




original article | UDC 579.64 | doi: 10.31210/visnyk2021.04.09

INFLUENCE OF IMB B-7836 AZOTOBACTER CHROOCOCCUM TOGETHER WITH POLYSACCHARIDE-PROTEIN COMPLEX ON CUCUMBER YIELDING CAPACITY

S. F. Kozar

ORCID  [0000-0003-1341-5603](https://orcid.org/0000-0003-1341-5603)

O. M. Bilokonska*

ORCID  [0000-0001-5080-7302](https://orcid.org/0000-0001-5080-7302)

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 97, Shevchenka St., Chernihiv, 14027, Ukraine

*Correspondence author

E-mail: obilokonska@ukr.net

How to Cite

Kozar, S. F., & Bilokonska, O. M. (2021). Influence of IMB B-7836 *Azotobacter chroococcum* together with polysaccharide-protein complex on cucumber yielding capacity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 79–84. doi: 10.31210/visnyk2021.04.09

At present, the study of the impact of microbial preparations based on agronomically useful microorganisms on the productivity of vegetable crops is a topical direction. *Azotobacter chroococcum* is one of the bacterial species that can interact with plants. Due to the fixation of atmospheric nitrogen and production of physiologically active compounds, this diazotroph can have a positive effect on crops, in particular vegetables. The introduction of *Azotobacter* into plant rhizosphere occurs by seed treatment, but most bacterial cells die under the action of environmental factors within the period from bacterization to sowing seeds into the soil. It is possible to increase the viability of microorganisms using compounds of different chemical nature. The objective of our work was to study the efficacy of IMB B-7836 *A. chroococcum* under the action of polysaccharide-protein complex (PPC). The task was to determine the impact of bacterization with IMB B-7836 *A. chroococcum* together with PPC on the yielding capacity and yield structure of cucumber. The research results show that bacterization with the simultaneous use of polysaccharide-protein complex contributes to 50.8 t/ha of cucumber yielding capacity, which exceeds both the control variant and the variant without the use of PPC. Early bacterization with the addition of PPC contributed to the yield of 47.7 t/ha, which was 29.6 % higher than the control variant and 12.9 % higher than under cucumber bacterization without the use of PPC. The analysis of the yield structure has shown that there are more second fraction pickling cucumbers, as a result of which there is an increase in the cucumber productivity. The first fraction pickling cucumbers are less than the second (22.7 %), and there are the fewest young fruits (7.7 %). The use of PPC enables to conduct early treatment of cucumber seeds with *azotobacter* without reducing the effectiveness of bacterization. For example, the largest proportion of the second fraction pickling cucumbers (75.5 %) was in the variant with pre-sowing bacterization with IMB B-7836 *A. chroococcum* simultaneously with applying PPC. The yield of the second fraction pickling cucumbers under early bacterization of cucumber seeds with IMB B-7836 *A. chroococcum* simultaneously with PPC was 35.54 t/ha, which was 12.7 % higher than in the variant with early bacterization of cucumber seeds with IMB B-7836 *A. chroococcum* without PPC, but by 8.5 % lower than in the variant with pre-sowing bacterization using PPC.

Key words: *Azotobacter chroococcum*, polysaccharide-protein complex (PPC), yielding capacity, yield structure.

ВПЛИВ *AZOTOBACTER CHROOCCUM* ІМВ В-7836 СУМІСНО З ПОЛІСАХАРИДНО-БІЛКОВИМ КОМПЛЕКСОМ НА УРОЖАЙНІСТЬ ОГІРКА

С. Ф. Козар, О. М. Білоконська

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН,
м. Чернігів, Україна

Сьогодні актуальним напрямом досліджень є вивчення впливу мікробних препаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів на продуктивність овочевих культур. Одним із видів бактерій, які здатні вступати у взаємовідносини з рослинами, є *Azotobacter chroococcum*. Цей діазотроф за рахунок фіксації атмосферного азоту і продукування фізіологічно активних сполук позитивно впливає на сільськогосподарські культури, зокрема овочеві. Інтродукція азотобактера в ризосферу рослин відбувається шляхом обробки насіння, але в період часу від бактеризації до висіву насіння у ґрунт під впливом факторів зовнішнього середовища більшість клітин бактерій гине. Підвищити життєздатність мікроорганізмів можна за рахунок використання сполук різної хімічної природи. Метою нашої роботи було вивчення ефективності штаму *A. chroococcum* ІМВ В-7836 за дії полісахаридно-білкового комплексу (ПБК). Завдання – визначити вплив бактеризації штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 сумісно з ПБК на врожайність та структуру врожаю огірка. Результати досліджень свідчать, що бактеризація з одночасним застосуванням полісахаридно-білкового комплексу сприяє підвищенню до 50,8 т/га врожайності огірка, яка перевищує як контрольний варіант, так і варіанти без застосування ПБК. Завчасна бактеризація з додаванням ПБК сприяла врожайності в 47,7 т/га, що на 29,6 % вище, ніж контрольний варіант та на 12,9 % за бактеризацію огірка без використання ПБК. Аналіз структури врожаю показав, що більшу частину становлять корнішони другої фракції, за рахунок якої й відбувається збільшення продуктивності огірка. Корнішонів першої фракції менше, ніж другої (22,7 %), а найменше – зеленців (7,7 %). Використання ПБК дозволяє здійснювати завчасну обробку насіння огірка азотобактером без зменшення ефективності бактеризації. Так, найбільша частка корнішонів другої фракції була у варіанті з передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 із сумісним застосуванням ПБК, і становила 75,5 %. Урожайність корнішонів другої фракції у разі завчасної бактеризації насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 із сумісним використанням ПБК становила 35,54 т/га, що більше на 12,7 % за варіант із завчасною бактеризацією насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 без використання ПБК, але менше на 8,5 % щодо варіанту з передпосівною бактеризацією з використанням ПБК.

Ключові слова: *Azotobacter chroococcum*, полісахаридно-білковий комплекс (ПБК), урожайність, структура врожаю.

Вступ

Сьогодні перспективним є використання в технологіях вирощування сільськогосподарських культур препаратів на основі азотфіксувальних бактерій. Найбільш поширеною є передпосівна обробка насіння водними суспензіями біопрепаратів [1], а також їхніми комплексами з регуляторами росту [2] та з речовинами захисту рослин [3, 4]. Мікробні препарати сприяють підвищенню урожайності та поліпшенню якості рослинницької продукції, їх застосування дозволяє зменшити агрохімічне навантаження на агроценози [5]. Однак постає проблема збереженості інокулянта на насінні до моменту висіву останнього у ґрунт. Чисельність життєздатних клітин на поверхні бактеризованого насіння швидко знижується, оскільки фактори зовнішнього середовища згубно впливають на мікроорганізми [6, 7].

Для того щоб уникнути загибелі клітин бактерій, їх можна перевести у форму спокою. У разі стресу клітини у цьому стані є більш витривалими до змін навколишнього середовища [8].

Азотфіксувальні мікроорганізми здатні утворювати захисні структури (наприклад, цисти) для перенесення несприятливих умов. Дані літератури [9] свідчать, що для успішної бактеризації необхідно використовувати клітини у стані спокою сумісно з речовинами, які сприяють збереженості інокулянта на насінні за впливу несприятливих умов зовнішнього середовища, які негативно впливають на клітини мікроорганізмів.

Для покращення процесу бактеризації насіння рослин запропоновано застосовувати водні розчини клейких речовин (патока, меляса, клейстер, латекс, казеїн та інші субстанції) [10, 11]. Недоліком

застосування багатьох прилипаців є складності у стандартизації їхнього складу, що не завжди дає змогу отримати оптимальні результати в разі їх використання за цим призначенням.

Також у ролі прилипача для бактеризації насіння рослин використовують натрієву сіль карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ) [10]. Але перед застосуванням її необхідно подрібнювати, замочувати впродовж тривалого часу, проціджувати. Потім цей прилипач змішують із суспензією бактерій і наносять на поверхню насіння рослин. Однак застосування за цим призначенням NaКМЦ може спричинити негативний вплив на фізіологічну активність мікроорганізмів [10].

З літературних даних відомо, що за гетерофазного культивування глинисті мінерали стимулюють ріст мікроорганізмів, захищають їх від згубного впливу екстремальних факторів навколишнього середовища, підвищують адгезію клітин до твердих матеріалів [12–14].

З. Т. Бега та І. К. Курдиш [15] провели дослідження щодо впливу прилипаців різної природи на ефективність бактеризації насіння рослин мікроорганізмами, що входять до складу препарату комплексної дії, а також встановили позитивну дію використання бентоніту для збереження інокулянта на насінні рослин. Бентоніт – це природний глинистий мінерал, основним складником якого є монтморилоніт, який має лускоподібну структуру. Властивість бентоніту набухати та диспергуватись у воді, розпадаючись на часточки, мінімальний розмір яких досягає 0,05–0,30 мкм, відносить його до природних сполук, здатних утворювати наночасточки. Завдяки цим властивостям бентоніт застосовується в різних галузях промисловості (автохімія, лакофарбова галузь тощо) [14].

В Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН у лабораторії фізіології мікроорганізмів розроблено полісахаридно-білковий комплекс, до складу якого входять речовини білкової та полімерної природи, які характеризуються як прилипаці та стабілізатори інокулянта, нанесеного безпосередньо на насіння [16].

Зважаючи на вищезазначене, актуальним є вивчення ефективності інтродукції корисних ґрунтових мікроорганізмів в агроценози овочевих культур шляхом інокуляції та збереження інокулянта на насінні.

Мета досліджень – вивчення функціональної активності та ефективності штаму *A. chroococcum* ІМВ В-7836 за дії полісахаридно-білкового комплексу.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили з *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836. Цей штам задепоновано в Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України та одержано патент на корисну модель (UA 141782 U C12N 1/02 C05F 11/08). Штам бактерій *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836 для одержання бактеріального добрива).

Для культивування та зберігання культури використано середовище Ешбі такого складу, г/дм³ [17]: глюкоза – 20,0; КН₂РO₄×2Н₂O – 0,2; КН₂РO₄ – 0,2; MgSO₄×7Н₂O – 0,2; NaCl – 0,2; К₂SO₄ – 0,1; СаСО₃ – 5,0; вода водогінна до 1,0 дм³, рН 6,8 – 7,0.

Для отримання інокулянту, який містить клітини азотобактера, на агаризоване середовище Ешбі в чашки Петрі поверхнево висівали *A. chroococcum* ІМВ В-7836. Чашки поміщали в термостат при температурі +28 °С. Через 7 діб чашки піддавали дії температури 44 °С [9].

Використовували полісахаридно-білковий комплекс, який сприяє подовженню терміну життєздатності бактерій [16].

Насіння *Cucumis sativus* (сорт огірка – Конкурент) бактеризували штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836. Вихідна чисельність бактерій складала 3,5×10⁴ клітин на насінину.

Польові досліді проведено на базі Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН.

Варіанти польового досліді:

1. Контроль.
2. ПБК.
3. Передпосівна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836.
4. Завчасна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836.
5. Передпосівна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК.
6. Завчасна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК.

Бактеризацію насіння огірка мікробним інокулянтом проведено перед висівом та завчасно за три місяці до висіву.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Ґрунт дерново-слабопідзолистий, який містить 1,2 % гумусу (за Тюрнімом), від 5 мг до 6 мг/100 г ґрунту рухомого азоту P₂O₅ (за Тюрнімом і Коновою), 11–12 мг/100 г ґрунту P₂O₅ (за Чіріковим), від 12 мг/100 г ґрунту до 13 мг/100 г K₂O (за Масловою). Площа облікової ділянки 10,4 кв.м, повторність чотирикратна.

Планування і проведення польових дослідів, облік урожаю та статистична обробка одержаних даних проведені згідно з чинними методиками [18–21].

Отриманий цифровий матеріал обробляли з використанням пакета програм Excel. Порівнювали середнє значення у співвідношенні до найменшої істотної різниці (HIP05).

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом 2017–2019 рр. вивчали ефективність інокуляції насіння огірка сорту Конкурент штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 в умовах польових дослідів. Так, у разі вирощування огірка на дерново-слабопідзолистих ґрунтах, інокуляція насіння новим штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 (без ПБК) забезпечила збільшення врожаю у варіанті з передпосівною бактеризацією.

У результаті обліку врожайності було встановлено, що найнижчою вона була в контролі. Найменший приріст урожаю, який забезпечувала завчасна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836, склав 6,1 т/га.

Найвищий показник урожайності був у варіанті з передпосівною бактеризацією насіння огірка клітинами *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК – 50,8 т/га. Завчасна бактеризація з додаванням ПБК забезпечила урожайність 47,7 т/га, що на 29,6 % вище за контрольний варіант та на 12,9 % за бактеризацію огірка без використання ПБК (табл.1).

1. Вплив бактеризації на врожайність огірка сорту Конкурент, польовий дослід, 2017–2019 рр.

Варіанти дослідів	Середнє за 3 роки		
	урожайність, т/га	приріст	
		т/га	%
Контроль	36,9	–	–
Обробка насіння ПБК	37,2	0,2	0,6
Передпосівна інокуляція <i>A. chroococcum</i> ІМВ В-7836	48,6	11,7	31,9
Завчасна інокуляція <i>A. chroococcum</i> ІМВ В-7836	43,0	6,1	16,7
Передпосівна інокуляція <i>A. chroococcum</i> ІМВ В-7836 з додаванням ПБК	50,8	13,9	37,6
Завчасна інокуляція <i>A. chroococcum</i> ІМВ В-7836 з додаванням ПБК	47,7	10,7	29,6
HIP05	1,2		

Урожайність за три роки досліджень у варіанті з передпосівною інокуляцією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 без ПБК склала 48,6 т/га, що на 31,9 % більше контрольного варіанту (без інокуляції). Водночас приріст врожаю відносно контролю за три роки при завчасній інокуляції *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК становив 10,7 т/га.

З метою вивчення впливу ПБК на ефективність бактеризації насіння сорту Конкурент проводили роботу з визначення структури врожаю огірка. Врахували огірки першої і другої фракції, а також зеленці. Корнішони першої фракції склали 22,7 % від загального врожаю. Найбільша частка корнішонів першої фракції і зеленців була в контролі (табл.2). Виявлено, що більшу частину становлять корнішони другої фракції – 69,6 % від загального урожаю, зеленці – 7,7 %.

У варіантах з бактеризацією насіння діазототрофами відзначено найбільший показник корнішонів другої фракції. Так, найбільша маса корнішонів другої фракції була у варіанті з передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним застосуванням ПБК 38,35 т/га, що становить 75,5 %. Корнішони першої фракції у варіанті з передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним застосуванням ПБК становлять 19,5 %, зеленці – 5 %.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Структура урожаю огірка сорту Конкурент, польовий дослід, середнє за 2017–2019 рр.

Варіант*	Корнішони першої фракції		Корнішони другої фракції		Зеленці	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	12,1	33	21,0	57	3,76	10,2
2	8,9	24	25,3	68	2,98	8
3	9,57	19,7	36,35	74,8	2,67	5,5
4	8,73	20,3	31,52	73,3	2,75	6,4
5	9,91	19,5	38,35	75,5	2,54	5,0
6	9,68	20,3	35,54	74,5	2,48	5,2
НІР05	0,4		0,7		0,5	

*Примітки: 1. Контроль (обробка водою). 2. Обробка насіння полісахаридно-білковим комплексом (ПБК). 3. Передпосівна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836. 4. Завчасна інокуляція за 3 місяці до висіву *A. chroococcum* ІМВ В-7836. 5. Передпосівна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК. 6. Завчасна інокуляція за 3 місяці до висіву *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК.

Урожай корнішонів другої фракції у разі завчасної бактеризації насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним використанням ПБК становила 35,54 т/га, що більше за варіант із завчасною бактеризацією насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 без використанням ПБК на 12,7 %, але менша щодо варіанту з передпосівною бактеризацією з використанням ПБК на 8,5 %.

Частка зеленців складає у середньому 7,7 %. При цьому у варіантах з бактеризацією їх було менше порівняно з контролем на 26,9 – 34,0 %.

Сумісне застосування азотобактера та ПБК забезпечує більшу реалізацію генетичного потенціалу огірка сорту Конкурент [22]. Застосування діазотрофів впливає на ріст та розвиток рослин, забезпечуючи останні азотом та речовинами фітогормональної природи, що збільшує врожайність овочевих рослин, а прилипає сприяє захисту інокулянта від дії факторів зовнішнього середовища на насінні до моменту висіву останнього у ґрунт [16, 20].

Висновки

Отже, у результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив високоефективного штаму *A. chroococcum* ІМВ В-7836 на структуру врожаю огірка. Встановлено, що застосування полісахаридно-білкового комплексу сприяє підвищенню життєздатності бактеріальних клітин. Виявлено позитивний вплив бактеризації сумісно із застосуванням ПБК на врожайність рослин огірка. Використання полісахаридно-білкового комплексу частково нівелює негативний вплив факторів зовнішнього середовища. Найвищу врожайність забезпечувала передпосівна бактеризація клітинами *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК, врожай становив 50,8 т/га. Для підвищення виживаності та ефективності *A. chroococcum* ІМВ В-7836 доцільно використовувати полісахаридно-білковий комплекс. Завчасна бактеризація з додаванням ПБК сприяла врожайності в 47,7 т/га, що на 29,6 % вище за контрольний варіант та на 12,9 % за бактеризацію огірка без використання ПБК. Найбільша маса корнішонів другої фракції була у варіанті із передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним застосуванням ПБК 38,35 т/га, що становить 75,5 %. Значна частка корнішонів першої фракції і зеленців була в контролі.

Перспективи подальших досліджень. Отримані дані є підставою для подальших досліджень щодо можливості збереження активних азотфіксувальних бактерій на насінні. Вищезазначені дані є основою для удосконалення технологій застосування мікробних препаратів у землеробстві.

References

- Hadzalo, I. M., Patyka, M. V., Zaryshniak, A. S., & Patyka, T. I. (2019). Ahromikrobiologhiia z osnovamy biotekhnologhi. Monohrafiia. *Ahrarna Nauka NAAN*, 59 (4), 70–78. [In Ukrainian].
- Volkhohon, V. V. (1997). Vliyaniye stimulyatorov rosta rasteniy na aktivnost protsessa assotsiativnoy azotfiksatsii. *Mikrobiology Zhurnal*, 59 (4), 70–78. [In Russian].
- Tkalenko, H. M. (2015). Biologichni preparaty v zakhysti Roslyn. *Spetsvypusk. Propozytsiya Suchasni ahrotekhnologhiyi iz zastosuva* Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2012_14_62 [In Ukrainian].
- Tkalenko, H. M., & Fedorenko, V. P. (2009). Dosyahnennya i perspektyvy rozvytku biologichnoho metodu zakhystu roslyn v Ukrayini. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6, 6–9. [In Ukrainian].

5. Kaminsky, V. F. (2013). Efektyvnist bakterizatsiyi nasinnya za orhanichnoyi systemy zemlerobstva. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 777, 153–158. [In Ukrainian].
6. Bilokonska, O. M., Kozar, S. F., Yevtushenko, T. A., & Usmanova, T. O. (2018). Zberezhenist bakteriy rodu *Azotobacter* na nasinni *Cucumis sativus* L. za diyi riznikh temperatur. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 27, 11–17. [In Ukrainian].
7. Bilokonska, O. M. (2018). Vplyv ultrafioletovoho vyprominyuvannya na zhittyezdatnist vehetatyvnykh klitin y tsyst *Azotobacter chroococcum* 2.1. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 28, 86–91. doi: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.28.86-91> [In Ukrainian].
8. Paul, E. A. (2014). *Soil microbiology, ecology and biochemistry*. Academic press.
9. Gama-Castro, S., Núñez, C., Segura, D., Moreno S., Guzmán, J., & Espín, G. (2001). *Azotobacter vinelandii* Aldehyde Dehydrogenase Regulated by Role in Alcohol Catabolism and Encystment. *Journal of Bacteriology*, 183 (21), 6169–6174. doi: 10.1128/JB.183.21.6169-6174.2001
10. EPAA – universalnyy biolohichnyy prylypach pestytsydiv i rehulyatoriv rostu roslyn. *Metodychni rekomendatsiyi*. (2007). IMV imeny D. K. Zabolotnoho NAN Ukrayiny [In Ukrainian].
11. Kozar, S. F., Yevtushenko, T. A., & Usmanova, T. O. (2019). Vplyv polisaharidno-bilkovoho kompleksu na efektyvnist bakterizatsiyi soyi rizohuminom. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 30, 13–19. doi: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.30.13-19> [In Ukrainian].
12. Kurdish, I. K. (2001). Granulirovannyye mikrobnyye preparaty dlya rasteniyevodstva: nauka i praktika. *KVITS*, 141, 14. [In Russian].
13. Kurdish, I. K., & Antonyuk, T. S. (1999). Vliyaniye glinistykh mineralov na zhiznesposobnost nekotorykh bakteriy pri povyshennykh temperaturakh. *Mikrobiology Zhurnal*, 61 (3), 3–8. [In Russian].
14. Kurdish, I. K., & Bega, Z. T. (2006). Vliyaniye glinistykh mineralov na rost fosfatmobiliziruyushchikh bakteriy *Bacillus subtilis*. *Priklady Biokhimi i Mikrobiolohiyi*, 42 (4), 438–442. [In Russian].
15. Beha, Z. T., Kurdysh, I. K. (2011). Vplyv bentonitu na efektyvnist' bakteryzatsiyi nasinnya roslyn. *Mikrobiology Zhurnal*, 73 (4), 54–61. [In Russian].
16. Kozar, S. F., Yevtushenko, T. A., & Nesterenko, V. M. (2017). Vplyv Rechovyny riznoho khimichnoho skladu na zhittyezdatnist diazotrofov na nasinni silskohospodarskykh kultur. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 27, 10–17. doi: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.25.10-17> [In Ukrainian].
17. Volkohon, V. V., Nadkernychnyy, O. V., & Kovalevska, T. M. (2006). *Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriya i praktyka*. Kyiv: Ahrarna Nauka [In Ukrainian].
18. Dospehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva: Ahropromyzdat [In Russian].
19. Tarakanov, H. I. (2003). *Ovoshchevolstvo*. Kyiv: Kolos [In Ukrainian].
20. Mazorenko, D. I., Maznyev, H. Ye., & Tishchenko, L. M. (2011). *Ohirky: prohresyvni tekhnolohiyi ta normatyvy*. Moskva: Miskdruk [In Russian].
21. Volkohon, V. V., Nadkernychnyy, O. V., & Tokmakova, L. M. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiya*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
22. Hil, L. S., Pashkovskyy, A. I., & Sulima, L. T. (2008). *Suchasni tekhnolohiyi ovochivnytstva*. Kyiv: PP «Nova knyha» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 29.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Козар С. Ф., Білоконська О. М. Вплив *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836 сумісно з полісахаридно-білковим комплексом на урожайність огірка. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 79–84.

© Козар Сергій Федорович, Білоконська Оксана Михайлівна, 2021