

УДК 579:631.461

ВПЛИВ ДЖЕРЕЛ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА РІСТ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* І *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* ЗА ЇХ СУМІСНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ

С. Ф. Козар

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна
e-mail: isgm@ukrpost.ua

*Досліджено вплив джерел біогенних елементів на ріст *Bradyrhizobium japonicum* і *Azospirillum brasilense* за їх сумісного культивування. Показано, що за вирощування діазотрофів у живильних середовищах із різними концентраціями їх складових бульбочкові бактерій сої мали неоднакову ростову активність. Найбільший вплив на чисельність ризобій мали глюкоза і м'яса. Отримані результати досліджень є основою для оптимізації живильних середовищ для сумісного культивування ризобій і азоспірил.*

*Ключові слова: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense*, ріст, біогенні елементи, середовище, культивування.*

Важливу роль у живленні рослин відіграють корисні ґрунтові мікроорганізми, зокрема бульбочкові бактерії, на основі яких розробляються мікробні препарати для застосування у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур [1]. Ефективність біопрепаратів залежить від титру та функціональної активності мікроорганізмів, які є їх біологічними агентами [2]. Тому актуальною є розробка способів підвищення ростової активності діазотрофів із забезпеченням їх високої нітрогеназної активності.

Одним із шляхів отримання додаткової біомаси азотфіксувальних бактерій, а також підвищення їх функціональної активності може бути використання змішаних культур цих мікроорганізмів. За нашими даними, а також за результатами досліджень інших авторів [3; 4] можна стверджувати, що перспективним є створення препарату для сої, який би містив бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* і асоціативні діазотрофи *Azospirillum brasilense*. Сумісна інокуляція сої цими мікроорганізмами підвищує, у порівнянні з використанням чистих культур ризобій, показники чисельності і маси бульбочок на корінні рослин, а також азотфіксувальну активність бульбочкових бактерій. Важливим також є те, що при сумісному вирощуванні *B. japonicum* і *A. brasilense* підвищується ростова активність мікроорганізмів, що дозволяє отримати інокулянт з високим титром. У той же час виникає низка проблем при оптимізації середовища для змішаного культивування цих діазотрофів, що зумовлено різними потребами ризобій і азоспірил у джерелах живлення.

Виходячи з вищесказаного, метою наших досліджень було вивчити вплив джерел різних біогенних елементів на ріст *Bradyrhizobium japonicum* і *Azospirillum brasilense* у змішаній культурі.

Матеріали й методи. Об'єкти досліджень: *Bradyrhizobium japonicum* М-8 [5], *Azospirillum brasilense* 18-2 [6], *Azospirillum brasilense* 410 [7]. Усі мікроорганізми отримані з Національної колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Висловлюємо щире вдячність авторам за люб'язно надані штами.

Чисельність *B. japonicum* визначали чашковим методом шляхом глибинного висіву суспензій в агаризоване середовище на основі горохового відвару [8]. Чисельність *A. brasilense* визначали чашковим методом в агаризованому середовищі такого складу, г/дм³: картопляний відвар — 1, яблучна кислота — 3,6, сахароза — 2,5; рН — 7,2–7,4 (доведено розчином NaOH), агар — 11 г.

Чашки Петрі витримували в термостаті за температури $(28,0 \pm 2,0)$ °С. Підрахунок колоній *B. japonicum* проводили на десяту добу, *A. brasilense* — на четверту добу.

Для змішаного культивування використовували середовище, яке включало дріжджі кормові (сухі), глюкозу, мелясу, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KH_2PO_4 , $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 .

Досліджували, як змінні фактори, джерела біогенних елементів: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ у концентраціях від $0,05 \text{ г/дм}^3$ до $3,0 \text{ г/дм}^3$, KH_2PO_4 — від $0,01 \text{ г/дм}^3$ до $0,55 \text{ г/дм}^3$, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ — від $0,01 \text{ г/дм}^3$ до $0,55 \text{ г/дм}^3$, меляса — від $1,0 \text{ г/дм}^3$ до $45,0 \text{ г/дм}^3$, глюкоза — від $2,0 \text{ г/дм}^3$ до $20,0 \text{ г/дм}^3$, дріжджі кормові — від $1,0 \text{ г/дм}^3$ до $10,0 \text{ г/дм}^3$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — від $0,01 \text{ г/дм}^3$ до $0,5 \text{ г/дм}^3$.

Культивування бактерій здійснювали в посудинах об'ємом 500 см^3 на качалці з частотою обертів 240 об./хв. за температури $(28,0 \pm 2,0)$ °С. Посівний матеріал *B. japonicum* і *A. brasilense* вносили у співвідношенні 1:1. Тривалість культивування 72 год.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.0.

Результати досліджень. Встановлено, що за культивування ризобій у живильних середовищах із різними концентраціями його складових, бульбочкові бактерії сої мали неоднакову ростову активність. Так, у результаті визначення оптимальних концентрацій джерел азотного живлення встановлено, що найвища ростова активність *B. japonicum* М-8 спостерігалася за культивування мікроорганізмів у живильному середовищі з концентрацією $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $1,0 \text{ г/дм}^3$ (табл. 1). При зменшенні масової частки діамоній сульфату в живильному середовищі, чисельність *B. japonicum* теж зменшувалася. Так, за сумісного культивування ризобій з *A. brasilense* 18-2 у середовищі з вмістом джерела азоту $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ з масовою часткою в кількості $0,5 \text{ г/дм}^3$, $0,1 \text{ г/дм}^3$, $0,05 \text{ г/дм}^3$, чисельність *B. japonicum* М-8 була меншою, відповідно, на 16 %, 68 % та 92 % від показника найвищої чисельності бульбочкових бактерій. Виявлено аналогічний вплив меншого

вмісту діамоній сульфату на ріст ризобій і при їх культивуванні сумісно з *A. brasilense* 410: чисельність *B. japonicum* зменшилася, відповідно, на 14 %, 20 % і 51 % від найвищої чисельності цих мікроорганізмів.

Таблиця 1. Вплив джерела азоту на ріст *B. japonicum* і *A. brasilense* у рідкому живильному середовищі при їх сумісному культивуванні

Концентрації (NH ₄) ₂ SO ₄ , г/дм ³	Чисельність бактерій, млрд. кл./см ³			
	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 18-2	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 410
0,05	0,3 ± 0,12	2,7 ± 0,30	1,7 ± 0,15	2,7 ± 0,15
0,1	1,2 ± 0,20	3,5 ± 0,12	2,8 ± 0,18	3,0 ± 0,12
0,5	3,1 ± 0,20	3,6 ± 0,12	3,0 ± 0,15	3,3 ± 0,12
1,0	3,7 ± 0,15*	3,8 ± 0,15	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
1,5	3,4 ± 0,12	3,6 ± 0,15	3,4 ± 0,21	3,5 ± 0,15
2,0	3,4 ± 0,20	3,4 ± 0,15	3,3 ± 0,15	3,4 ± 0,15
3,0	2,5 ± 0,20	3,4 ± 0,15	3,2 ± 0,15	2,7 ± 0,15

*Примітка: тут і далі жирним шрифтом виділено найвищу (у межах похибки) чисельність бактерій

Слід відмітити, що культивування *B. japonicum* М-8 сумісно з *A. brasilense* 18-2 у живильному середовищі з підвищеним вмістом джерела азоту, призвело до зниження чисельності бульбочкових бактерій на 8 % (при 1,5 г/дм³ і 2,0 г/дм³) та на 32 % (при 3,0 г/дм³). За культивування *B. japonicum* М-8 сумісно з *A. brasilense* 410, при збільшенні вмісту діамоній сульфату, спостерігалася лише тенденція до зменшення чисельності бульбочкових бактерій.

Дані, отримані в результаті визначення впливу концентрацій джерела фосфорного живлення мікроорганізмів, свідчать про те, що найвища ростова активність *B. japonicum* М-8 спостерігалася за їх культивування в живильному середовищі з масовою часткою КН₂РО₄ — 0,15 г/дм³, 0,25 г/дм³ і 0,35 г/дм³ (табл. 2).

Таблиця 2. Вплив джерел фосфору на ріст *B. japonicum* і *A. brasilense* у рідкому живильному середовищі при їх сумісному культивуванні

Концентрації фосфатів, г/дм ³	Чисельність бактерій, млрд. кл./см ³			
	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 18-2	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 410
КН₂РО₄				
0,01	0,8 ± 0,12	2,2 ± 0,18	2,6 ± 0,23	2,6 ± 0,20
0,05	1,9 ± 0,18	3,5 ± 0,09	3,4 ± 0,09	3,3 ± 0,09
0,15	3,7 ± 0,03	3,7 ± 0,12	3,5 ± 0,25	3,6 ± 0,23
0,25	3,7 ± 0,15	3,8 ± 0,15	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
0,35	3,5 ± 0,15	3,7 ± 0,15	3,0 ± 0,09	3,5 ± 0,18
0,45	3,2 ± 0,12	3,6 ± 0,15	2,6 ± 0,15	3,0 ± 0,15
0,55	2,7 ± 0,12	3,3 ± 0,22	2,3 ± 0,12	3,0 ± 0,24
К₂НРО₄·3Н₂О				
0,01	0,7 ± 0,15	1,7 ± 0,24	1,8 ± 0,12	2,4 ± 0,18
0,05	1,6 ± 0,18	3,5 ± 0,15	2,7 ± 0,35	3,1 ± 0,12
0,15	3,7 ± 0,07	3,6 ± 0,18	3,4 ± 0,26	3,5 ± 0,18
0,25	3,7 ± 0,15	3,8 ± 0,15	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
0,35	3,5 ± 0,15	3,7 ± 0,12	3,3 ± 0,15	3,6 ± 0,15
0,45	3,3 ± 0,15	3,7 ± 0,15	2,8 ± 0,12	3,3 ± 0,12
0,55	2,0 ± 0,09	3,5 ± 0,17	2,5 ± 0,15	2,7 ± 0,17

З наведених даних видно, що за вмісту КН₂РО₄ 0,15 г/дм³ і 0,25 г/дм³ чисельність бульбочкових бактерій найвища, однак при збільшенні в середовищі масової частки даної солі до 0,45 г/дм³ титр *B. japonicum* М-8, культивованих сумісно з *A. brasilense* 18-2, зменшується на 14 %.

Найвищий титр *B. japonicum* М-8, культивованих з *A. brasilense* 410, відмічено у середовищі з вмістом КН₂РО₄ 0,05 г/дм³, 0,15 г/дм³ і 0,25 г/дм³. При зменшенні масової частки КН₂РО₄ до 0,01 г/дм³ чисельність бульбочкових бактерій знизилася на 26 %, а при збільшенні масової частки даної речовини до 0,35 г/дм³, 0,45 г/дм³ і 0,55 г/дм³ досліджуваний

показник зменшився, відповідно, на 14 %, 26 % і 34 %. Наведені дані свідчать, що при сумісному культивуванні *B. japonicum* М-8 з азоспірилами доцільно використовувати $\text{KН}_2\text{PО}_4$ у кількості $0,15 \text{ г/дм}^3$.

При вивченні ефективності різних концентрацій $\text{K}_2\text{PНO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ виявлено, що найвищий титр *B. japonicum* М-8 був у середовищі з масовою часткою дикалій гідрофосфату $0,15 \text{ г/дм}^3$ та $0,25 \text{ г/дм}^3$. При збільшенні або зменшенні вмісту даної речовини в середовищі титр ризобій достовірно знижувався.

Визначали також оптимальні масові частки джерел вуглецю в живильному середовищі: меляси й глюкози. Найвища ростова активність *B. japonicum* М-8, культивованих сумісно з *A. brasilense* 18-2, спостерігалася у варіантах із масовою часткою меляси $10,0 \text{ г/дм}^3$, $15,0 \text{ г/дм}^3$ та $20,0 \text{ г/дм}^3$ (табл. 3), при цьому титр бульбочкових бактерій становив від $3,6$ млрд. кл./см³ до $3,7$ млрд. кл./см³.

Для *B. japonicum* М-8, культивованих сумісно з *A. brasilense* 410, діапазон концентрацій меляси в середовищі був ширшим (від $10,0 \text{ г/дм}^3$ до $25,0 \text{ г/дм}^3$), титр ризобій при цьому становив від $3,2$ млрд. кл./см³ до $3,5$ млрд. кл./см³. При зменшенні або збільшенні масової частки меляси в середовищі чисельність *B. japonicum* М-8 достовірно знижувалася. З усіх досліджених концентрацій меляси при культивуванні бульбочкових бактерій сумісно з азоспірилами доцільно використовувати $10,0 \text{ г/дм}^3$.

З наведених даних видно, що за культивування ризобій у середовищі з глюкозою в діапазоні концентрацій від $10,0 \text{ г/дм}^3$ до $20,0 \text{ г/дм}^3$ чисельність *B. japonicum* М-8 знаходиться на рівні від $3,7$ млрд. кл./см³ до $3,9$ млрд. кл./см³ при культивуванні з *A. brasilense* 18-2, та від $3,4$ млрд. кл./см³ до $3,6$ млрд. кл./см³ — з *A. brasilense* 410. При зменшенні вмісту глюкози в середовищі чисельність бульбочкових бактерій сої також знижується. З усіх досліджених концентрацій глюкози ми рекомендуємо використовувати $10,0 \text{ г/дм}^3$, оскільки збільшення вмісту в середовищі даного компоненту є неви-

правданим, оскільки чисельність бактерій при цьому збільшується в межах похибки.

Таблиця 3. Вплив джерел вуглецю на ріст *B. japonicum* і *A. brasiliense* у рідкому живильному середовищі при їх сумісному культивуванні

Концентрації джерел вуглецю, г/дм ³	Чисельність бактерій, млрд. кл./см ³			
	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasiliense</i> 18-2	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasiliense</i> 410
меляса				
1,0	2,6 ± 0,17	0,8 ± 0,15	2,6 ± 0,20	2,2 ± 0,20
5,0	3,0 ± 0,15	2,9 ± 0,12	3,1 ± 0,12	3,0 ± 0,09
10,0	3,7 ± 0,15	3,8 ± 0,15	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
15,0	3,6 ± 0,07	3,7 ± 0,18	3,4 ± 0,18	3,8 ± 0,15
20,0	3,6 ± 0,12	3,7 ± 0,12	3,4 ± 0,15	3,6 ± 0,17
25,0	3,2 ± 0,15	3,7 ± 0,23	3,2 ± 0,15	3,4 ± 0,09
30,0	3,3 ± 0,12	3,6 ± 0,15	2,7 ± 0,15	3,1 ± 0,12
35,0	2,6 ± 0,15	3,4 ± 0,09	2,2 ± 0,12	2,3 ± 0,12
40,0	2,3 ± 0,15	2,7 ± 0,12	2,3 ± 0,15	2,0 ± 0,19
45,0	1,2 ± 0,24	2,1 ± 0,21	1,8 ± 0,17	2,7 ± 0,15
глюкоза				
2,0	1,7 ± 0,15	3,4 ± 0,23	2,1 ± 0,09	3,4 ± 0,15
4,0	2,8 ± 0,24	3,4 ± 0,21	2,5 ± 0,15	3,4 ± 0,12
6,0	3,3 ± 0,18	3,5 ± 0,20	3,1 ± 0,12	3,5 ± 0,12
8,0	3,5 ± 0,12	3,4 ± 0,20	3,4 ± 0,12	3,5 ± 0,15
10,0	3,8 ± 0,09	3,5 ± 0,12	3,5 ± 0,12	3,6 ± 0,12
12,0	3,7 ± 0,15	3,5 ± 0,21	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
14,0	3,7 ± 0,09	3,3 ± 0,15	3,5 ± 0,20	3,5 ± 0,17
16,0	3,7 ± 0,22	3,5 ± 0,09	3,6 ± 0,15	3,3 ± 0,18
18,0	3,9 ± 0,09	3,3 ± 0,09	3,5 ± 0,15	3,1 ± 0,17
20,0	3,9 ± 0,12	3,2 ± 0,12	3,4 ± 0,15	3,1 ± 0,21

Для культивування *B. japonicum* М-8 сумісно з *A. brasiliense* у наших попередніх дослідженнях підібрано живильне

середовище, яке містить дріжджі кормові. Необхідність їх використання зумовлена тим, що дріжджі багаті білками, до складу яких входять незамінні амінокислоти (лізин, лейцин, валін, ізолейцин, триптофан). Крім того, вони є джерелом факторів росту, зокрема вітамінів.

Проведені дослідження свідчать, що ефективними виявилися концентрації дріжджів у діапазоні від 2,0 г/дм³ до 9,0 г/дм³ за культивування бульбочкових бактерій з *A. brasilense* 18-2, та в діапазоні від 3,0 г/дм³ до 8,0 г/дм³ — з *A. brasilense* 410 (табл. 4).

Таблиця 4. Вплив дріжджів кормових на ріст *B. japonicum* і *A. brasilense* у рідкому живильному середовищі при їх сумісному культивуванні

Концентрації дріжджів кормових, г/дм ³	Чисельність бактерій, млрд. кл./см ³			
	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 18-2	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 410
1,0	3,5 ± 0,15	3,4 ± 0,15	2,7 ± 0,15	3,2 ± 0,12
2,0	3,8 ± 0,12	3,5 ± 0,20	3,3 ± 0,09	3,4 ± 0,15
3,0	3,6 ± 0,21	3,6 ± 0,18	3,4 ± 0,08	3,5 ± 0,12
4,0	3,7 ± 0,23	3,3 ± 0,18	3,6 ± 0,12	3,5 ± 0,17
5,0	3,7 ± 0,15	3,5 ± 0,21	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
6,0	3,7 ± 0,20	3,5 ± 0,12	3,5 ± 0,27	3,3 ± 0,15
7,0	3,6 ± 0,22	3,5 ± 0,21	3,5 ± 0,12	3,1 ± 0,15
8,0	3,6 ± 0,15	3,3 ± 0,21	3,4 ± 0,20	3,1 ± 0,23
9,0	3,7 ± 0,20	3,3 ± 0,17	3,3 ± 0,17	2,8 ± 0,15
10,0	3,3 ± 0,15	3,4 ± 0,18	3,3 ± 0,15	2,6 ± 0,15

Також вивчено вплив на ріст діазотрофів MgSO₄·7H₂O, який є джерелом магнію. Цей елемент є незамінною складовою частиною ферментативних АТФ-залежних біохімічних реакцій. Магній бере участь у метаболізмі вуглеводів, білків і жирів, а також в окисно-відновних реакціях, активує гліколітичні ферменти, ферменти клітинного окиснення, ферменти синтезу нуклеїнових кислот. Він у невеликих кількостях не-

обхідний ризобіям для підтримання структури їх клітин і функціонування ферментних систем.

Дані, наведені в таблиці 5, свідчать, що найвища чисельність *B. japonicum* М-8, культивованих з *A. brasilense* 18-2, була за використання $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ в діапазоні концентрацій від 0,1 г/дм³ до 0,5 г/дм³.

Таблиця 5. Вплив $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ на ріст *B. japonicum* і *A. brasilense* у рідкому живильному середовищі при їх сумісному культивуванні

Концентрації $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, г/дм ³	Чисельність бактерій, млрд. кл./см ³			
	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 18-2	<i>B. japonicum</i> М-8	<i>A. brasilense</i> 410
0,01	2,8 ± 0,15	3,3 ± 0,15	2,7 ± 0,17	2,8 ± 0,24
0,05	2,9 ± 0,12	3,6 ± 0,21	2,6 ± 0,18	3,4 ± 0,17
0,1	3,6 ± 0,15	3,4 ± 0,23	3,3 ± 0,12	3,6 ± 0,09
0,2	3,5 ± 0,20	3,6 ± 0,20	3,5 ± 0,18	3,7 ± 0,15
0,3	3,3 ± 0,18	3,5 ± 0,23	3,5 ± 0,21	3,5 ± 0,15
0,4	3,4 ± 0,18	3,4 ± 0,15	3,3 ± 0,12	3,5 ± 0,15
0,5	3,3 ± 0,29	3,1 ± 0,27	2,7 ± 0,15	3,3 ± 0,17

Слід зазначити, що найвищий титр ризобій при вирощуванні з *A. brasilense* 18-2 був за концентрації $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,1 г/дм³. Таку ж концентрацію доцільно використовувати і при культивуванні *B. japonicum* М-8 з *A. brasilense* 410, оскільки при збільшенні вмісту даного джерела магнію в середовищі від 0,1 г/дм³ до 0,4 г/дм³ чисельність бактерій змінювалася, однак лишалася в межах похибки.

Отже, в результаті проведених досліджень визначено концентрації джерел різних біогенних елементів, які забезпечували максимальний ростовий ефект при мінімально обґрунтованому вмісті у середовищі для вирощування бульбочкових бактерій сої сумісно з азоспірилами. Отримані дані є основою для оптимізації живильних середовищ для культивування *B. japonicum* і *A. brasilense*.

1. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [В. В. Волкогон, А. С. Заришняк, І. В. Гриник та ін.]. — К. : Аграрна наука, 2011. — 156 с.

2. Мікробні препарати в землеробстві. Теорія і практика / [В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська та ін.]. — К. : Аграрна наука, 2006. — 312 с.

3. Galal Y. G. M. Dual inoculation with strains of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* to improve growth and biological nitrogen fixation of soybean (*Glycine max* L.) / Galal Y. G. M. // *Biology and fertility of soils*. — 1997. — Vol. 24, № 3. — P. 317–322.

4. Comparacion entre coinoculacion con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense* e inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* en la nodulación, crecimiento y acumulacion de N en el cultivo de soja / [Benintende S., Uhrich W., Herrera M. et al.] // *AgriScientia*. — 2010. — Vol. 27, № 2. — P. 71–77.

5. Пат. 39545 А Україна МПК⁶ C12N1/20, C12R1/41, C05F11/08, A01N63/00, A01P21/00, A01C1/06. Штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* М-8 kirchner, який використовують для приготування бактеріального препарату, що підвищує урожайність сої / М. З. Толкачов, В. П. Патика, І. О. Каменєва, Л. Ю. Грітчина. — № 2000105680, заявл. 06.10.2000 ; опубл. 15.06.2001, бюл. № 5.

6. А. с. 1796603 СССР, МКИ C05F11/08, C12N1/12. Штамм бактерій *Azospirillum brasilense* для производства бактеріального удобрения под костреч безостый / [В. В. Волкогон, Н. Н. Мальцева, Л. И. Онищенко и др.]. — опубл. 23.02.93, бюл. № 7.

7. Пат. 40542 Україна МПК C05F11/08, C12N1/20. Штам бактерій *Azospirillum brasilense* для виробництва бактеріального добрива під гречку / В. І. Лохова, О. В. Надкернична. — № 4323845/SU, заявл. 02.11.1987 ; опубл. 16.07.2001, бюл. № 6.

8. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе : [метод. рек.] / ред. А. В. Хотянович. — Л., 1991. — 43 с.

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА РОСТ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* I *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ

С. Ф. Козар

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, г. Чернигов

*Изучено влияние источников биогенных элементов на рост *Bradyrhizobium japonicum* и *Azospirillum brasilense* при их совместном культивировании. Показано, что при выращивании этих микроорганизмов в питательных средах с различными концентрациями их компонентов клубеньковые бактерий сои владели неодинаковой ростовой активностью. Наибольшее влияние на численность ризобий имели глюкоза и меласса. Полученные результаты исследований являются основой для оптимизации питательных сред для совместного культивирования ризобий и азоспирил.*

Ключевые слова: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense*, рост, биогенные элементы, среда, культивирование.

THE EFFECT OF DIFFERENT SOURCES OF BIOGENIC ELEMENTS ON THE GROWTH *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* AND *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AT THEIR JOINT CULTIVATION

S. F. Kozar

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv

*The effect of different sources of biogenic elements on growth of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum**

brasilense at their joint cultivation was studied. It was shown that cultivation of diazotrophs in nutrient media with different concentrations of media components the soybeans nodule bacteria had unequal growth activity. It was established that glucose and treacle have had the biggest influence on the number of rhizobia. The results obtained can be used as the basis for the optimization of culture media for the cultivation of compatible rhizobia and diazotrophs.

Key words: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense*, growth, biogenic elements, environment, cultivation.