) у Нігерії.

Культура вигни охоплює регіони тропічних і субтропічних широт. Історичною батьківщиною цієї рослини є Західна Африка, де 5-6 тис. років тому вона була окультурена. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), у світі щорічно одержують 7,56 млн тонн насіння вигни на 12,76 млн га. Основні площі посівів зосереджені на Африканському континенті. На невеликих площах цю культуру вирощують у США, Мексиці, Колумбії, Китаї, Японії і Єгипті, у СНД – на Північному Кавказі, на півдні України, у Середній Азії.

Основною перевагою вигни є висока засухо-, жаро- і солестійкість, що дає можливість вирощувати цю культуру безпосередньо для одержання насіння, як кормову, овочеву й сидеральну культуру. Ґрунтово-кліматичні умови степу України оптимально підходять для вирощування всіх різновидів цієї рослини. На півдні України на даний час вирощують, в основному, аматорські сорти вигни з бобами довжиною до 70 см. Колекційні сорти з Китаю, США й Західної Європи вирощують у деяких науково-дослідних установах країни на невеликих площах.

Як і усі бобові культури, вигна здатна вступати у симбіотичні відносини з бульбочковими бактеріями, забезпечуючи частково або повністю свої потреби у азоті. Так, було показано, що на фермерських полях із вигною у країнах Африки доля зв'язаного азоту повітря в урожаї становила 66-99 % [3, 4]. Зважаючи на це, важливим є використання цієї бобової рослини як гарного попередника різних сільськогосподарських культур для збагачення ґрунтів біологічним азотом.

Слід зазначити, що на відміну від більшості бобових, вигна може утворювати бульбочки при взаємодії з бульбочковими бактеріями—представниками різних генотипів роду *Bradyrhizobium* та роду *Rhizobium* [5-9]. Відмічено випадки, коли в рослинних популяціях спостерігається одночасне інфікування кореневої системи рослин ризобіями різних родів. Тобто, взаємовідносини між рослинами вигни і бульбочковими бактеріями – складні та різноманітні. Вони не вкладаються у схему поділу ризобій на види за здатністю інфікувати представників тих чи інших родів бобових рослин. Особливо цікавим це є з точки зору дослідження специфічності взаємодії партнерів симбіозу, а також формування

та подальшого функціонування цих систем. Слід зазначити, що на практиці використання азотфіксувального потенціалу вигни є основою для отримання екологічно чистої продукції. Як цінне джерело харчового та кормового білка ця рослина має великі перспективи розширення її посівних площ в Україні.

Потенційними мікросимбіонтами вигни у ґрунтах України можуть бути представники різних видів ризобій, у тому числі, повільнорослі бульбочкові бактерії роду *Bradyrhizobium*, зокрема, бульбочкові бактерії групи сої. Необхідною передумовою для більш повного використання симбіотичного потенціалу цієї рослини є дослідження функціонування системи вигна–ризобії.

Враховуючи вищезазначене, метою нашої роботи було вивчити особливості взаємодії вигни китайської з бульбочковими бактеріями, поширеними в ґрунтах України.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень були штами ризобій вигни *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1 та *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B3, а також стандартний і вискоєфективний штами бульбочкових бактерій сої *B. japonicum* 6346 та *B. japonicum* 46, які зберігаються в Колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН України.

Штами ризобій вигни вилучені нами з бульбочок вигни китайської, яку вирощували на полях дослідного господарства “Чабани” ННЦ “Інститут землеробства НААН” на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті: рН_{сол.} – 4,8; гідролітична кислотність – 3,5 мг-екв.; вміст легкогідролізованого азоту – 81,0 мг/кг (за Корнфільдом); рухомого фосфору – 18,7 мг і обмінного калію – 9,9 мг на 100 г ґрунту (за Чириковим).

Морфолого-культуральні властивості нових штамів бульбочкових бактерій вивчали за допомогою загальноприйнятих методів [10, 11].

Електронномікроскопічні дослідження клітин бульбочкових бактерій вигни проводили методом негативного контрастування в електронному мікроскопі В-S540 “Tesla” за 75 кВ та робочому збільшенні на екрані $\times 10000$.

Симбіотичні властивості отриманих нами штамів мікросимбіонтів вигни вивчали у вегетаційних дослідах згідно із загальноіснуючими правилами. Досліди проводили на безазотному субстраті (вермикуліт), зволоженому 0,2 % розчином K_2HPO_4 та на

дерново-підзолистому супіщаному ґрунті ($\text{pH}_{\text{вод.}}$ – 6,0; вміст гумусу – 1,2 %; азоту, що легко гідролізується (за Тюрнім і Коновою) – 57,0-58,0 мг; P_2O_5 – 160,0-165,0 мг і K_2O (за Кірсановим) – 100,0-112,0 мг на 1 кг ґрунту). У досліді використовували вигну китайську *Vigna inguiculata* (L.), насіння якої надано Національним центром генетичних ресурсів рослин України. Інокуляційне навантаження при передпосівній бактеризації насіння становило 200-300 клітин на 1 насінину. У фазу цвітіння визначали кількість та масу кореневих бульбочок, активність азотфіксації та вміст сухої речовини у надземній масі рослин.

Активність симбіотичної азотфіксації визначали ацетиленовим методом [12] на газовому хроматографі “Chrom-4” з полум’яно-іонізаційним детектором (колонка з β - β ’оксидипропіонітрилом). Температура термостату 50 °С. Витрата газів: водню – 30 мл/хв, азоту – 100 мл/хв, повітря – 500 мл/хв.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими методами [13] та застосовували комп’ютерну програму Statistica 6.0.

Результати та їх обговорення. На посівах вигни китайської на дослідних полях Інституту землеробства НААН ми відібрали рослини з поодинокими бульбочками на коренях. З червоних бульбочок було виділено 10 ізолятів бульбочкових бактерій та вивчено їхні морфолого-культуральні властивості.

Встановлено, що усі досліджувані ізоляти характеризуються повільним ростом на агаризованому середовищі наступного складу (г/л): K_2HPO_4 – 0,5, KH_2PO_4 – 0,5, MgSO_4 – 0,2, NaCl – 0,2, CaSO_4 – 0,1, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ – сліди, маніт – 20,0, агар-агар – 20,0, люпиновий відвар – 150 мл, pH – 6,5–7,0, стерилізація – 0,5 атм протягом 20 хв.

Штрих на бобовому середовищі з люпиновим відваром слизистий, білуватий, опуклий. На 5-7 добу росту на чашках Петрі утворюються дрібні колонії округлої форми, непрозорі, білуваті. Діаметр колоній коливається в межах від 1,5 до 2,0 мм. Оптимальна температура росту становить 28 °С. На м’ясо-пептонному агарі культури не ростуть. Молоко з лакмусом не пептонізують, підвищують pH середовища до лужного. Добре ростуть на маніті та глюкозі, проте не засвоюють сахарозу.

Клітини бактерій мають форму злегка зігнутих паличок. Електронномікроскопічні дослідження свідчать, що усі отримані

ізоляти подібні за морфологією клітин (рис. 1). Розмір паличок досліджуваних бактерій на твердому бобовому середовищі становить 0,7-0,9 мкм на 1,6-1,9 мкм. Клітини рухомі, спор не утворюють, грамнегативні.

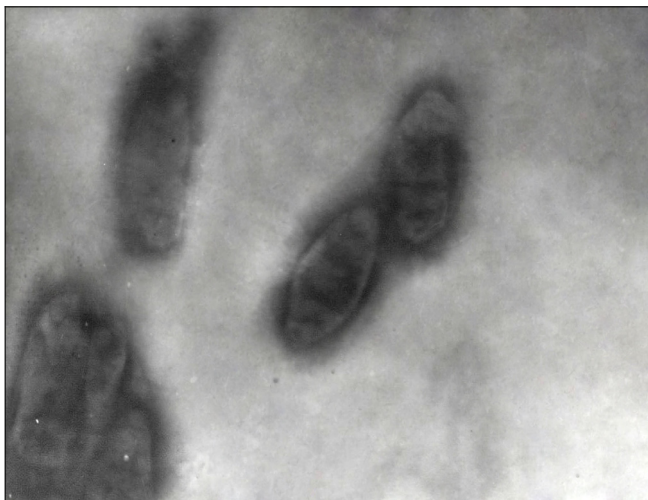


Рис. 1. Морфологія клітин бульбочкових бактерій вигни, експоненційна фаза росту, $\times 10000$.

На основі вивчених фенотипових ознак отримані бульбочкові бактерії віднесено до повільнорослих бульбочкових бактерій роду *Bradyrhizobium*. Враховуючи той факт, що систематика роду *Bradyrhizobium* розроблена не так детально, як для швидкорослих бактерій, а мікросимбіонтами вигни можуть бути мікроорганізми різного таксономічного положення, для найменування виділених штамів ми використали принципи таксономічної схеми, яка базується на хазяйській специфічності. Тобто, штами були названі, використовуючи лише родову назву з вказівкою у дужках бобової культури, з бульбочок якої вони були виділені, а саме – *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) [9].

Наступним етапом нашої роботи було дослідити симбіотичні властивості отриманих штамів бульбочкових бактерій вигни за контрольованих умов вегетаційних дослідів. З урахуванням можливості вигни утворювати симбіоз із різними видами бульбочкових бактерій, для оцінки впливу отриманих нами штамів на ріст та розвиток рослин дослід проводили на стерильному

безазотному субстраті – вермикуліті. У досліді також використовували штами бульбочкових бактерій сої (стандартний штам *B. japonicum* 634б та новий високоефективний штам *B. japonicum* 46).

Корені рослин вигни у контрольному варіанті не були інфіковані мікроорганізмами, а всі досліджувані штами бульбочкових бактерій (вигни та сої) сприяли формуванню численних бульбочок. Слід відмітити, що кореневі бульбочки вигни мають сферичну форму і належать до детермінованого типу (рис. 2, А). Меристема у них існує лише протягом кількох діб, а після її зникнення ріст бульбочок і оновлення азотфіксувальної тканини припиняється. Азотфіксувальна тканина має центральне розташування, а провідні судини знаходяться на периферії, що дозволяє віднести їх до “стеблового” типу. Особливо важливо відмітити, що на коренях інокульованих рослин у всіх варіантах виявлено три види бульбочок, які різнилися за кольором на зрізі (рис. 2, Б): червоні бульбочки – в яких наявний леггемоглобін і активно відбувається азотфіксація, зелені бульбочки – в яких леггемоглобін перетворився у неактивну його форму – холеглобін, та білі бульбочки – в яких відсутній цей фермент і фіксація молекулярного азоту не відбувається. Це явище заслуговує на увагу і потребує подальшого вивчення.



А



Б

Рис. 2. Бульбочки вигни китайської: А – коренева система вигни, Б – 1 – білі бульбочки, 2 – зелені бульбочки, 3 – червоні бульбочки.

При оцінці нодулюючої здатності досліджуваних штамів найбільшу кількість бульбочок виявлено на коренях рослин, інокульованих штамом ризобій вигни *Bradyrhizobium sp.* (Vigna) В1 та штамом ризобій сої *B. japonicum* 46 (104 та 98 одиниць на рослину, відповідно) (табл. 1). У цих варіантах також була більшою і маса бульбочок на коренях рослин (1,00 і 0,94 г/рослину). Симбіоз

вигни з іншим штамом бульбочкових бактерій сої (*B. japonicum* 6346) був менш активним за впливом на показники маси та кількості бульбочок.

Найактивніше фіксували молекулярний азот рослини вигни при взаємодії зі специфічними бактеріями, а саме, за інокуляції штамом *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1 (25,82 мкг N/рослину за годину). Цей процес відбувався активно і за обробки насіння активним мікросимбіонтом сої – штамом *B. japonicum* 46. При цьому рівень азотфіксування у цих варіантах був у 1,7-2,0 раза вищим порівняно із штамом *B. japonicum* 6346.

Таблиця 1. Активність симбіозу бульбочкових бактерій сої та вигни з вигною китайською (вегетаційний дослід, вермикуліт)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок, од./рослину	Маса бульбочок, г/рослину	Активність симбіотичної азотфіксації, мкг N/рослину за годину
Без інокуляції (контроль)	0	0	0
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 6346	86,25	0,91	12,79
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 46	98,08	0,94	21,85
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) B1	104,08	1,00	25,82
НІР ₀₅	5,51	0,05	2,85

Відмічено позитивний вплив штаму ризобій вигни *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1 та штаму ризобій сої *B. japonicum* 46 на фотосинтетичний апарат вигни китайської, що було добре помітно візуально (рис. 3).

Так, у фазу цвітіння за інокуляції цими штамми вміст хлорофілів *a* та *b* у біомасі листя вигни сягав 127,45 та 112,98 мг/100 г, відповідно (табл. 2). Сума хлорофілів була у 9,9 та 8,7 раза вищою порівняно з контролем. Найбільший вміст хлорофілів відмічено в листі вигни за інокуляції специфічним штамом *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1 (127,45 мг/100 г). Менш активно функціонував фотосинтетичний апарат вигни за обробки повільнорослим штамом

ризобій сої *B. japonicum* 6346.



Рис. 3. Вплив інокуляції штамом *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1 на вміст пігментів у надземній частині рослин (1 – контроль (без інокуляції), 2 – інокуляція штамом ризобій вигни).

Таблиця 2. Вплив інокуляції на вміст хлорофілів у листках рослин вигни китайської (вегетаційний дослід, вермикуліт)

Варіанти дослідів	Кількість хлорофілу, мг/100 г		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
Без інокуляції (контроль)	10,71	2,32	13,03
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 6346	71,28	16,30	87,58
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 46	91,98	21,00	112,98
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) B1	102,96	24,49	127,45
НІР ₀₅	2,62	4,75	6,49

Інтегральним показником ефективності симбіозу вигни з досліджуваними штамми є вміст сухої речовини у надземній масі рослин. Кращим за цим показником (1,67 г/рослину) виявився штам, виділений з бульбочок вигни *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1, який був найбільш комплементарним до цієї рослини (табл. 3). Також достатньо ефективним виявився симбіоз вигни з активним штамом ризобій сої *B. japonicum* 46, що проявлялося у підвищенні продуктивності рослин у 2,9 раза порівняно з контролем.

Зважаючи на те, що вигну можуть інфікувати бульбочкові бактерії з різних таксонів, ми також вивчили її взаємодію з виділеними штамми у ґрунтовій культурі. Вегетаційний дослід

проводили на дерново-підзолистому ґрунті.

Таблиця 3. Вплив штамів бульбочкових бактерій сої та вигни на накопичення надземної маси вигною китайською (вегетаційний дослід, вермикуліт)

Варіанти дослідів	Вміст сухої речовини в надземній масі рослин, г/рослину	Приріст надземної маси до контролю, %
Без інокуляції (контроль)	0,49	100,0
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 634б	1,26	257,1
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 4б	1,44	293,9
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) В1	1,67	340,8
НІР ₀₅	0,05	

Встановлено, що при вирощуванні вигни на ґрунті, в якому були відсутні повільнорослі бульбочкові бактерії сої, спостерігалось значне інфікування кореневої системи контрольних рослин. З даних табл. 4 видно, що, не зважаючи на спонтанне інфікування рослин, усі досліджувані штами ризобій вигни та сої сприяли збільшенню кількості азотфіксувальних бульбочок. Проте слід відмітити, що кількість бульбочок, утворених специфічними бульбочковими бактеріями (*Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) В1 та *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) В3) була у 1,9-2,8 рази більшою порівняно з варіантами з інокуляцією ризобіями сої *B. japonicum* 634б та *B. japonicum* 4б. Маса бульбочок також була достовірно більшою за інокуляції рослин ризобіями вигни порівняно до контролю та варіантів з бульбочковими бактеріями сої. Збільшення цих показників за використання штамів *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) В1 та *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) В3 може опосередковано свідчити про їхню високу комплементарність до рослин вигни, що зумовлює їх більшу конкурентоспроможність порівняно з аборигенними бульбочковими бактеріями ґрунту.

Встановлено, що всі досліджувані штами значно інтенсивніше фіксували молекулярний азот у симбіозі з вигною китайською порівняно із бактеріями, які інфікували рослини у контролі. Рівень активності нітрогенази у цих варіантах був у 1,8-2,6 рази вищим. Кращим азотфіксатором виявився повільнорослий штам ризобій

вигни *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1. Інший штам ризобій вигни *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B3 фіксував молекулярний азот на рівні штаму бульбочкових бактерій сої *B. japonicum* 634б.

Таблиця 4. Активність симбіозу бульбочкових бактерій сої та вигни з вигною китайською (вегетаційний дослід, дерново-підзолистий ґрунт)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок, од./рослину	Маса бульбочок, г/рослину	Активність симбіотичної азотфіксації, мкг N/рослину за годину
Без інокуляції (контроль)	22,17	0,71	8,10
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 634б	32,92	0,81	16,00
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 4б	39,50	0,92	18,43
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) B1	91,92	1,23	21,47
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) B3	76,92	1,04	14,58
НІР ₀₅	7,94	0,04	2,83

Урожайні дані засвідчують той факт, що виділені нами повільнорослі штами (*Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1 та *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B3) утворюють високоспецифічний симбіоз із вигною (табл. 5). Вміст сухої речовини у надземній масі рослин у варіантах з інокуляцією цими штамми був на 39,5-93,9 % вищим порівняно із контролем і вищим за показники, одержані при інокуляції штамми ризобій сої. Кращим за всіма показниками виявився штам бульбочкових бактерій вигни *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) B1. Активний штам бульбочкових бактерій сої *B. japonicum* 4б також істотно (на 21,0 %) збільшував надземну масу рослин вигни, що свідчить про його широку специфічність та конкурентоспроможність.

Отже, бульбочкові бактерії, виділені з бульбочок вигни китайської, за фенотиповими ознаками віднесено до повільнорослих ризобій роду *Bradyrhizobium*. Вони проявляють високу специфічність до рослини-живителя як на безазотному субстраті, так і за наявності у ґрунті численних популяцій аборигенних бульбочкових бактерій. Штами *Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*) сприяють підвищенню

активності симбіотичної азотфіксації в 1,8-2,6 раза та врожайності надземної маси рослин у 1,4-3,4 раза порівняно до контролю. На фоні інфікування вигни аборигенною ризобіальною мікробіотою відмічено значний позитивний вплив на ріст та розвиток вигни активного мікросимбіонта сої *B. japonicum* 46.

Таблиця 5. Вплив штамів бульбочкових бактерій сої та вигни на накопичення надземної маси вигною китайською (вегетаційний дослід, дерново-підзолистий ґрунт)

Варіанти дослідів	Вміст сухої речовини в надземній масі рослин, г/рослину	Приріст надземної маси до контролю, %
Без інокуляції (контроль)	1,14	100,0
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 6346	1,12	98,2
Інокуляція <i>B. japonicum</i> 46	1,38	121,1
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) B1	2,21	193,9
Інокуляція <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Vigna</i>) B3	1,59	139,5
НІР ₀₅	0,10	

Подальше дослідження взаємовідносин вигни з різними видами бульбочкових бактерій дозволить глибше розкрити особливості формування та функціонування симбіотичних систем цієї рослини.

1. Гуркина М.В. Образцы коллекции ВИР – исходный материал для селекции вигны в условиях астраханской области /М.В. Гуркина //Естественные науки. – № 3(28). – С. 69-72.

2. Яковлев Г.П. Бобовые земного шара /Г.П. Яковлев. – Л.: Наука, 1991. – 144 с.

3. Pule-Meulenberg F. Assessing the symbiotic dependency of grain and tree legumes in N₂ fixation for their N nutrition in five agroecological zones of Botswana /F. Pule-Meulenberg, F.D. Dakora //Symbiosis. – 2009. – Vol. 48. – P. 68-77.

4. Naab J.B. N₂ fixation in cowpea plants grown in farmers' fields in the Upper West Region of Ghana, measured using ¹⁵N natural abundance /J.B. Naab, S.M.B. Chimphango, F.D. Dakora //Symbiosis. – 2009. – Vol. 48. – P. 37-46.

5. Мреперекі С. Diversity in symbiotic specificity of cowpea rhizobia

indigenous to Zimbabwean soil /S. Mpepereki, A.G. Wollum, F. Makonese //Plant Soil. – 1996. – Vol. 186. – P. 167-171.

6. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Proteobacteria. Part A+B+C /Eds. D.J. Brenner, N.R. Krieg, J.T. Staley. Editor-in-chief G.M. Garrity. – New York: Springer SBM, 2005. – Vol. 2. – 2800 p.

7. Spaink H. Rhizobiaceae: molecular biology of model plant-associated bacteria /Spaink H., Kondorosi A., Нооукаас Р.; пер. с англ. И.А. Тихоновича и Н.А. Проворова. – С-Пб, 2002. – 568 с.

8. Willems A. The taxonomy of rhizobia: an overview /A. Willems //Plant and Soil. – 2006. – Vol. 287. – P. 3-14.

9. Новикова Н.И. Современные представления о филогении и систематике клубеньковых бактерий /Н.И. Новикова //Микробиология. – 1996. – Т. 65, Вып. 4. – С. 437-450.

10. Большой практикум по микробиологии /Под общ. ред. Г.Л. Селибера. – М. : Высшая школа, 1962. – 491 с.

11. Берестецкий О.А. Методические рекомендации по получению новых штаммов клубеньковых бактерий и оценке их эффективности /О.А. Берестецкий. – Л., 1979. – 33 с.

12. Hardy R.W.F. The acetylene-ethylene assay for N₂-fixation: Laboratory and field evaluation /R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Burns //Plant Physiol. – 1968. – Vol. 43. – № 8. – P. 1185-1207.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВИГНА КИТАЙСКАЯ – КЛУБЕНЬКОВЫЕ БАКТЕРИИ

Крутило Д.В.

Институт сельскохозяйственной микробиологии НААН Украины,
г. Чернигов

*Из клубеньков вигны китайской выделены клубеньковые бактерии, которые по фенотипическим признакам отнесены к медленнорастущим ризобиям рода *Bradyrhizobium*. Изучены особенности взаимодействия вигны китайской с клубеньковыми бактериями вигны (*Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*)) и сои (*Bradyrhizobium japonicum*) на безазотном субстрате и в почвенной культуре. Установлено, что штаммы ризобий вигны проявляют высокую специфичность к растению-хозяину и способствуют повышению активности симбиотической азотфиксации в 1,8-2,6 раза и урожая надземной массы растений в 1,4-3,4 раза в сравнении с контролем. Отмечено значительное положительное влияние активного микросимбионта сои *Bradyrhizobium japonicum* 46 на рост и развитие вигны.*

Ключевые слова: клубеньковые бактерии, вигна, соя, симбиотическая система.

FUNCTIONING OF SYMBIOTIC SYSTEMS OF COWPEA – NODULE BACTERIA

Krutylo D.V.

Institute of Agriculture Microbiology, NAAS of Ukraine, Chernihiv

*The nodule bacteria were isolated from the nodules of cowpea. On the basis of phenotypical properties these rhizobia were referred to slow growing bacteria of *Bradyrhizobium* genus. Interaction features of cowpea with the nodule bacteria of cowpea (*Bradyrhizobium* sp. (*Vigna*)) and soybean (*Bradyrhizobium japonicum*) on nitrogen-free substrate and in soil culture were studied. It was established that the cowpea rhizobia strains possess high specificity to the host plant, promote symbiotic nitrogen fixation activity in 1,8-2,6 times and increase plants aboveground mass yield in 1,4-3,4 times, in comparison with control. The significant positive influence of the active soybean microsymbiont *Bradyrhizobium japonicum* 46 on the growth and development of cowpea was shown.*

Key words: nodule bacteria, soybean, cowpea, symbiotic system.