

АНОТАЦІЯ
магістерської дисертації студента 6 курсу, групи БТ-61м
спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія
спеціалізації Промислова біотехнологія
Герасименко Яни Олегівни
на тему «Готові форми та специфічність препаратів *Streptomyces albus*
для біорегуляції рослин»

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 107 с., 25 табл., 25 рис., 146 джерел

Розробка біопрепаратів з широким спектром дії є актуальним та перспективним завданням сучасної біотехнології завдяки безпечності, ефективності та спрощеній технології отримання біопрепаратів для рослинництва. Препарати на основі *Streptomyces albus*, здатні впливати на ріст та розвиток рослин, що робить актуальним дослідження специфічності дії метаболітів культури та готових форм препаратів на їх основі щодо біорегуляції рослин.

Магістерська дисертація виконана в рамках НДР №2033п «Створення лінії інноваційних біологічно активних продуктів для медицини, харчової промисловості та сільського господарства».

Метою роботи є розробка готових форм біопрепаратів *S. albus* UN 44 та умов їх застосування для біорегуляції сільськогосподарських культур. Завданнями дослідження було: здійснити підбір поживного середовища для отримання біопрепаратів *S. albus* UN44; визначити біологічну активність та стабільність отриманих зразків; дослідити специфічність дії обраних готових форм препаратів щодо біорегуляції рослин; провести аналіз культури *S. albus* щодо здатності до синтезу метаболітів для біоконтролю рослин; розробити умови та способи застосування отриманих біопрепаратів в процесах біорегуляції рослин.

Об'єкт дослідження: продуцент біологічно активних речовин *Streptomyces albus* UN44 та готові форми біопрепаратів на його основі. Предмет дослідження: умови отримання, застосування та специфічність дії препаратів на основі *S. albus* UN44 для біорегуляції рослин.

В роботі застосовані мікробіологічні, біотехнологічні, біохімічні, математичні методи дослідження.

У результаті проведеної роботи вперше встановлено здатність досліджуваної культури *S. albus* до синтезу феназінів. Визначено ефективні концентрації розроблених готових форм препаратів для передпосівної обробки рослин огірків, пшениці, сої, які знаходяться у межах 0,05–1% (0,75–15 одиниць літичної активності/см³). Показано можливість корегування стресового стану при застосуванні отриманого біопрепарату. Підібрано поживне середовище для синтезу біопрепаратів *S. albus* UN44 на основі меляси та соєвого борошна, що має в 3 рази нижчу вартість щодо вихідного середовища при високому рівні синтезу ферментного комплексу. Розроблені умови та способи застосування отриманих біопрепаратів для передпосівної

обробки насіння рослин огірків, пшениці, сої. Показано, що отримана рідка готова форма є стабільною при зберіганні протягом нормативного періоду та стимулює ріст зазначених рослин на 10-45%. За темою роботи розроблено стартап проект, доведено можливість ринкового впровадження.

Результати досліджень дисертаційної роботи були представлені на XI науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (Біотехнологія XXI століття, Київ, 2017) та опубліковані одні тези доповідей та одна стаття прийнята до друку у фаховий журнал.

STREPTOMYCES ALBUS UN44, БІОПРЕПАРАТИ, ГОТОВІ ФОРМИ, БІОРЕГУЛЯЦІЯ, СТИМУЛЯЦІЯ РОСТУ, ФЕНАЗИНИ

ВИСНОВКИ

1. Підібрано поживне середовище для синтезу біопрепаратів *S. albus* UN44 на основі меляси та соєвого борошна, що має в 3 рази нижчу вартість щодо вихідного середовища при високому рівні синтезу цільових метаболітів.
2. В результаті проведення генетичних досліджень вперше встановлено здатність досліджуваної культури *S. albus* до синтезу феназинів, що визначає можливість стимуляції біопрепаратами культури системних механізмів захисту рослин щодо фітопатогенів.
3. Показано широкий спектр специфічної активності біопрепаратів з *S. albus* UN44 щодо біорегуляції сільськогосподарських рослин огірка, пшениці та сої, а саме стимуляція росту кореня, стебла та вплив на інтенсивність метаболічних процесів.
4. Вперше показана здатність біопрепаратів культури впливати на стресостійкість рослини, що обумовлює можливість розробки на основі *S. albus* UN44 засобів для зниження наслідків дії негативних біотичних та абіотичних факторів на сільськогосподарські культури.
5. Розроблені варіанти готових форм препаратів для біорегуляції рослин та визначені умови і способи їх застосування для передпосівної обробки насіння рослин огірків, пшениці, сої. Встановлено ефективні концентрації розроблених готових форм препаратів, що знаходяться у межах 0,05–1% для різних вказаних рослин.
6. Найбільш перспективною визначена розроблена рідка готова форма Біопрепарату–1 на основі *S. albus* UN44 для рослинництва, що є стабільною при зберіганні протягом нормативного періоду та стимулює ріст рослин огірка, пшениці та сої на 10–45%.
7. За темою роботи проведено маркетинговий аналіз стартап-проекту щодо комерціалізації Біопрепарату–1 на основі *S. albus* UN44 для рослинництва, та визначена принципова можливість його ринкового впровадження та напрямків реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Berninger T. Maintenance and assessment of cell viability in formulation of non-sporulating bacterial inoculants / T. Berninger, O.G. Lopez, A. Bejarano, C. Preininger, A. Sessitsch // *Microbial Biotechnology*. – 2018. – №11. – p. 277–301.
2. Plant growth promotion by Streptomyces: ecophysiology, mechanisms and applications / J. A. De Jesus Sousa, F. L. Olivares // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. – 2016. – Режим доступу: <http://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-016-0073-5>
3. Davila Medina M.D. Antagonist actinomycetes metabolites against plant pathogens fungi of agricultural importance / M.D. Davila Medina, G. Gallegos Morales, F.D. Hernández Castillo, Y.M. Ochoa Fuente, A. Flores Olivas, M. Cepeda Siller // *J. Sci. Res. Stud.* – 2016. – № 3(11). – p. 224–230.
4. Білявська Л.О. Біосинтез ауксинів ґрунтовими стрептоміцетами – антагоністами фітопатогенних мікроорганізмів і нематод / Л.О. Білявська // *Мікробіологія і біотехнологія*. – 2015. – №1(29). – С. 36–43.
5. Gao F. Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens / F. Gao, C. Dai, X. Liu // *Afr. J. Microbiol. Res.* – 2010. – №4(13). – p. 1346–1351.
6. Пат. 107972 Україна. МПК А01N 63/02, С12N 1/20 Фітозахисний біопрепарат “Аверком–нова” для обробки рослин / Козирицька В.Є., Іутинська Г.О., Білявська Л.О.; заявник та патентовласник Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. – № а201301463; заявл. 07.02.2013; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.
7. Hamed J. Biotechnological application and taxonomical distribution of plant growth promoting actinobacteria / J. Hamed, F. Mohammadipannah // *J Ind Microbiol Biotechnol.* – 2015. – №42(2). – p. 157–171.
8. Sarmin NI *Streptomyces kebangsaanensis sp. nov.*, an endophytic actinomycete isolated from an ethnomedicinal plant, which produces phenazine-1-carboxylic acid / NI. Sarmin, GY. Tan, SM. Franco, R. Edrada-Ebel, J. Latip, NM. Zin // *Int J Syst Evol Microbiol.* – 2013. – № 63 (10). – p. 3733–3738.
9. Mansour F.A. Studies on plant growth regulators and enzymes production by some bacteria / F.A. Mansour, H.S. Aldesuquy, H.A. Hamedo // *Qatar Univ. Sci. J.* – 1994. – № 14 (2). – p. 281–288.
10. Тодосійчук Т.С. Поліваріантна біотехнологія препаратів-антагоністів на основі мікробних бактеріолізинів: автореф. дис. ... доктора тех. наук : 03.00.20 / Тодосійчук Тетяна Сергіївна; НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського. – К., 2016. – 47 с.
11. Черногор Н.П. Изучение стимулирующего действия ферментных препаратов на растительных объектах / Н.П. Черногор, И.В. Жерносекова, А.А. Тымчук, Т.П. Килочек, А.И. Винников // *Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Медицина.* – 2005. – Т.1, № 13. – С. 282–

12. Жерносекова І.В. Вплив продуктів метаболізму *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* на ріст проростків овочевих культур / І. В. Жерносекова, О. А. Тимчук, В. П. Ткаченко, А. І. Вінніков // Мікробіологія і біотехнологія. – 2014. – № 1. – С. 79–90.
13. Дрегваль О.А. Антагоністична активність ґрунтових стрептоміцетів по відношенню до фітопатогенних бактерій та грибів / О.А. Дрегваль, А.О. Єременко, Н.В. Черевач, А.І. Вінніков // Мікробіологія і біотехнологія. – 2017. – № 1. – С. 73–84.
14. Ткаленко Г.М. Екологічне обґрунтування створення і застосування біологічних препаратів для оптимізації фіто санітарного стану овочевих агроценозів: дис. ... доктора с.г. наук: 03.00.16 / Ткаленко Ганна Миколаївна. – К.: 2016. – 359 с.
15. Пиріг О.В. Мікробні препарати як чинник індукції стійкості рослин люпину жовтого до ураження вірусом жовтої мозаїки квасолі: дис. ... кандидата с.г. наук: 03.00.07 / Пиріг Олександр Вікторович. – Чернігів: 2015. – 175 с.
16. Ahemad M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective / M. Ahemad, M. Kibret // J King Saud Uni Sci. 2014. – №26. – p. 1–20.
17. Vejan P. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability / P. Vejan, R. Abdullah, T. Khadiran, S. Ismail, N. Boyce // Molecules. – 2016. – №21(537). – p. 1–17.
18. Baiea M.H.M. Effect of some Different Sources of Organic Fertilizers in Presence of Bio-fertilizer on Growth and Yield of Banana cv. Grande Naine plants / M.H.M. Baiea, S. F. EL-Giousy // Middle East Journal of Agriculture Research. – 2015. – №4(4). – p. 745–753.
19. Saharan B.S. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review / B.S. Saharan, V. Nehra // Life Sciences and Medicine Research. – 2011. – №21. – p. 1–30.
20. Комплексные микробные препараты. Применение в сельскохозяйственной практике / С.С. Муродова, К.Д. Давранов // BIOTECHNOLOGIA АСТА. – 2014. – Т.7, № 4. – с. 92–101.
21. Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation / P. Jardin // Scientia Horticulturae. – 2015. – №196. – p. 3–14
22. Figueiredo M. Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications / M. Figueiredo, L. Seldin, F. de Araujo, R. Mariano, D.K. Maheshwari // Plant growth and health promoting bacteria. – 2010. – p. 21–43.
23. Perez-Montano F. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production / F. Perez-Montano, C. Alias-Villegas, R.A. Bellogin, P. del Cerro, M.R. Espuny, I. Jiménez-Guerrero, F.J. López-Baena, F.J. Ollero, T. Cubo // Microbiological Research. – 2014. – №169. – p. 325–336.
24. Glick R.B. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and

- Applications / R. B. Glick // *Hindawi Scientifica*. – 2012. – №15. – p. 1–15
25. Olanrewaju O.S. Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria / O.S. Olanrewaju, B.R. Glick, O.O. Babalola // *World J Microbiol Biotechnol*. – 2017. – № 33(11). – p. 197–213.
26. Kundan R. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Mechanism and Current Prospective / R. Kundan, G. Pant, N. Jadon, P.K. Agrawal // *J Biofertil Biopestici*. – 2015. – №6(2). – p. 155–164.
27. Timmusk S. Perspectives and Challenges of Microbial Application for Crop Improvement / S. Timmusk, L. Behers, J. Muthoni, A. Muraya, A.–C. Aronsson // *Front Plant Sci*. – 2017. – V.8, № 49. – p. 1–10.
28. Максимов И. В. Стимулирующие рост растений бактерии в регуляции устойчивости растений к стрессовым факторам / И.В. Максимов, С.В. Веселова, Т.В. Нужная, Е.В. Сарварова, Р.М. Хайруллин // *Физиология растений*. – 2015. – №6(62). – с. 763–775.
29. Shakirova F.M. Role of endogenous hormonal system in the realization of the antistress action of plant growth regulators on plants / F.M. Shakirova, A.M. Avalbaev, M.V. Bezrukova, G.R. Kudoyarova // *Plant Stress*. – 2010. – №4. – p. 32–38.
30. Пат. 92094 Україна. МПК А01Р 21/00. Застосування штаму *Streptomyces avermitilis imb* ас–5015 як продуцента комплексу фітогормонів / Іутинська Г.О., Білявська Л.О., Драговоз І.В., Козирецька В.Є., Валагурова О.В., Яворська В.К., Курчій Б.О.; заяв. та патентовласник Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, ІФРГ НАН України. – №а200901173; заявл. 13.02.2009; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.
31. Kielak A. M. Acidobacteria strains from subdivision 1 act as plant growth-promoting bacteria / A. M. Kielak, M.A. Cipriano, E.E. Kuramae // *Archives of microbiology*. – 2016. – №98(10). – p. 987–993.
32. Gouda S. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture / S.Gouda, R.G. Kerry, G. Das, S. Paramithiotis, H.S. Shin, J.K. Patra // *Microbiol Res*. – 2018. – №206. – p. 131–140.
33. Cohen A.C. Participation of abscisic acid and gibberellins produced by endophytic *Azospirillum* in the alleviation of drought effects in maize / A.C. Cohen, C.N. Travaglia, R. Bottini., P. N. Piccoli // *Botany*. – 2009. – №87. – p. 455–462.
34. Santoyo G. Plant growth-promoting bacterial endophytes / G. Santoyo, G. Moreno–Hagelsiebb, Ma. del C. Orozco–Mosquedac, B. R. Glick // *Microbiol Res*. – 2016. – №183. – p. 92–99.
35. Zou C. *Bacillus megaterium* XTBG34 promotes plant growth by producing 2–pentylfuran / C. Zou, Z. Li, D. Yu // *J. Microbiol*. – 2010. – №48. – p. 460–466.
36. Farag M.A. Dynamic chemical communication between plants and bacteria through airborne signals: induced resistance by bacterial volatiles / M.A. Farag, H. Zhang, C.M. Ryu // *J. Chem. Ecol*. – 2013. – №39. – p. 1007–

- 1018.
37. Sánchez-López A. M. Volatile compound emitted by diverse phytopathogenic microorganisms promote plant growth and flowering through cytokinin action // A.M. Sánchez-López, M. Baslam, F.J. Muñoz // *Plant, Cell and Environment*. – 2016. – №39(12). – p. 1–17.
 38. Kai M. Bacterial–Plant–Interactions: Approaches to Unravel the Biological Function of Bacterial Volatiles in the Rhizosphere // M. Kai, U. Effmert, B. Piechulla // *Front. Microbiol.* – 2016. – №7(108). – p. 1–14.
 39. Park Y–S. Promotion of plant growth by *Pseudomonas fluorescens* strain SS101 Q4 via novel volatile organic compounds // Y.–S. Park, S. Dutta // *Biochem Biophys Res Commun*. – 2015. – № 461(2) – p. 361–365.
 40. Blom D. Production of plant growth modulating volatiles is wide spread among rhizosphere bacteria and strongly depends on culture conditions / D. Blom, E.C. Connor // *Environmental microbiology*. – 2011. – №13(11). – p. 3047–3058.
 41. Dobbelaere S. Plant growth–promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere / S. Dobbelaere, J. Vanderleyden, Y. Okon // *Crit. Rev. Plant Sci.* – 2003. – №22. – p. 107–149.
 42. Mehnaz S. Inoculation Effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on Corn Plant Growth Under Greenhouse Conditions // S. Mehnaz, G. Lazarovits // *Microbial Ecology*. – 2006. – №51(3). – p. 326–335.
 43. Malusa E. Biofertilizers: A Resource for Sustainable Plant Nutrition / E. Malusa, J. Ciesielska // *Fertilizer Technology*. – 2015. – №1. – P.282–319.
 44. Пат. 86178 Україна. МПК С12R 1/47, А01С 1/00. Мікроорганізми для обробки ґрунту та спосіб їх одержання / Ботонд К.Д., Іштван О.; заявник та патентовласник АгроБіо Хангарі КФТ. – №2004021085; заявл. 12.08.2002; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.
 45. Hu N. Key genes involved in heavy–metal resistance in *Pseudomonas putida* CD2 / N. Hu, B. Zhao // *FEMS Microbiol. Lett.* – 2007. – №267. – p. 17–22.
 46. Fravel DR. Commercialization and implementation of biocontrol / DR. Fravel // *Annu Rev Phytopathol.* – 2005. – №43. – p. 337–359.
 47. Dutta D. Endophytes: Exploitation as a Tool in Plant Protection / K. Chandra, D. Dutta, R. Gogoi, P. Dutta // *Braz. arch. biol. technol.* – 2014. – №57(5). – p. 71–78
 48. Junaid J. M. Commercial Biocontrol Agents and Their Mechanism of Action. in the *Management of Plant Pathogens* / J. M. Junaid, N. A. Dar, T. A. Bhat, A. H. Bhat, M. A. Bhat // *International Journal of Modern Plant & Animal Sciences*. – 2013. – №1(2). – p. 39–57.
 49. Феклистова И.Н. Применение синтезирующих антибиотики феназинового ряда бактерій *Pseudomonas aurantiaca* для биологического контроля заболеваний пшеницы / И.Н. Феклистова, Н.П. Максимова // *Вестник БГУ*. – 2009. – № 3. – с. 32–36
 50. Ongena M. The role of cyclic lipopeptides in the biocontrol activity

- of *Bacillus subtilis* / M. Ongena, G. Henry, P. Thonart // Recent Developments in Management of Plant Diseases. – 2010. – №. 1. – p. 59–69.
51. Compant S. Use of Plant Growth–Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects / S. Compant, B. Duffy, J. Nowak, C. Clement, EA. Barka // Appl Environ Microbiol. – 2005. – №71(9). – p. 4951–4959.
52. Krishnan R. *Novosphingobium pokkali* sp nov, a novel rhizosphere–associated bacterium with plant beneficial properties isolated from saline–tolerant pokkali rice // R. Krishnan, R. Menon, N. Tanaka, S. Krishnamurthi // Research in Microbiology. – 2017. – №168(2). – p.113–121.
53. Nautiyal C.S. Plant growth–promoting bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* NBRISN13 modulates gene expression profile of leaf and rhizosphere community in rice during salt stress / C.S. Nautiyal, S. Srivastava, P.S. Chauhan, K. Seem, A. Mishra, S.K. Sopory // Plant Physiol. Biochem. – 2013. – №66. – p. 1–9.
54. Baharlouei J. Evaluation of inoculation of plant growth–promoting rhizobacteria on cadmium uptake by canola and barley / J. Baharlouei, E. Pazira, K. Khavazi, M. Solhi // 2nd Int. Conf. Env. Sci. Tech. – 2011. – №2. – p. 28–32.
55. Sadeghi A. Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of *Streptomyces* under saline soil conditions / A. Sadeghi, E. Karimi, PA. Dahaji, MG. Javid, Y. Dalvand, H. Askari // World J Microbiol Biotechnol. – 2012. – №28(4). – p. 1503–1509.
56. Білявська Л.О. Актинобактерії роду *Streptomyces* і їхні метаболіти у біорегуляції рослин: дис. ... доктора біол. наук: 03.00.07 / Білявська Людмила Олексіївна. – Київ: 2018. – 485 с.
57. Abd–Alla MN. Indole–3–acetic acid (IAA) production by *Streptomyces atrovirens* isolated from rhizospheric soil in Egypt / MN. Abd–Alla, E–SA. El–Sayed, A–HM Rasmey // J Biol Earth Sci. – 2013. – №3(2). – p.182–193.
58. Baez–Rogelio A. Next generation of microbial inoculants for agriculture and bioremediation / A. Baez–Rogelio, Y.E. Morales–García, V. Quintero–Hernandez, J. Munoz–Rojas // Microb Biotechnol. – 2017. – 10. – P.19–21
59. Hungria M. Inoculant preparation, production and application / M. Hungria, M.F. Loureiro, I.C. Mendes, R.J. Campo, P.H. Graham / In: D. Werner, W.E. Newton (eds) // Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Kluwer, Dordrecht. – 2003. – P. 223–253.
60. Schoebitz M. Bioencapsulation of microbial inoculants for better soil–plant fertilization / M. Schoebitz, M. López, A. Roldán. // Agronomy for Sustainable Development, EDPSciences. – 2013. – №33 (4). – pp.751–765.
61. Tan L.T.–H. *Streptomyces* bacteria as potential probiotics in aquaculture L.T.–H. Tan, K.–G. Chan, L.–H. Lee, B.–H. Goh / Frontiers in Microbiology. – 2016. – V.7. – Art.79

62. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні станом на 2017 рік – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007-1328.html>
63. Albareda M. Alternatives to peat as a carrier for rhizobia inoculants: solid and liquid formulations / M. Albareda, D.N. Rodríguez-Navarro, M. Camacho, F. Temprano // *Soil Biol Biochem.* – 2008. – №40. – p. 2771–2779.
64. Diaz-Zorita M. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity / M. Diaz-Zorita, M. V. Fernandez-Canigia // *Eur J Soil Biol.* – 2009. – №45:3. – p.11–19
65. Маслиенко Л.В. Вермикулен – перспективний мікробиопрепарат поліфункціонального типу действия для защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезни / Л.В. Маслиенко // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института маслиничных культур. – 2009. – №2(141) – с. 1–11
66. Singleton P. Development and evaluation of liquid inoculants, in: Herridge D (ed) *Inoculants and nitrogen fixation of legumes in Vietnam* / P. Singleton, H. Keyser, E. Sande // *ACIAR Proceedings.* – 2002. – p. 52–66.
67. Manikandan R. Standardization of liquid formulation of *Pseudomonas fluorescens* Pf1 for its efficacy against *Fusarium* wilt of tomato / R. Manikandan, D. Saravanakumar, L. Rajendran, T. Raguchander, R. Samiyappan // *Biol Control.* – 2010. – №54. – p. 83–89
68. Spadaro D. Improving the efficacy of biocontrol agents against soilborne pathogens / D. Spadaro, M. Gullino // *Crop Protection.* – 2005. – №24(7). – p. 601–613.
69. Бега З. Т. Вплив бентоніту на ефективність бактеризації насіння рослин / З. Т. Бега, І. К. Курдиш // *Мікробіологічний журнал.* – 2011. – Т. 73, № 4. – С. 54–61.
70. Bashan Y. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013) / Y. Bashan, L.E.de-Bashan, S.R Prabh, J.-P. Hernandez // *Plant Soil.* – 2014. – №378:1–33. – p. 1–33.
71. Пат. 37579 Україна, МПК C05F 11/08. Спосіб підвищення активності мікробних препаратів / Іутинська Г.О., Петрук Т.В., Білявська Л.О., Валагурова О.В., Козирицька В.С., Титова Л.В.; Леонова Н.О.; заявник та патентовласник Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. – №u200706868; заявл. 19.06.2007; опубл. 10.12.2008, Бюл. № 23.
72. Herrmann L. Challenges of formulation and quality of biofertilizers for successful inoculation / L. Herrmann, D. Lesueur // *Appl Microbiol Biot.* – 2013. – № 97. – p. 8859–8873

73. Morgan, C.A., Herman, N., White, P.A. and Vesey, G. (2006) Preservation of micro-organisms by drying; A review. *J Microbiol Meth* 66, 183–193.
74. Malusá E. Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers / E. Malusá, L. Sas-Paszt, J. Ciesielska // *Sci World J.* – 2012. – №1. – p. 12–19.
75. Сайт виробника ЗАО Фирма "Август" (Россия) – Режим доступу: <http://www.avgust.com/>
76. Garcia, A.H. Anhydrobiosis in bacteria: from physiology to applications / A.H. Garcia // *J Biosci.* – 2011. – №36. – p. 939–950.
77. Costa, E., Usall, J., Teixid_o, N., Torres, R., and Vinas, I. Effect of package and storage conditions on viability and efficacy of the freeze-dried biocontrol agent *Pantoea agglomerans* strain CPA-2. *J* / E. Costa, J. Usall, N. Teixid, R. Torres, I. Vinas // *Appl Microbiol.* – 2002. – №92. – p. 873–878.
78. Deaker R. Legume seed inoculation technology / R. Deaker, R. Roughley, I. Kennedy // *Soil Biol Biochem.* – 2004. – №36. – p. 1275–1288
79. Müller-Stöver, D. Two granular formulations of *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* to mitigate sunflower broomrape *Orobanche cumana* / Müller-Stöver, D., Thomas, H., Sauerborn, J. and Kroschel, J. // *Biocontrol.* – 2004. – №49. – p. 595–602.
80. Chung, W.C. Formulation of a soil biofungicide for control of damping-off of Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) caused by *Rhizoctonia solani* / Chung, W.C., Huang, J.W., Huang, H.C // *Biol Control.* – 2005. – №32. – p. 287–294.
81. Temprano F.J. Survival of several *Rhizobium* / *Bradyrhizobium* strains on different inoculants formulations and inoculated seeds / Temprano FJ, Albareda M, Camacho M, Daza A, Santamaria C, Rodriguez-Navarro DN // *Int Microbiol.* – 2002. – №5. – p. 81–86.
82. Sarma M.V.R.K. Application of inorganic carrier-based formulations of fluorescent pseudomonads and *Piriformospora indica* on tomato plants and evaluation of their efficacy / Sarma, M.V.R.K., Kumar, V., Saharan, K., Srivastava, R., Sharma, A.K., Prakash, A., Sahai, V. and Bisaria V.S // *J Appl Microbiol.* – 2011. – №111. – p. 456–466.
83. Tripathi, S. Development of carrier-based formulation of root endophyte *Piriformospora indica* and its evaluation on *Phaseolus vulgaris* L / Tripathi, S., Das, A., Chandra, A. and Varma, A. // *World J Microbiol Biotechnol.* – 2015. – №31. – p. 337–344.
84. Schoebitz M. Starch filler and osmoprotectants improve the survival of rhizobacteria in dried alginate beads / Schoebitz M, Simonin H, Poncelet D // *J Microencapsul.* – 2012. – №29. – p. 532–538
85. Siaterlis, A. Effect of culture medium and cryoprotectants on the growth and survival of probiotic lactobacilli during freeze drying / Siaterlis, A., Deepika, G., Charalampopoulos. D // *Letters in Applied Microbiology.* – 2009. – №48. – p. 295–301.
86. Сайт компанії БТУ-центр – Режим доступу: <http://btu-center.com/ru/>

87. Bashan Y. Alginate microbeads as inoculant carriers for plant growth-promoting bacteria / Bashan Y., Hernandez J.-P., Leyva L., Bacilio M. // *Biol Fert Soils*. – 2002. – №35. – p.359–368
88. Wiwattanapatapee R. Preparation and evaluation of *Bacillus megaterium*–alginate microcapsules for control of rice sheath blight disease / Wiwattanapatapee R., Chumthong A., Pengnoo A., Kanjanamaneesathian M. // *World J Microbiol Biotechnol*. – 2013. – №29. – p. 1487–1497
89. John R.P. Bio-encapsulation of microbial cells for targeted agricultural delivery / John R.P., Tyagi R.D., Brar S.K., Surampalli R.Y., Prevost D. // *Crit Rev Biotechnol*. – 2011. – №31. – p. 211–226
90. Rathore S. Microencapsulation of microbial cells / Rathore S., Desai P.M., Liew C.V., Chan L.W., Heng P.W.S // *J Food Eng*. – 2013. – №116. – p. 369–381
91. De Smedt Potential and actual uses of zeolites in crop protection / De Smedt, C., Someus, E. and Spanoghe, P. // *Pest Manag Sci*. – 2015. – №71. – p. 1355–1367.
92. Ramesh K. Nanoporous zeolites in farming: current status and issues ahead / Ramesh, K., Biswas, A.K., Somasundaram, J. and Rao, A.S. // *Curr Sci*. – 2010. – №99. – p. 760–764
93. Kaewchai S. Mycofungicides and fungal biofertilizers / S. Kaewchai, K. Soyong, K.D. Hyde // *Fungal Diversity*. – 2009. – 164(2). – P.25–50.
94. Сайт науково-технологічного центру «Агробіотех». – Режим доступу: <http://www.agrobiotech.com.ua/>
95. Пат. 53253 Україна, МПК А01N 63/02. Комплексний біопрепарат “актинолан” для обробки рослин / Пономаренко С.П., Іутинська Г.О., Петрук Т.В., Анішин Л.А., Білявська Л.О., Валагурова О.В., Козирицька В.Є.; заявник та патентовласник Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. – №u201005178; заявл. 28.04.2010; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.
96. Cruz J.A. Survival of Actinomycetes in a soil-based carrier: a potential microbial inoculant / J.A. Cruz, M.K.M. Cadiante // *Asia Life Sciences*. – 2015. – 24(1). – P.343–347.
97. Tamreihao K. Biocontrol and plant growth promoting activities of a *Streptomyces corchorusii* strain UCR3–16 and preparation of powder formulation for application as biofertilizer agents for rice plant / K. Tamreihao, D.S. Ningthoujam, S. Nimaichand, S.E. Singh, P. Reena, S.H. Singh, U. Nongthomba // *Microbiological Research*. – 2016. – 192. – P.260–270.
98. Deivamani M. Studies on shelf-life of *Streptomyces* spp. in different carrier materials / M. Deivamani, M. Muthamilan // *IJPPHT*. – 2016. – V.7.– №1. P.16–20.
99. Zamoum M. Development of formulations based on *Streptomyces rochei* strain PTL2 spores for biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato seedlings / M. Zamoum, Y. Goudjal, N. Sabaou, F. Mathieu, A. Zitouni // *Biocontrol science and technology*. – 2017. – 27. – P. 723–738.

100. Pat. US 2005/0060930 A1, C12R1/11. Microorganisms for the treatment of soil and process for obtaining them / Kiss G. B., Ott I. (HU); – №10/486747; Заявл. 12.08.2002; Опубл. 24.03.2005; РСТ/HU02/00081
101. László K. Development of a four-component liquid soil biofertilizer: BioeGO / K. László, K. Péter, B. Bettina, G. Tarnai, S. Szabó, M. László, V. Csaba // Annual Meeting of the Hungarian Society for Microbiology and EU FP-7 Promise Regional Meeting. – 2014. – p. 50.
102. Todosiichuk T. The development of biological product for plant growing on the basis of *Streptomyces albus* / N. Levchyk, A. Liubinska, J. Rakhmetov, M. Diakova // EUREKA: Life Sciences. – 2016. – № 5. – p. 32–39.
103. Черногор Н.П. Фіторегулювальні та адаптаційні властивості біопрепаратів в умовах техногенного забруднення навколишнього середовища / Н.П. Черногор, І.В. Жерносекова, О.А. Тимчук, Т.П. Кілочок, А.І. Вінніков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2005. – Т. 2, № 13 – С. 209–213.
104. Жерносекова І.В. Екологічні аспекти стимуляції ярового рапса біопрепаратами стрептомицета / І. В. Жерносекова, Н. П. Черногор, А. А. Тимчук, А. І. Винніков // Екологія та ноосферологія. – 2009. – Т. 20, № 1–2. – С. 136–142.
105. Нерадовська С.В. Стимулювання ріпаку препаратами стрептоміцетів / С.В. Нерадовська, О.А. Тимчук, І.В. Жерносекова, Н.П. Черногор, В.П. Ткаченко // Хімія та сучасні технології: тез. доп. V між нар. науково-технічної конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (Дніпропетровськ, 20–22 квітня 2011р.)/ДНУ ім. О. Гончара. Д.: 2011. – С. 496.
106. Жерносекова І.В. Фізіологічна активність біопрепаратів стрептоміцету та комерційних препаратів відносно рослин квасолі *Phaseolus vulgaris* / І. В. Жерносекова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2012. – Т.2, № 3. – С. 32–36.
107. Покотило А.С. Стимуляція росту кукурудзи препаратом «Лізорецифін» із *Streptomyces recifensis var. lyticus* / А.С. Покотило, І.Є. Соколова, І.В. Жерносекова, О.А. Тимчук // Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур: тез. доп. конф. присвяченої 140-річчю створення ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». – Херсон: 2014. – С. 221.
108. Пат. 88596 UA, МПК (2014) C12N1/00. Штам *Streptomyces albus* UN44 – продуцент комплексу літичних ферментів / Тодосійчук Т.С., Сішел Л.; Тодосійчук Т.С. – № u 2013 11432, Заявл. 27.09.2013; Опубл. 25.03.2014. Бюл. №6, 2014 р.
109. Пат. 109568 UA, МПК (2015) C12N1/20. Штам *Streptomyces albus* – продуцент комплексу антибіотичних речовин і комплекс антибіотичних речовин, що має протигрибкову дію / Тодосійчук Т.С.,

- Покас О.В., Яремчук С.М.; Тодосійчук Т.С. – № а 2013 11432, Заявл. 27.09.2013; Опубл. 10.09.2015. Бюл. №17, 2015 р.
110. Пат. 88598 UA, МПК (2014) C12N1/00. Стрептофунгін, що має протигрибкову дію / Тодосійчук Т.С., Покас О.В., Яремчук С.М.; Тодосійчук Т.С. – № и 2013 11433, Заявл. 27.09.2013; Опубл. 25.03.2014. Бюл. №6, 2014 р.
111. Шинкаренко Л.М. Дослідження компонентного складу і специфічності літичного ферментного комплексу *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* Ас-5001 / Л.М. Шинкаренко, Т.С. Тодосійчук, Х. Хоккер // Наукові вісті НТУУ „КПІ”. – 2004. – № 4. – С. 138–143.
112. Bhosale H.J. Generic diversity and a comparative account on plant growthpromoting characteristics of actinomycetes in roots and rhizosphere of *Saccharum officinarum* / H.J.Bhosale, T.A.Kadam // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. – 2015. – № 4(1). – p. 230–244
113. Arkhipova T. N Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants / T. N. Arkhipova, S. U. Veselov, A.I. Melentiev // Plant and soil. — 2005. — Vol. 272. — P. 201–209.
114. Bottini R. Gibberellin production by bacteria and its involvement in plant growth promotion and yield increase / R. Bottini, F. Cassán, P. Piccoli // Appl. microbiol. biotechnol. — 2004. — Vol. 65. — P. 497–503.
115. Salamone G. I. E. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants / G. I. E. Salamone, R. K. Hynes, L. M. Nelson // Canad. J. microbiol. — 2001. — Vol. 47. — P. 404–411.
116. Hussain A. Interaction of bacterial cytokinins and IAA in the rhizosphere may alter phytostimulatory efficiency of rhizobacteria / A. Hussain, Sh. Hasnain // World J. of microbiol. and biotechnol. — 2012. — Vol. 27, № 11. — P. 2645–2654.
117. Дімова С.Б. Фітогормони – продукти життєдіяльності мікроорганізмів. Методи визначення / С.Б. Дімова // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2013. – № 18. – с. 159–185.
118. А.с. SU 1796110 А1 СССР, А01N 63/00. Способ стимуляции проростания семян / Кукушкина Н.В., Куликова Т.Я., Килочек Т.П., Бабенко Ю.С.; заявитель и патентообладатель Днепропетровский государственный университет им. 300–летия воссоединения Украины с Россией – № 4883872/13; заявл. 20.11.1990; опубл. 23.02.1993. – Бюл. № 7. – 6 с
119. Соколова І.Е. Біосинтетична активність *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* / І. Е. Соколова, Т. Р. Кілочок, А. І. Вінніков // Мікробіол. журн. – 2004. – 66, № 6. – С. 10–17.
120. Черногор Н.П. Вплив фактора росту *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* на деякі фізіолого-біохімічні властивості рослин кукурудзи / Н. П. Черногор, Л. В. Шупранова // Укр. біохім. журн.. – 2002. – 74, № 4Б (Дод. 2). – С. 174.
121. Нікітенко Т.Г. Вплив метаболітів стрептоміцетів на фізіологічну

- активність кукурудзи / Т.Г. Нікітенко, І.М. Зубарева, І. В. Жерносеєвкова, А.І. Вінніков // Вісник проблем біології і медицини. – 2017. – Вип 1 (135). – с. 242–245.
122. Соколова І.Є. Рістстимулююча активність біопрепарату з стрептоміцету по відношенню до агрокультур / І.Є. Соколова, Р.А. Халатяп // Мікробні біотехнології: актуальність і майбутнє: тез. доп. міжнародної конф.. – Київ: 2012. – с. 299–300.
123. Чорна В.М. Формування урожайності та якості насіння сої за дії інокуляції та ретарданту в умовах Лісостепу Правобережного: дис. ... канд. с.–г. наук: 06.01.09 / Чорна Вікторія Михайлівна. – Вінниця, 2017. – 268 с.
124. Мисяк Р. І. Активність фотосинтетична пігментів чагарників за умов різної інсоляції / Р. І. Мисяк // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: зб. наук.–техн. пр. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2011. – Вип. 21.16. – С. 319–323.
125. Соханьчак Р. Сезонні зміни у пігментному комплексі моху *Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.* на вершині відвалу шахти "Надія" / Р. Соханьчак, О. Лобачевська, С. Бешлей // Вісник Львівського університету. – 2013. – Вип. 62. – с. 180–187.
126. Пентелюк О.С. Анатомо–фізіологічні ознаки стійкості рослин гіркокаштана звичайного проти каштанової мінуючої молі / О. С. Пентелюк, А. Ф. Ліханов, І. П. Григорюк // Наукові доповіді НУБіП України. – 2016. – №3(60).
127. Активність ферментів каталази і пероксидази в листках й коренях проростків генотипів кукурудзи за дії ґрунтових гербіцидів та посухи / Г. С. Россихіна–Галич, Ю. В. Лихолат, О. І. Серга, І. П. Григорюк. // Наукові доповіді НУБіП України. – 2015. – № 6.
128. Якуба І.П. Показники окисно–відновних процесів у проростках овочевих культур за дії препарату Фітоцид / І.П. Якуба, О.Б. Паузер // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун–ту. – 2017. – № 2 (69). – с. 114–118.
129. Павлова И.Н. Сериновая протеиназа с литическими свойствами / И. Н. Павлова, Л. Г. Жолнер, И. Я. Захарова // Микробиология. – 1988. – Т. 57. – № 3. – С. 398– 404.
130. Петрова И.С. Определение литической и протеолитической активности ферментных препаратов микробного происхождения / И. С. Петрова, М.Н. Винцюнайте // Прикл. биохимия и микробиология. – 1966. – №2. – с. 322–327.
131. Charney J. A colorimetric method for the determination of the proteolytic activity of duodenal juice / J. Charney, R. M. Tomarelli // J Biol Chem. – 1947. – 171(2). – p. 501–505.
132. Великая Е.И., Суходол В.Ф. Лабораторный практикум по курсу общей технологии бродильных производств (общие методы контроля).– 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая пром–сть, 1983. –312 с.
133. Фізіологія рослин: практикум / [О. В. Войцехівська, А. В. Капустян,

- О. І. Косик та ін.] ; за заг.ред. Т. В. Паршикової. — Луцьк : Терен, 2010. — 420 с.
134. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b as well, as the total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A.R. Wellburn // J. Plant Physiol. — 1994. — Vol. 144, № 3. — P. 307—313.
135. Шихалеева Г. Н. Модифицированная методика определения пролина в растительных объектах / Г.Н. Шихалеева, А.К. Будняк, И.И. Шихалеев, О.Л. Иващенко // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія: біологія. — 2014. — №21(1112). — С. 168—172.
136. Lane D.G. Nucleic acids techniques in bacterial systematics / D.G. Lane. — Chichester: John Wiley, 1991. — p.115-175.
137. Халатян Р. А. Продукція авермектинів штамом *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* 2P-15 / Р. А. Халатян, І. О. Євтушенко, І. Є. Соколова // Хімія та сучасні технології : тези доповідей V міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (Дніпропетровськ, 20-22 квітня 2011р.) — Дніпропетровськ. — 2011. — С. 511-512.
138. Черногор Н.П. Дослідження рістстимулюючих властивостей лізоензимного препарату *Streptomyces recifensis* var.*lyticus*. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 1998. — 20 с.
139. Жерносекова И. В. Методы планирования экспериментов при оптимизации питательной среды для стрептомицета / И. В. Жерносекова, Н. П. Ченогор, А. А. Тымчук, А. И. Винников // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. — 2010. — № 18, Т. 1. — С. 20 — 28.
140. Макітринський Р. П. Вплив джерел живлення і температури на ріст та синтез моеноміцинів штамми актиноміцетів *Streptomyces ghanaensis* ATCC14672 та *Streptomyces albus* R1 моено38-5+ / Р. Макітринський, Є. Думич, Б. Осташ, В. Федоренко // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. - 2010. - № 52. - С. 21-29.
141. Килочек Т.П. Биосинтез литических ферментов штаммом *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* 2435 и некоторые аспекты его регуляции // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Днепропетровск, 1988. - 16 с.
142. Тодосійчук Т.С. Оптимізація складу поживного середовища для біосинтезу ферментного комплексу продуцентом р. *Streptomyces* / Т.С. Тодосійчук, В.В. Клочко, М.А. Григор'єва // Наукові вісті НТУУ "КПІ" — 2008. - № 3. — С. 111-118.
143. Дядечко М.П. Біологічний захист рослин / М.П. Дядечко, М.М. Падій, В.С. Шелества, М.М. Барановський, А.М. Черній, Б.Г. Дегтярьов. За ред. М.П. Дядечка та М.М. Падій. — Біла Церква, 2001, - 312с
144. Сайт каталогу інтернет-магазину FLAGMA — Режим доступу:

<https://flagma.ua/>

145. Blankenfeldt W. Structure and function of the phenazine biosynthetic protein PhzF from *Pseudomonas fluorescens* / W. Blankenfeldt, A. Kuzin, T. Skarina, Y. Korniyenko, L. Tong, P. Bayer, P. Janning, L. Thomashow, D. Mavrodi. // PNAS, 2004. – v. 101, № 47. – P. 16431 – 16436
146. Ключко В.В. Аналіз феназинового комплексу у штамів *Pseudomonas chlororaphis subsp. aureofaciens* УКМ В-111 і УКМ В-306 / В.В. Ключко, Л.Б. Зелена, К.О. Чугунова, Л.В. Авдеєва. // Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології, 2012. – т. 4. – С. 358 – 362