September 11, 2026

Review of the Scientific Consultant on the PhD thesis of Mgr. Zhuldyz Batykova
"Creation of a Biopreparation Based on Immobilized Rhizobacteria on Various Sorbents"
educational program: "8D05105 — Biotechnology"

The development of environmentally sustainable and biologically based approaches to improving plant productivity and soil quality is of increasing scientific and practical importance. One promising approach is the application of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), which can enhance plant mineral nutrition, produce phytohormones, suppress phytopathogens, and increase plant tolerance to biotic and abiotic stresses. However, the effective application of bacterial inoculants in soil may be limited by their survival, stability, and activity under variable environmental conditions. Immobilization of beneficial microorganisms on porous and biologically compatible sorbents, such as biochar and vermiculite, represents a promising strategy for improving the stability, viability, and functional performance of microbial inoculants.

The PhD dissertation of Mgr. Zhuldyz Batykova focuses on the development and optimization of approaches for immobilizing rhizobacterial strains on natural sorbents and for developing a biochar—microbial carrier (BMC). Such immobilized formulations have the potential to increase the stability and viability of bacterial inoculants and to facil tate their effective functioning in the rhizosphere. Their incorporation into soil may improve selected biological and agrochemical properties of the soil and, consequently, promote plant growth and development.

During her doctoral studies in Kazakhstan, Mgr. Batykova isolated rhizobacterial strains from the rhizosphere of wheat *Triticum aestivum* L.) cv. Almaly, triticale *(x Triticosecale* Wittm.), and maize *(Zea mays* L.) cvs. Turan 480SV and KazZP 200. She characterized the plant growth-promoting properties of the isolated strains and, in parallel, investigated the physicochemical characteristics of four potential carrier materials: vermiculite, wheat-straw-derived biochar, Miscanthus-derived biochar, and wastewater-sludge-derived biochar. These materials were subsequently evaluated as carriers for preparation of BMC formulations.

An important component of the research was conducted during her research internship at the Department of Environmental Chemistry and Technology, Faculty of Environment, Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem (UJEP), Czech Republic, in 2024. During this period, she conducted experiments using a BMC consisting of dofferent biochar, vermiculite and rhizobacterial isolates obtained in Kazakhstan. She was directly involved in the preparation and characterization ofthe BMC, optimization of the immobilization conditions, and selection of the formulation with the most favorable properties.

The selected BMC was subsequently evaluated in a greenhouse experiment using maize *(Zea mays* L.) as the test plant. The experiment was conducted over a 60-day growing period, during which plant growth and selected physiological and morphometric parameters were monitored. At harvest, changes in soil properties and elemental composition of the plant biomass were evaluated using agrochemical and X-ray analytical methods. The results demonstrated a positive effect of BMC application on plant growth and development and provided evidence supporting the potential applicability of the developed microbial carrier in sustainable soil management and phytotechnology.

During her research internship at UJEP, Mgr. Batykova demonstrated herself as a highly motivated, responsible, and independent researcher. She was actively involved in the establishment and implementation of the experimental work, evaluation and visualization of research data, and interpretation of the obtained results. She also demonstrated good scientific writing skills, which developed further during her research stay at UJEP through participation in the preparation of joint scientific publications. Throughout her PhD studies, Mgr. Batykova has demonstrated substantial professional development and has become a well-qualified researcher with valuable international scientific experience.

The results of her research conducted in Kazakhstan and the Czech Republic have been disseminated through 15 scientific publications, including two articles in national peer-reviewed scientific journals recommended by the Committee for Quality Assurance in Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan and three articles in international journals indexed in the Scopus and Web of Science databases: *Microorganisms* (percentile 84, Q1), *International Journal of Plant Biology* (percentile 70, Q2), and *International Journal of Biology and Chemistry* (percentile 30, Q3). The candidate has also presented her research findings at national and international scientific conferences. The publication record and conference activities demonstrate both the scientific originality and the applied relevance of the research.

An important practical outcome of the dissertation is the development of a technological scheme for producing the immobilized biological preparation "Vermix", based on *Bacillus thuringiensis* AS31 and a vermiculite—Miscanthus biocomposite. The optimized technological parameters include a vermiculite-to-Miscanthus-biochar ratio of 50:50, an initial bacterial suspension concentration of 10^7 CFU/mL, a bacterial suspension-to-biocomposite ratio of 1:3 (v/w), and an immobilization period of 18 hours. These parameters provide a scientifically justified basis for further development and practical application of the biological preparation.

Overall, the research objectives formulated in the PhD study have been fully achieved. The dissertation represents a coherent and systematically structured scientific study in which the theoretical component, based on a comprehensive review and analysis of the scientific literature on biochar—microbial carriers and microbial immobilization, is logically connected with the experimental investigations. The research progresses from the isolation and characterization of microorganisms and sorbents, through optimization of immobilization conditions and assessment of biological effects, to the development of a practically applicable technological scheme for the production of the biological preparation.

The research conducted by Mgr. Batykova during her stay at UJEP has also contributed to the ongoing research activities within the NATO SPS Multi-Year Project G6094, "Mitigation of Climate Change through Miscanthus x giganteus Phytotechnology Applied to Military Sites" (2023—2027), in which I serve as Principal Investigator. In particular, the development and assessment of microbial carriers based on Miscanthus-derived materials is relevant to the broader application of sustainable biological approaches for soil restoration and phytotechnology.

Talking into account the scientific originality, methodological quality, coherence of the research, practical relevance of the results, and the extent to which the stated objectives have been achieved, I conclude that the PhD dissertation of Mgr. Zhuldyz Batykova, entitled "Creation of a Biopreparation Based on Immobilized Rhizobacteria on Various Sorbents," meets the requirements for a doctoral dissertation in the field of Biotechnology.

I therefore recommend the dissertation for defence and recommend that Mgr. Zhuldyz Batykova be awarded the PhD degree upon successful defence.

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ
v Ústí n. L.
Fakulta životního prostředí
katedra environmentální technologie
Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí n. L.

Professor Valentyna Pidlisniuk, Dr.Sc.
Department of the Enviornmental Chemistry&Technology,
Faculty of the Environment, Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem
Czech Republic, tel+420 776 052 475; valentyna.pidlisniuk@ujep.cz

JAN EVANGELISTA PURKYNĚ UNIVERSITY IN ÚSTÍ NAD LABEM

2026 жылғы 11 қыркүйек

PhD докторанты Батықова Жұлдыздың
8D05105 – Биотехнология білім беру бағдарламасы

«Әртүрлі сорбенттерге иммобилизденген ризобактериялар негізінде биопрепарат құрастыру»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына
шетелдік ғылыми жетекшісінің

ПІКІРІ

Өсімдіктердің өнімділігін және топырақ сапасын арттыруға бағытталған экологиялық тұрғыдан тұрақты әрі биологиялық негізделген тәсілдерді әзірлеу қазіргі таңда ғылыми және практикалық тұрғыдан өзекті бағыттардың бірі болып табылады. Осындай перспективалы тәсілдердің бірі - өсімдіктердің өсуін ынталандыратын ризобактерияларды (PGPR) қолдану. Олар өсімдіктердің минералдық қоректенуін жақсартуға, фитогормондар өндіруге, фитопатогендерді тежеуге, сондай-ақ өсімдіктердің биотикалық және абиотикалық стресс факторларына төзімділігін арттыруға қабілетті.

Алайда бактериялық инокулянттарды топырақ жағдайында тиімді қолдану олардың әртүрлі қоршаған орта жағдайларындағы тіршілік ету қабілетінің, тұрақтылығының және функционалдық белсенділігінің төмендеуімен шектелуі мүмкін. Осы тұрғыдан алғанда, пайдалы микроорганизмдерді кеуекті және биологиялық тұрғыдан үйлесімді сорбенттерге, атап айтқанда биокөмір мен вермикулитке иммобилизациялау микробтық инокулянттардың тұрақтылығын, тіршілікке қабілеттілігін және функционалдық тиімділігін арттырудың перспективалы стратегиясы болып табылады.

Батықова Жұлдыздың PhD диссертациялық жұмысы ризобактериялық штамдарды табиғи сорбенттерге иммобилизациялау тәсілдерін әзірлеуге және оңтайландыруға, сондай-ақ биокөмір-микробтық тасымалдаушыны жасауға арналған. Мұндай иммобилизденген препараттар бактериялық инокулянттардың тұрақтылығы мен тіршілікке қабілеттілігін арттыруға және олардың ризосфера жағдайында тиімді қызмет етуіне мүмкіндік береді. Оларды топыраққа енгізу топырақтың жекелеген биологиялық және агрохимиялық қасиеттерін жақсартып, соның нәтижесінде өсімдіктердің өсуі мен дамуын ынталандыруы мүмкін.

Қазақстанда жүргізілген докторлық зерттеулері барысында Жұлдыз бидайдың (*Triticum aestivum L.*) «Алмалы» сортының, тритикаленің (×*Triticosecale Wittm.*) «Таза» сортының және жүгерінің *(Zea mays L.*) «Тұран 480SV» және «КазЗП 200» гибридтерінің ризосферасынан ризобактериялық штамдарды бөліп алды. Бөлініп алынған штамдардың өсімдіктердің өсуін ынталандыру қасиеттері сипатталды. Сонымен қатар төрт әлеуетті тасымалдаушы материалдың - вермикулиттің, бидай сабанынан алынған биокөмірдің, Мискантус негізіндегі биокөмірдің және ағынды сулар тұнбасынан алынған биокөмірдің - физика-химиялық сипаттамалары зерттелді. Кейіннен аталған материалдар биокөмір-микробтық тасымалдаушы негізіндегі препараттарды дайындау үшін тасымалдаушы ретінде бағаланды.

Зерттеудің маңызды бөлігі 2024 жылы Чех Республикасындағы Ян Евангелиста Пуркине атындағы университеттің (UJEP) Қоршаған орта факультетінің Қоршаған орта химиясы және технологиясы кафедрасында өткен ғылыми тағылымдама барысында орындалды. Тағылымдама кезінде Батықова Жұлдыз Қазақстанда бөлініп алынған ризобактериялық изоляттармен, вермикулитпен және әртүрлі биокөмірлер негізіндегі сорбенттік құрамдарды пайдалана отырып, тәжірибелік зерттеулер жүргізді. Ол сорбенттерді дайындау мен сипаттауға, иммобилизация жағдайларын оңтайландыруға және ең қолайлы қасиеттері бар құрамды таңдауға тікелей қатысты. Таңдалған сорбент кейіннен жүгері (*Zea mays L.*) тест-өсімдігі қолданылған жылыжай жағдайындағы тәжірибеде бағаланды. Тәжірибе 60 күндік вегетациялық кезең бойы жүргізіліп, осы уақыт аралығында өсімдіктердің өсуі, сондай-ақ олардың жекелеген физиологиялық және морфометриялық көрсеткіштері бақыланды. Тәжірибе соңында топырақ қасиеттеріндегі өзгерістер және өсімдік биомассасының элементтік құрамы агрохимиялық және рентгендік-аналитикалық әдістер арқылы бағаланды.

Зерттеу нәтижелері сорбент қолданудың өсімдіктердің өсуі мен дамуына оң әсерін көрсетті және әзірленген микробтық тасымалдаушыны топырақты тұрақты басқару мен фитотехнология салаларында қолданудың әлеуетін негіздеді.

UJEP университетіндегі ғылыми тағылымдамасы барысында Батықова Жұлдыз өзін жоғары ынталы, жауапты және дербес жұмыс істей алатын зерттеуші ретінде көрсетті. Ол эксперименттік жұмыстарды ұйымдастыру мен жүргізуге, зерттеу деректерін бағалау және визуализациялауға, сондай-ақ алынған нәтижелерді интерпретациялауға белсенді қатысты. Сонымен қатар ол ғылыми мәтіндерді жазу бойынша жақсы дағдыларын көрсетті. Бұл дағдылары UJEP университетіндегі ғылыми тағылымдамасы барысында бірлескен ғылыми жарияланымдарды дайындауға қатысу арқылы одан әрі жетілдірілді.

PhD докторантурасында оқу барысында Жұлдыз Батыкова өзінің кәсіби біліктілігін айтарлықтай арттырып, құнды халықаралық ғылыми тәжірибесі бар білікті зерттеуші ретінде қалыптасты.

Қазақстанда және Чех Республикасында жүргізілген зерттеу нәтижелері барлығы 15 ғылыми жарияланымда, оның ішінде Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған ұлттық рецензияланатын ғылыми журналдардағы 2 мақалада және Scopus және Web of Science дерекқорларында индекстелетін халықаралық ғылыми журналдардағы 3 мақалада жарияланды. Атап айтқанда:

Microorganisms - процентиль 84, Q1;

International Journal of Plant Biology - процентиль 70, Q2;

International Journal of Biology and Chemistry - процентиль 30, Q3.

Сонымен қатар докторант өзінің зерттеу нәтижелерін республикалық және халықаралық ғылыми конференцияларда баяндады. Жарияланымдар мен конференцияларға қатысу белсенділігі жүргізілген зерттеудің ғылыми жаңалығын және қолданбалы маңызын көрсетеді.

Диссертациялық жұмыстың маңызды практикалық нәтижелерінің бірі - *Bacillus thuringiensis AS31* штамы және вермикулит-Мискантус биокомпозиті негізінде «Vermix» иммобилизденген биологиялық препаратын өндірудің технологиялық сызбасын әзірлеу болып табылады.

Оңтайландырылған технологиялық параметрлерге вермикулит пен Мискантус биокөмірінің 50:50 қатынасы, бастапқы бактериялық суспензия концентрациясы 10^7 КТБ/мл, бактериялық суспензияның биокомпозитке қатынасы 1:3 (көлем/масса) және 18 сағаттық иммобилизация кезеңі жатады. Аталған параметрлер биологиялық препаратты одан әрі жетілдіру және практикалық мақсатта қолдану үшін ғылыми негізделген база қалыптастырады.

Жалпы алғанда, PhD диссертациялық зерттеуінде қойылған мақсаттар мен міндеттер толық орындалды деп есептеймін. Диссертациялық жұмыс теориялық және эксперименттік бөлімдері өзара логикалық байланысқан, жүйелі түрде құрылымдалған ғылыми зерттеу болып табылады. Жұмыстың теориялық бөлігі биокөмір-микробтық тасымалдаушылар мен микроорганизмдерді иммобилизациялау мәселелеріне арналған ғылыми әдебиеттерді жан-жақты шолу мен талдауға негізделген және эксперименттік зерттеулермен логикалық түрде ұштастырылған.

Зерттеу жұмысы микроорганизмдер мен сорбенттерді бөліп алу және сипаттаудан бастап, иммобилизация жағдайларын оңтайландыруға, олардың биологиялық әсерін бағалауға және соңында практикалық тұрғыдан қолдануға болатын биологиялық препаратты өндірудің технологиялық сызбасын әзірлеуге дейінгі өзара сабақтас кезеңдерді қамтиды.

Батықова Жұлдыздың UJEP университетінде жүргізген зерттеулері мен ғылыми қызметі мен жетекшілік ететін NATO SPS Multi-Year Project G6094 «Mitigation of Climate Change through Miscanthus × giganteus Phytotechnology Applied to Military Sites» (2023-2027) халықаралық жобасының ғылыми-зерттеу жұмыстарына да үлес қосты. Атап айтқанда, Мискантустан алынған материалдар негізіндегі микробтық тасымалдаушыларды әзірлеу және бағалау топырақты қалпына келтіру мен фитотехнологияда тұрақты биологиялық тәсілдерді кеңінен қолдану бағыттарымен тікелей байланысты.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы, әдістемелік сапасы, зерттеу нәтижелерінің өзара логикалық сабақтастығы, олардың практикалық маңыздылығы және қойылған мақсаттардың толық орындалуын ескере отырып, Батықова Жұлдыздың «Әртүрлі сорбенттерге иммобилизденген ризобактериялар негізінде биопрепарат құрастыру» тақырыбындағы PhD диссертациялық жұмысы 8D05105 - Биотехнология мамандығы бойынша докторлық диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкес келеді деп қорытындылаймын.

Осыған байланысты аталған диссертациялық жұмыстықорғауға ұсынуға және Батықова Жұлдыз диссертациясын сәтті қорғаған жағдайда оған PhD дәрежесін беруге ұсынамын.

Профессор Валентина Пидлиснюк, Dr.Sc.
Қоршаған ортаның химиясы және технологиясы кафедрасы
Қоршаған орта факультеті
Ян Евангелиста Пуркине атындағы университет
Усти-над-Лабем, Чехия
Тел.: +420 776 052 475
E-mail: valentyna.pidlisniuk@ujep.cz