

Olsztyn 22.04.2025 r.

Dr hab. inż. Iwona Gołaś, prof. UWM
Katedra Inżynierii Ochrony Wód i Mikrobiologii Środowiskowej
Wydział Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko–Mazurski w Olsztynie
ul. Prawocheńskiego 1/11
10 – 720 Olsztyn

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt. „Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich” oraz dorobku naukowego, działalności dydaktycznej i organizacyjnej dr Viry Hovorukhej
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Podstawą wykonania Recenzji jest Uchwała nr 61/2024 – 2028 Rady Naukowej dyscypliny nauk inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Uniwersytetu Opolskiego z dnia 20 lutego 2025 r. o powołaniu mnie na recenzenta komisji w postępowaniu habilitacyjnym dr Viry Hovorukhej.

Recenzję zawierającą ocenę osiągnięcia naukowego oraz istotnej działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr Viry Hovorukhej wykonałam na podstawie dokumentacji sporządzonej zgodnie z wytycznymi zawartymi w § 5 ust. 1 i 2 Uchwały 226/2016 – 2020 Senatu Uniwersytetu Opolskiego z dnia 25 września 2019 r. i na podstawie kompetencji wyrażonej w art. 221 ust. 5 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). Zawierała ona:

- wniosek dr Viry Hovorukhej z dnia 21 października 2024 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;
- dane Habilitantki (Załącznik 1);
- odpis dyplomu nadania stopnia doktora przez Instytut Mikrobiologii i Wirusologii im. D. K. Zabolotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie wraz z poświadczeniem jego

równoważności z polskim stopniem doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne zgodnie z Uchwałą nr 3/N/2023 Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne z dnia 21 lutego 2023 r. (Załącznik 2);

- autoreferat dr Viry Hovorukhej prezentujący: przebieg kariery zawodowej, osiągnięcia naukowe w tym również aktywność w więcej niż jednej uczelni a także działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską (Załącznik 3);
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (Załącznik 4);
- kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe zatytułowane „Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich” (Załącznik 5);
- oświadczenia współautorów prac zbiorowych, wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji, określające ich indywidualny wkład w powstanie poszczególnych artykułów (Załącznik 6);
- potwierdzenia odbycia staży naukowych (Załącznik 7);
- potwierdzenia otrzymania nagród Wnioskodawczyni oraz udziału w warsztatach (Załącznik 8).

Przedłożona mi do oceny dokumentacja osiągnięcia naukowego i całokształtu aktywności naukowej jest kompletna i zawiera wszystkie informacje niezbędne do sporządzenia oceny zgodnie z kryteriami Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami (art. 219 ust. 1 pkt 2 Dz. U. 2023 poz.742 z późn. zm.).

Podstawowe informacje o Habilitantce

Pani Vira Hovorukha uzyskała tytuł magistra mikrobiologii 27 czerwca 2013 r. po obronie pracy zatytułowanej „Rozpowszechnianie bakterii redukujących żelazo w ekosystemach naturalnych” w Centrum edukacyjno-naukowym „Instytut Biologii”, Kijowskiego Uniwersytetu Narodowego im. Tarasa Szewczenki, w Kijowie (Ukraina). Habilitantka pracowała jako inżynier I kategorii (w latach 2011 – 2016) i młodszy pracownik naukowy (w latach 2016 – 2017) w Instytucie Mikrobiologii i Wirusologii im. D. K. Zabolotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie. W latach 2013 – 2016 Pani Vira Hovorukha prowadziła badania, nad mikroorganizmami redukującymi żelazo i sposobami ich oddziaływania ze związkami żelaza. Efektem tej działalności naukowej była obrona pracy doktorskiej pt.: „Rola mikroorganizmów redukujących żelazo w cyklach biogeochemicznych węgla i żelaza” w Instytucie Mikrobiologii

i Wirusologii im. D. K. Zabolotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie (Ukraina) i uzyskanie przez Kandydatkę w 2016 r. stopnia doktora nauk biologicznych, o specjalności: mikrobiologia. Promotorem rozprawy był prof., dr hab. Oleksandr Tashyrev z Instytutu Mikrobiologii i Wirusologii im. D. K. Zabolotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy a Recenzentami: dr Svitlana Hnatysh, prof. Lwowskiego Uniwersytetu Narodowego Iwana Franki oraz dr hab. Andriy Piliashenko-Novochatny, prof. Otwartego Międzynarodowego Uniwersytetu Rozwoju Człowieka „Ukraina”. Uzyskany przez Kandydatkę dyplom został uznany za równoważny z polskim stopniem doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne na podstawie Uchwały nr 3/N/2023 Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne z dnia 21 lutego 2023 r., podjętej na 25 posiedzeniu w kadencji 2020 – 2024 (Zaświadczenie nr 5/2022).

W latach 2017 – 2021 swoją karierą zawodową pani dr Vira Hovorukha kontynuowała jako pracownik naukowy i starszy pracownik naukowy (w latach 2021 – 2022) w Instytucie Mikrobiologii i Wirusologii im. D. K. Zabolotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie. W latach 2021 – 2022 była zatrudniona jako docent w Katedrze Biotechnologii na Wydziale Bezpieczeństwa Środowiskowego, Inżynierii i Technologii, Narodowego Uniwersytetu Lotniczego w Kijowie.

Od 2022 r. do chwili obecnej Habilitantka pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Uniwersytetu Opolskiego w Opolu.

Ocena osiągnięcia naukowego, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2023 poz. 742 z późn. zm.)

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe zatytułowane „Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich” stanowi cykl dziesięciu jednotematycznych prac oryginalnych. Jedna z prac jest wyłącznie autorstwa dr Viry Hovorukhej a w kolejnych dziewięciu Habilitantka jest współautorem. Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego mają charakter eksperymentalny i ukazały się w latach 2020 – 2024. Dziewięć z nich zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR): *Energies*, *Biosystems Diversity*, *Land*, *Processes*, *Plants*, *Sustainability* i *Archives of Environmental Protection*. Wskaźnik oddziaływania tych czasopism (IF), zgodnie z rokiem ukazania się publikacji, wynosi od 0,0 do 4,5 a ich sumaryczny IF to 27,004. Według wykazu czasopism naukowych MNiSW całkowita wartość przedstawionych prac (zgodnie z rokiem publikacji) wynosi 890

punktów. Poszczególne czasopisma, w których ukazały się prace stanowiące elementy składowe osiągnięcia naukowego Habilitantki reprezentują nauki o środowisku i nauki inżynierskie oraz energetykę w zakresie od Q₂ do Q₄. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego na dzień 18.04.2025 r. były cytowane (według bazy Web of Science) 55-krotnie (w tym 33 razy bez autocytowań) i dotyczą 8 prac, które ukazały się w latach 2021 – 2023. Wartość tego wskaźnika świadczy o wysokim i wartościowym poziomie naukowym artykułów, stanowiących osiągnięcie naukowe Habilitantki. W przedłożonej do oceny dokumentacji brak jest niestety informacji dotyczącej procentowego wkładu Kandydatki w powstanie poszczególnych publikacji współautorskich. Jednakże opis wielu zadań, które wykonywała Pani dr Vira Hovorukha pozwalają wskazać na Jej wiodącą rolę w procesie ich powstawania poczynając od koncepcji badań, poprzez projektowanie i prowadzenie doświadczeń, wykonywanie analiz laboratoryjnych, obliczanie wydajności procesów fermentacyjnych, analizę i opracowywanie wyników badań, do aktywnego udziału w procesie publikacyjnym. Dołączone oświadczenia wszystkich współautorów potwierdzają kluczową rolę Habilitantki w wyborze zagadnień badawczych, planowaniu i wykonywaniu eksperymentów laboratoryjnych, monitorowaniu prawidłowości przebiegu procesów fermentacyjnych, opracowywaniu wyników badań, formułowaniu wniosków, przygotowywaniu maszynopisów, a także Jej aktywny udział w kolejnych etapach procesów publikacyjnych. Należy podkreślić, że wszystkie prace (poza jedną monoautorską), stanowiące osiągnięcie naukowe są efektem współpracy Kandydatki z badaczami reprezentującymi różne ośrodki naukowe takie jak: Instytut Politechniczny w Kijowie, Kijowski Instytut Lotnictwa, Narodowa Akademia Nauk Ukrainy w Kijowie, Uniwersytet Preszowski i Uniwersytet Mateja Bela w Słowacji, Uniwersytet Południowego Missisipi w USA czy Uniwersytet Opolski.

Do prac dokumentujących osiągnięcie naukowe zatytułowane „Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich” w kolejności chronologicznej należą:

1. **Hovorukha V.**, Tashyrev O., Havryliuk O., Iastremska L. **2020**. High efficiency of food waste fermentation and biohydrogen production in experimental–industrial anaerobic batch reactor. The Open Agriculture Journal, 14, 174–186. DOI: 10.2174/1874331502014010174. (IF – brak; MNiSW = 40 pkt);
2. **Hovorukha V.**, Havryliuk O., Gładka G., Tashyrev O., Kalinichenko A., Sporek M., Dołhańczuk-Śródka A. **2021**. Hydrogen dark fermentation for degradation of solid and liquid food waste. Energies, 14(7), 1831. <https://doi.org/10.3390/en14071831>. (IF = 3,252 ; MNiSW = 140 pkt);

3. Havryliuk O., **Hovorukha V.**, Savitsky O., Trilis V., Kalinichenko A., Dolhańczuk-Śródka A., Janecki D., Tashyrev O. **2021**. Anaerobic degradation of environmentally hazardous aquatic plant *Pistia stratiotes* and soluble Cu(II) detoxification by methanogenic granular microbial preparation. *Energies*, 14(13), 3849. <https://doi.org/10.3390/en14133849>. (IF = 3,252; MNiSW = 140 pkt);
4. Havryliuk O.A., **Hovorukha V.**, Sachko A.V., Gladka G.V., Bida I.O., Tashyrev O. B. **2021**. Bioremoval of hazardous cobalt, nickel, chromium, copper and cadmium compounds from contaminated soil by *Nicotiana tabacum* plants and associated microbiome. *Biosyst. Divers.*, 2021, 29(2), 88–93. <https://doi.org/10.15421/012112>. (IF = 0; MNiSW = 20 pkt);
5. Havryliuk O., **Hovorukha V.**, Bida I., Danko Y., Gladka G., Zakutevsky O., Mariychuk R., Tashyrev O. **2022**. Bioremediation of copper- and chromium- contaminated soils using *Agrostis capillaris* L., *Festuca pratensis* Huds., and *Poa pratensis* L. mixture of lawn grasses. *Land*, 11, 623. <https://doi.org/10.3390/land11050623>. (IF = 3,9; MNiSW = 70 pkt);
6. Tashyrev O., **Hovorukha V.**, Havryliuk O., Sioma I., Gladka G., Kalinichenko O., Włodarczyk P., Suszanowicz D., Zhuk H., Ivanov Y. **2022**. Spatial succession for degradation of solid multicomponent food waste and purification of toxic leachate with the obtaining of biohydrogen and biomethane. *Energies*, 15, 911. <https://doi.org/10.3390/en15030911>. (IF = 3,2; MNiSW = 140 pkt);
7. **Hovorukha V.**, Havryliuk O., Gladka G., Kalinichenko A., Sporek M., Stebila J., Mavrodi D., Mariychuk R., Tashyrev O. **2022**. Detoxification of copper and chromium via dark hydrogen fermentation of potato waste by *Clostridium butyricum* strain 92. *Processes*, 10, 170. <https://doi.org/10.3390/pr10010170>. (IF = 3,5; MNiSW = 70 pkt);
8. Havryliuk O., **Hovorukha V.**, Bida I., Gladka G., Tymoshenko A., Kyrlov S., Mariychuk R., Tashyrev, O. **2023**. Anaerobic degradation of the invasive weed *Solidago canadensis* L. (goldenrod) and copper immobilization by a community of sulfate-reducing and methane-producing bacteria. *Plants*, 12, 198. <https://doi.org/10.3390/plants12010198>. (IF = 4,5; MNiSW = 70 pkt);
9. Havryliuk O., **Hovorukha V.**, Gladka G., Tymoshenko A., Kyrlov S., Shabliy O., Bida I., Mariychuk R., Tashyrev O. **2023**. A noxious weed *Ambrosia artemisiifolia* L. (ragweed) as sustainable feedstock for methane production and metals immobilization. *Sustainability*, 15, 6696. <https://doi.org/10.3390/su15086696>. (IF = 3,9; MNiSW = 100 pkt);
10. **Hovorukha V.** **2024**. The effect of fermentation modes on the efficiency of organic waste treatment in batch bioreactors. *Archives of Environmental Protection*, 50(1), 80–86. <https://doi.org/10.24425/aep.2024.149434>. (IF = 1,5; MNiSW = 100 pkt).

W mojej opinii tytuł zbiorczy, wybrany dla przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego, jest adekwatny do treści prezentowanych publikacji. Zwarte tematycznie prace miały na celu określenie efektywnych sposobów fermentacji mikrobiologicznej odpadów organicznych i detoksykacji metali ciężkich w oparciu o obliczenia termodynamiczne, a także eksperymentalne potwierdzenie i optymalizację tych procesów z otrzymaniem cennych produktów takich jak: nośniki energii (wodór, metan, paliwa stałe), bionawozu, czystej wody i koncentratów metali.

Trzy prace (Hovorukha i wsp. 2020, 2021; Hovorukha 2024), wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, dotyczą zagadnień optymalizacji warunków rozwoju mikroorganizmów, wpływających na uzyskanie ich efektywnej aktywności metabolicznej, determinującej procesy skutecznej fermentacji odpadów organicznych z jednoczesnym zapewnieniem wysokiego uzysku wodoru. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów wykazały istotny wpływ kluczowych parametrów technologicznych na optymalizację wartości odczynu ($pH = 6,0 - 7,0$) i potencjału redox ($Eh = -400...-250 \text{ mV}$) środowisk hodowlanych warunkujących aktywność mikrobioty odpowiedzialnej za przebieg fermentacji odpadów organicznych i procesy syntezy wodoru. Rezultaty te pozwoliły na wskazanie, że fermentacja ściśle beztlenowa jest preferowana do produkcji wodoru, podczas gdy w procesie fermentacji z pulsacyjnym dostępem powietrza lepsze efekty uzyskuje się w oczyszczaniu fazy ciekłej. Biorąc pod uwagę możliwość przyszłych zastosowań biotechnologicznych, jako szczególnie interesujące uważam spostrzeżenia wskazujące, że optymalne warunki odżywcze wpływają na sukcesę i aktywność metaboliczną odpowiednich gatunków i rodzajów bakterii przetrwalnikujących (*Bacillus* sp. i/lub *Clostridium* sp.). Optymalny poziom zasobności pokarmowej środowiska bytowania drobnoustrojów sprzyja wzrostowi efektywności prowadzonego przez te organizmy procesu fermentacji odpadów i zwiększeniu uzysku wodoru. W mojej ocenie, problematyka powyższych publikacji podjęta przez Habilitantkę i współautorów, jest bardzo istotna, aktualna i ma znaczenie globalne. Wynika to z faktu generowania olbrzymiej ilości odpadów na całym świecie i braku przyjaznych metod ich utylizacji, umożliwiających pozyskanie alternatywnej energii w postaci biowodoru czy biometanu.

Kontynuacją tematyki dotyczącej współdziałania różnych grup mikroorganizmów w procesach oczyszczania ścieków organicznych jest publikacja pt. „Spatial succession for degradation of solid multicomponent food waste and purification of toxic leachate with the obtaining of biohydrogen and biomethane” opublikowana w 2022 r. w czasopiśmie *Energies*. Uzyskane wyniki badań wskazały, że sekwencyjna zmiana grup fizjologicznych mikroorganizmów w czteromodułowej instalacji z przepływem bezpośrednim umożliwia jednoczesny recykling odpadów organicznych, remediację powstałego odcieku, generację biogazu (H_2) i usunięcie mikroorganizmów w instalacji przepływowej. Rezultaty tego eksperymentu są istotne zarówno

z poznawczego (naukowego) jak i utylitarnego punktu widzenia, ponieważ uzyskane efekty modyfikacji działania układu eksperymentalnego sugerują duży potencjał w rozwiązywaniu środowiskowego problemu bezpiecznej utylizacji odpadów organicznych. Chociaż publikacja ta zawiera interesujące i innowacyjne podejście do zagadnień związanych z procesami utylizacji ścieków to niestety brak jest w jej treści szczegółowych danych dotyczących składu jakościowego populacji bakterii wykorzystanych w eksperymencie. Dodatkowo pewnym utrudnieniem jest dotarcie do tych informacji, ponieważ nie są one udostępnione we wskazanych przez autorów źródłach.

Zakres badań, przedstawionych w czterech kolejnych pracach zatytułowanych „Detoxification of copper and chromium via dark hydrogen fermentation of potato waste by *Clostridium butyricum* strain 92”, „A noxious weed *Ambrosia artemisiifolia* L. (ragweed) as sustainable feedstock for methane production and metals immobilization” „Anaerobic degradation of the invasive weed *Solidago canadensis* L. (goldenrod) and copper immobilization by a community of sulfate-reducing and methane-producing bacteria” i „Anaerobic degradation of environmentally hazardous aquatic plant *Pistia stratiotes* and soluble Cu(II) detoxification by methanogenic granular microbial preparation” koncentruje się wokół określenia możliwości detoksykacji i usuwania metali ciężkich przez mikroorganizmy w trakcie procesów fermentacji ścieków. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów wykazały bardzo wysoką (90 i 100%) skuteczność konkretnych izolatów (*Clostridium butyricum* szczep 92) oraz analizowanych populacji bakterii (w tym: SBR – redukujących siarczany, MPB – produkujących metan, GMP1 – produkujących wodór) w procesach biouzuwania miedzi i/lub chromu ze ścieków organicznych w czasie ich fermentacji. Jako szczególnie istotne osiągnięcie o charakterze utylitarnym uważam wykazanie zdolności analizowanych szczepów i populacji bakterii do jednoczesnej detoksykacji metali ciężkich i syntezy dużej ilości wodoru i/lub metanu w procesach fermentacji beztlenowej. Wskazuje to na możliwość wykorzystania beztlenowego metabolizmu bakterii fermentacyjnych w bioremediacji miejsc zanieczyszczonych niebezpiecznymi związkami organicznymi i przemysłowej produkcji biogazów z jednoczesną degradacją roślin (chwastów) szkodliwych powodujących straty w różnych gałęziach gospodarki np. w rolnictwie, produkcji zwierzęcej czy leśnictwie. Należy podkreślić innowacyjny charakter powyższych badań, których wyniki wskazują na kooperację pomiędzy mikroorganizmami preparatu mikrobiologicznego i inwazyjnymi gatunkami roślin jako zrównoważonymi surowcami do produkcji biogazu (metanu i wodoru). Oceniając rezultaty tych badań, należy zwrócić uwagę na ich perspektywiczne znaczenie. Uzyskane efekty współdziałania roślin i drobnoustrojów mogą być w przyszłości sposobem na zaspokojenie potrzeb energetycznych obecnego pokolenia a także przyczynić się do

zahamowania procesów wyczerpywania się nieodnawialnych zasobów węgla i degradacji ekosystemu na skutek rozwoju gatunków inwazyjnych.

Kolejne dwie prace („Bioremoval of hazardous cobalt, nickel, chromium, copper and cadmium compounds from contaminated soil by *Nicotiana tabacum* plants and associated microbiome” i „Bioremediation of copper- and chromium- contaminated soils using *Agrostis capillaris* L., *Festuca pratensis* Huds., and *Poa pratensis* L. mixture of lawn grasses”) opublikowane w czasopismach *Biosystems Diversity* i *Land* są efektem zaangażowania Habilitantki w analizę wpływu wzajemnej aktywności metabolicznej mikroorganizmów i roślin na efektywność bioremediacji gleb zanieczyszczonych metalami m.in.: kobaltem(II), niklem(II), chromem(VI), miedzią(II) i kadmem(II). W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że współdziałanie określonych gatunków roślin i drobnoustrojów zwiększa o kilka procent skuteczność bioremediacji badanych metali. Uzyskane rezultaty badań wskazujące, że współpraca ta polega na wchłanianiu i kumulacji metali ciężkich w wysokich dawkach przez rośliny po uprzedniej ich immobilizacji przez mikroorganizmy w warunkach beztlenowych uważam za szczególnie cenne i wartościowe zarówno pod względem poznawczym jak i na możliwości ich praktycznego zastosowania w procesach oczyszczania różnych środowisk naturalnych. Ponadto uzyskane wyniki pozwalają na rozważenie wykorzystania niektórych gatunków roślin łąkowych w procesach fitoremediacji obszarów zanieczyszczonych.

Publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe obejmują bardzo istotne z poznawczego i użytecznego punktu widzenia zagadnienia opracowania i wdrożenia skutecznych metod ochrony środowiska i pozyskiwania energii alternatywnej z wykorzystaniem mobilizacji aktywności metabolicznych drobnoustrojów w celu unieszkodliwiania niebezpiecznych dla środowiska, stałych i ciekłych odpadów organicznych. Podjęcie przez Habilitantkę trudu przeanalizowania możliwości regulacji metabolizmu mikroorganizmów w oparciu o termodynamikę procesu fermentacji odpadów organicznych oraz próby przewidywania interakcji drobnoustrojów z określonymi substancjami toksycznymi zasługuje na pełne uznanie. Pani dr Vira Hovorukha analizując zarówno efektywność procesów fermentacyjnych przez mieszane i czyste kultury bakterii, jak też sposoby interakcji mikroorganizmów z metalami ciężkimi w pełni zrealizowała założone cele. Ponadto w znacznym stopniu wypełniła lukę w dotychczasowej wiedzy dotyczącej możliwości zastosowania drobnoustrojów w procesach utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich.

O międzynarodowym zainteresowaniu tematyką podjętą przez Habilitantkę świadczy fakt, że większość przedstawionych publikacji ukazało się w dobrych czasopismach o światowym zasięgu. Wysoki poziom naukowy badań przedstawionych w opublikowanych pracach potwierdza 55-krotnie

(w tym 33 razy bez autocytowań) ich cytowanie zgodnie z danymi bazy Web of Science (z dn. 18.04.2025 r.).

W podsumowaniu pragnę podkreślić, że osiągnięcie naukowe zatytułowane „Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich” spełnia wszystkie kryteria wymagane w postępowaniu habilitacyjnym. Ma ono oryginalny charakter i stanowi znaczny wkład dr Viry Hovorukhej w rozwój reprezentowanej przez Habilitantkę dyscypliny naukowej. Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały opublikowane w czasopismach naukowych, w których musiały zostać poddane szczegółowym recenzjom redakcyjnym, a ich pozytywny charakter świadczy o wysokiej wartości naukowej. Zatem stwierdzam, że przedmiotowe osiągnięcie naukowe spełnia kryteria określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2023 poz.742 z późn. zm.).

Biorąc pod uwagę całokształt ocenianego osiągnięcia naukowego, jego aplikacyjny aspekt, stwierdzam, że Pani dr Vira Hovorukha, poprzez opublikowanie dziesięciu prac zatytułowanych dla potrzeb niniejszego postępowania habilitacyjnego „Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich”, wniosła znaczący wkład do reprezentowanej dyscypliny naukowej, którą jest inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Ocena pozostałego opublikowanego dorobku naukowego, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2023 poz.742 z późn. zm.).

Dorobek naukowy dr Viry Hovorukhej, poza publikacjami stanowiącymi osiągnięcie naukowe, obejmuje 45 prac (w tym 37 po doktoracie), z których 7 (w tym 6 po doktoracie) zostało opublikowanych w czasopismach z bazy JCR o IF w zakresie od 0,00 do 4,18. Wśród nich znajdują się takie prestiżowe czasopisma jak: Resources, Applied Sciences, Ecological Engineering and Environmental Protection, Energetica, Current Research in Microbiology Sciences, Sustainability, Environmental Research, Engineering and Management, Journal of Condensed Matter Nuclear Science, Industrial biotechnology. W dorobku Habilitantki są również 3 współautorskie rozdziały w monografiach naukowych w tym 2 w języku angielskim. Prawie wszystkie prace (oprócz jednej) nie wliczone do osiągnięcia naukowego są wieloautorskie (od 2 do 30 osób). W trzynastu artykułach Habilitantka jest pierwszym i drugim autorem, a w pozostałych trzecim lub kolejnym. Niestety w dostarczonej dokumentacji brak jest informacji dotyczącej udziału (wkładu pracy) Kandydatki w powstawanie poszczególnych publikacji, nie wchodzących w skład osiągnięcia

naukowego. Jednak fakt, że w wielu z tych prac jest pierwszym i/lub korespondencyjnym autorem, sugeruje że udział Pani dr Viry Hovorukhej był znaczący, w kolejnych etapach ich powstawania, począwszy od formułowania koncepcji badań poprzez prowadzenie doświadczeń laboratoryjnych aż po procesy edytorskie. Łączna punktacja dorobku naukowego, który nie został włączony do osiągnięcia naukowego, wynosi 516 pkt. MNiSW a sumaryczny Impact Factor to 9,9. Liczba cytowań tych prac na dzień 18.04.2025 r. według bazy Web of Science to 11 (9 bez autocytowań). Z analizy treści prac wynika, że pozycje stanowiące pozostały dorobek naukowy (nie obejmujący osiągnięcia naukowego) Habilitantki wskazują nurty badawcze mieszczące się w szerokim zakresie zagadnień związanych z inżynierią środowiska, mikrobiologią i biotechnologią. Obejmują one tematykę dotyczącą: szlaków interakcji mikroorganizmów ze związkami żelaza w ekosystemach różnych regionów geograficznych, skalowania wzorców fermentacji odpadów, możliwości zwiększenia efektywności fermentacji odpadów organicznych z produkcją wodoru, skuteczności oczyszczania ścieków w instalacjach przepływowych, wykorzystania produktów fermentacji jako bionawozów, efektywności procesów fermentacji wodorowej i metanowej w niszczeniu stałych odpadów organicznych, alternatywne wykorzystanie mikroorganizmów odpornych na metale ciężkie w procesach oczyszczania zbiorników wodnych oraz gleby. Prezentowane przez Kandydatkę rezultaty badań w opublikowanych pracach są oryginalne i dobrze udokumentowane licznymi materiałami eksperymentalnymi a ich interpretacje zostały oparte o bogate piśmiennictwo reprezentujące współczesne poglądy dotyczące analizowanych zjawisk.

O rozpoznawalności Pani dr Viry Hovorukhej na arenie międzynarodowej świadczą wskaźniki naukometryczne dotyczące całego dorobku naukowego (wraz z pracami stanowiącymi osiągnięcie naukowe). Według bazy Web of Science na dzień 18.04.2025 r. liczba cytowań prac, których jest współautorem wynosiła – 134 (74 – bez autocytowań), przy średniej liczbie cytowań na pozycję 4,38, Index Hirscha – 5, sumaryczny IF – 36,904 oraz łączna liczba punktów MNiSW – 1406 (zgodnie z rokiem wydania). Biorąc pod uwagę wartości tych parametrów należy uznać, że badania Habilitantki zostały dobrze przyjęte przez środowisko naukowe i ilustrują progresywną dynamikę Jej rozwoju naukowego. Przedstawiony dorobek zasługuje na tym większe uznanie, że badania terenowe i laboratoryjne prowadzone przez Kandydatkę wymagają od badacza niezwyklej pracowitości, sumienności i samodyscypliny, które niewątpliwie cechują dr Virę Hovorukhę. Wraz z aktywnością publikacyjną na łamach czasopism o zasięgu światowym Habilitantka aktywnie promowała wyniki swoich badań, jako autorka lub współautorka 61 streszczeń, opublikowanych w trakcie 37 krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych.

Na wysoką ocenę zasługuje również aktywność naukowa Kandydatki w zakresie pozyskiwaniu funduszy na badania w drodze konkursów krajowych i zagranicznych. W latach

2016 – 2024 Pani dr Vira Hovorukha, brała czynny udział w 11 projektach badawczych, w 5 z nich była głównym wykonawcą, a w 6 – wykonawcą. Źródłami finansowego wsparcia tych projektów były środki pochodzące z: Ministerstwa Edukacji i Nauki Ukrainy, U.S. Civilian Research and Development Foundation (CRDF Global), Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, Programu Fundacji Kościuszkowskiej “Freedom starts with your mind”, Narodowego Centrum Nauki oraz Programu EMBO Solidarity Grants. Obecnie Kandydatka jest wykonawcą w grantie badawczym „Reakcja mikroorganizmów na fitosyntetyzowane nanocząstki metali”, No BPN/BSK/2023/1/00027/U/00001 finansowanym ze środków Programu Wspólne projekty badawcze NAWA pomiędzy Rzeczpospolitą Polską a Słowacją.

Zgodnie z wymogami ust. 1 pkt 3 art. 219 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2023 poz.742 z późn. zm.) Habilitantka odbyła dwa kilkutygodniowe staże w University of Southern Mississippi, Hattiesburg w USA wykazując istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni w szczególności zagranicznej. Pierwszy 5-cio tygodniowy staż (październik – listopad 2017 r.) Pani Vira Hovorukha zrealizowała w ramach projektu pt: „Transcriptomic responses of beneficial rhizobacteria to root exudates and environmental pollutants” (No OISE-16-62773-0), natomiast drugi 4-ro tygodniowy (styczeń – luty 2020 r.) w ramach projektu pt: „Characterization and optimization of microbial preparation for the production of hydrogen gas from ecologically hazardous food waste” (No FSA3-19-65807-0). Ponadto w 2020 r. Kandydatka uczestniczyła w warsztatach z metodologii Lean Startup - „GIST Innovates Ukraine 2020”, zorganizowanych przez Departament Stanu USA. Na znaczącą aktywność międzynarodową Habilitantki wskazuje również fakt, że większość wieloautorskich publikacji naukowych dr Viry Hovorukhej, jest efektem współpracy z badaczami, reprezentującymi różne jednostki naukowe w Słowacji (Department of Ecology, University of Presov, Department of Technology, Matej Bel University in Banská Bystrica), Stanach Zjednoczonych (Department of Biological Sciences, University of Southern Mississippi, Hattiesburg) a także w Polsce (Institute of Biology, University of Opole). O pozycji Habilitantki na arenie międzynarodowej świadczą także recenzje 12 prac naukowych, które wykonała na zlecenie redakcji renomowanych czasopism takich jak: Mikrobiologichnyi Zhurnal, Journal of Marine Science and Engineering, Agriculture, Sustainability, Microorganisms i Applied Sciences, Forests.

Aktywna współpraca Kandydatki z zespołami badawczymi macierzystej uczelni jak i jednostek zagranicznych (w Słowacji, USA, Polsce) dowodzi wysokich kompetencji Habilitantki i bardzo dobrego przygotowania do prowadzenia wielokierunkowych analiz mikrobiologicznych niezbędnych w realizacji aktualnej problematyki naukowo-badawczej inżynierii środowiska. Jako szczególne cenne uważam dążenia dr Viry Hovorukhej do aplikacyjnego zastosowania

prorowadzonych badań w ramach współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Na taką aktywność wskazuje uczestnictwo Kandydatki w zespole badawczym realizującym współpracę z przedsiębiorstwem YHIBEPKAJI JIAB (Umowa No 128–2019 zawarta w dniu 26.09.2019 r.) w zakresie opracowania metod selekcji czystych kultur i sposobów laboratoryjno-przemysłowej hodowli wyspecjalizowanych mikroorganizmów z substratu biogazowni.

Wysoka aktywność naukowa dr Viry Hovorukhej została doceniona i uhonorowana przyznaniem Nagrody Narodowej Akademii Nauk Ukrainy dla młodych naukowców „Talent, inspiracja, praca w 2018 roku” oraz Nagrody Rady Najwyższej Ukrainy dla młodych naukowców w 2021 roku. Ponadto w latach 2017 – 2019 Pani Doktor otrzymała Stypendium Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, natomiast w latach 2019 – 2021 Stypendium Prezydenta Ukrainy.

Podsumowując swoją opinię w zakresie dorobku naukowego stwierdzam, że dr Vira Hovorukha wykazała istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni/instytucji naukowej w szczególności na arenie międzynarodowej. W mojej ocenie całokształt aktywności naukowej Pani dr Viry Hovorukhej spełnia wszystkie wymagania stawiane pretendentom aplikującym o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2023 poz.742 z późn. zm.). Rekomenduję zatem dopuszczenie Kandydatki do kolejnych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego, działalności popularyzatorskiej i organizacyjnej

W ramach działalności dydaktycznej dr Vira Hovorukha koordynowała i prowadziła ćwiczenia laboratoryjne i wykłady z przedmiotów: Mikrobiologia molekularna, Nowe trendy w biotechnologiach środowiskowych, Ekologia mikroorganizmów, Życie bez tlenu: fizjologia mikroorganizmów beztlenowych, Mikroorganizmy ekstremofilne w biotechnologii. Zajęcia były prowadzone dla studentów Państwowego Uniwersytetu Lotniczego w Kijowie (Ukraina). Kandydatka była również tutorem praktyk zawodowych 5 studentów a także sprawowała opiekę nad 5 pracami licencjackimi i 5 magisterskimi w Państwowym Uniwersytecie Lotniczym, Kijowskiego Uniwersytetu Narodowego i Narodowym Uniwersytecie Technicznym Ukrainy.

Habilitantka była również opiekunką naukową doktorantki Olesi Havryliuk, która obroniła pracę doktorską pt. „Spread of copper-resistant microorganisms and prospects of their application for environmental protection” 17.11.2022 r. Obecnie Kandydatka pełni opiekę naukową nad realizacją pracy doktorskiej Iryny Bidy zatytułowaną „Microbial removal of divalent ions of toxic metals”.

Na wysoką ocenę zasługuje także znacząca aktywność Habilitantki we współorganizacji projektów edukacyjnych propagujących wiedzę z zakresu mikrobiologii i biotechnologii w różnych środowiskach akademickich i grupach społecznych. W ramach tej działalności w latach 2018 – 2024 Kandydatka:

- współorganizowała kurs lekcyjny "Application of thermodynamic prediction for development of microbial biotechnological approaches" w ramach programu Global Initiative of Academic Networks (GIAN), podczas którego realizowała wykłady i zajęcia laboratoryjne na Guru Jambheshwar University of Sc. & Tech. (Hisar, India);
- współtworzyła kształcenie naukowo-metodologiczne "Methods of analysis and treatment of drinking water in urbanized areas" (12 – 16.02.2024 r.) w Uniwersytecie Opolskim w ramach Programu Stypendialnego im. Lane'a Kirklanda;
- brała udział w przygotowaniu wykładów na kursach: Przedmiot w języku obcym nowożytnym, Kurs w języku nowożytnym, Inżynieria bioreaktorów, Biotechnologia w przemyśle, oraz w organizacji zajęć laboratoryjnych z przedmiotu Biotechnologia w przemyśle.

Aktywność popularyzatorska dr Viry Hovorukhej to także działania związane z: organizacją 21 Opolskiego Festiwalu Nauki, udziałem w wydarzeniach takich jak Noc Nauki (17.05.2024 r.) oraz Opolski Piknik Naukowy (08.06.2024 r.), w trakcie których propagowała zagadnienia związane z wykorzystaniem mikroorganizmów w procesach unieszkodliwiania odpadów organicznych.

Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego oraz całokształtu działalności badawczo–naukowej, dydaktycznej i popularyzatorskiej

Na podstawie analizy przedstawionej mi do oceny dokumentacji dr Viry Havorukhej, dotyczącej osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej, działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej uważam, że Kandydatka jest dojrzałym i ambitnym pracownikiem naukowym o rozległej wiedzy w zakresie wykorzystania aktywności metabolicznej mikroorganizmów w inżynierii środowiska. Habilitantka posiada bogaty dorobek publikacyjny a Jej aktywność w poznawaniu i analizowaniu różnorodnych aspektów w zakresie mikrobiologicznej problematyki badawczej świadczą o przygotowaniu Kandydatki zarówno do samodzielnego prowadzenia badań jak również do kierowania zespołami badawczymi.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe, pozostałą istotną aktywność naukową w tym realizowaną w więcej niż jednej uczelni/instytucji naukowej oraz działalność dydaktyczną, popularyzatorską i organizacyjną dr Viry Havorukhej stwierdzam, że Kandydatka spełnia wymogi art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2023 poz.742 z późn. zm.). W związku z powyższym rekomenduję członkom Komisji Habilitacyjnej powołanej przez Radę Naukową Uniwersytetu Opolskiego o poparcie wniosku Pani dr Viry Havorukhej o nadanie tytułu doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno–technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Iwona Gołaś

Olsztyn, 22.04.2025 r.

dr hab. inż. Iwona Gołaś, prof. UWM