

Prof. dr hab. Małgorzata Podwyszyńska
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Biologii Stosowanej
96-100 Skierniewice, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3

Recenzja

osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej oraz dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego dr inż. Alicji Tymoszek w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

Recenzję wykonano na podstawie zawiadomienia nr 5 (RNCS.521.10.2024) o wyznaczeniu mnie na Recenzenta w Komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego przez Radę Naukową Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana Jędrzeja Śniadeckich na mocy uchwały nr. 66/2024/2025 z dn. 16.05.2025 r. oraz w związku art. 221 ust. 5 i art. 183 oraz art. 115 ust 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo i szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 poz.1571)

Podstawą oceny są dokumenty załączone przez Habilitantkę do wniosku z dn. 13.12.2024 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Wniosek zawiera wszystkie wymagane dokumenty i został przygotowany zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 poz. 1571)

1. Informacja o karierze naukowej i zawodowej Habilitantki

Dr inż. Alicja Tymoszek jest absolwentką Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich (UTP) w Bydgoszczy, gdzie na Kierunku Biotechnologia w 2007 r. uzyskała tytuł zawodowy magistra inżyniera. Pracę magisterską nt. somatycznej mutagenyzy u chryzantemy wielkokwiatowej indukowanej *in vitro* promieniowaniem gamma wykonała pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Małgorzaty Zalewskiej. Na tej samej uczelni w 2007 r. podjęła studia doktoranckie w dyscyplinie agronomii. W czerwcu 2012 r. dr Alicja Tymoszek na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu na Wydziale Nauk o Ziemi uzyskała stopień doktora nauk biologicznych w zakresie biologii. Pracę doktorską pt. „Regeneracja pędów i zarodków przybyszowych z izolowanych *in vitro* kwiatów języczkowych chryzantemy wielkokwiatowej” także wykonała pod kierunkiem prof. dr hab. Małgorzaty Zalewskiej w Katedrze Roślin Ozdobnych i Warzywnych na UTP w Bydgoszczy. W tej samej Katedrze w 2011 r. Habilitantka podjęła pracę na stanowisku technika, a od 2014 r. na stanowisku adiunkta, gdzie pracuje do dzisiaj; po przekształceniach jest to obecnie Pracownia Ogrodnictwa w Katedrze Biotechnologii, Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich (PBS).

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl 9 powiązanych tematycznie recenzowanych publikacji naukowych z lat 2019-2024 pod wspólnym uzasadnionym tytułem „Nanocząstki srebra, złota i tlenku cynku w kulturach *in vitro* oraz hodowli wybranych gatunków roślin ozdobnych i warzywnych: wpływ na organogenezę oraz efekty fizjologiczne, genetyczne i fenotypowe”.



RPL/2933/2025 N
Data: 2025-07-23

Wszystkie artykuły składające się na osiągnięcie naukowe zostały opublikowane w międzynarodowych renomowanych czasopismach z bazy JCR o wysokich współczynnikach IF i szerokim zasięgu międzynarodowym. Wskaźniki bibliometryczne tych prac są wysokie, sumaryczny współczynnik wpływu IF wynosi 28,151, łączna wartość punktowa stanowi 1010 pkt. MNiSW, zgodnie z rokiem ukazania się.

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

A.1. Tymoszek A., Miler N., 2019. Silver and gold nanoparticles impact on *in vitro* adventitious organogenesis in chrysanthemum, gerbera and Cape Primrose. *Scientia Horticulturae* 257: 108766. (IF 2,769, MNiSW 140 pkt.)

A.2. Tymoszek A., Wojnarowicz J., 2020. Zinc oxide and zinc oxide nanoparticles impact on *in vitro* germination and seedling growth in *Allium cepa* L. *Materials* 13(12): 2784. (IF 3,623, MNiSW 140 pkt.)

A.3. Tymoszek A., Kulus D., 2020. Silver nanoparticles induce genetic, biochemical, and phenotype variation in chrysanthemum. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 143: 331–344. (IF 2,711, MNiSW 100 pkt.)

A.4. Tymoszek A., 2021. Silver nanoparticles effects on *in vitro* germination, growth, and biochemical activity of tomato, radish, and kale seedlings. *Materials* 14(18): 5340. (IF 3,748, MNiSW 2021 140 pkt.)

A.5. Kulus D., Tymoszek A., Jędrzejczyk I., Winiński J., 2022. Gold nanoparticles and electromagnetic irradiation in tissue culture systems of bleeding heart: biochemical, physiological, and (cyto)genetic effects. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 149: 715–734. (IF 3,000, MNiSW 100 pkt.)

A.6. Tymoszek A., Kulus D., 2022. Effect of silver nanoparticles on the *in vitro* regeneration, biochemical, genetic, and phenotype variation in adventitious shoots produced from leaf explants in chrysanthemum. *International Journal of Molecular Sciences* 23(13): 7406. (IF 5,600, MNiSW 140 pkt.)

A.7. Tymoszek A., Sławkowska N., Szałaj U., Kulus D., Antkowiak M., Wojnarowicz J., 2022. Synthesis, characteristics, and effect of zinc oxide and silver nanoparticles on the *in vitro* regeneration and biochemical profile of chrysanthemum adventitious shoots. *Materials* 15(22): 8192. (IF 3,400, MNiSW 140 pkt.)

A.8. Tymoszek A., Wenda-Piesik A., Szałaj U., Wojnarowicz J., 2024. Analysis of architecture of chrysanthemum plantlets in response to zinc oxide, silver and auxin treatment in shoot-tip culture. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 93: 1–25. (IF 1,100, MNiSW 70 pkt.)

A.9. Tymoszek A., Szałaj U., Wojnarowicz J., Kowalska J., Antkowiak M., Kulus D., 2024. Zinc oxide and silver effects on the growth, pigment content and genetic stability of chrysanthemums propagated by the node culture method. *Folia Horticulturae* 36(1) (2024): 35–66. (IF 2,200, MNiSW 40 pkt.)

Nanotechnologia cieszy się coraz większym zainteresowaniem także w rolnictwie, przyczyniając się do zwiększenia efektywności produkcji i jakości plonów. Produkty nanotechnologiczne są wykorzystywane do wytwarzania nanonawozów i nanopestycydów, umożliwiając ograniczenie stosowania składników odżywczych czy aktywnych związków pestycydów poprzez bardziej precyzyjne ich działanie i powolne uwalnianie. Pozwala to na stosowanie ich w niższych stężeniach, zmniejszając zarazem szkodliwość dla środowiska. W uprawach roślinnych nanonawozy i nanopestycydy są szerzej stosowane do gatunków rolniczych.

Natomiast w produkcji ogrodniczej rzadziej. Reakcje roślin na najczęściej produkowane na świecie nanoczątki: srebra, złota, miedzi, żelaza, tlenku cynku, tytanu czy krzemu nie są dobrze poznane.

Uważam zatem, że wybrane przez Habilitantkę: tematyka badawcza oraz istotne gospodarczo gatunki roślin ozdobnych i warzywnych z sześciu odległych genetycznie rodzin botanicznych jako materiał badawczy są jak najbardziej słuszne. Dr Alicja Tymoszuik badania prowadziła na 8 gatunkach, wykorzystując materiał roślinny chryzantemy wielkokwiatowej, gerbery, skrzętnika ogrodowego, serduszki okazałej, cebuli zwyczajnej, jarmużu i pomidora. Doświadczenia wykonywała w kontrolowanych warunkach kultur *in vitro*, co ważne, wykorzystując bardzo precyzyjnie określone pod względem wielkości i struktury submikronowe cząstki (SMP) tlenku cynku i nanocząstki metali (NP) wymienione w tytule osiągnięcia. Na szczególnie uznanie zasługuje ścisła współpraca Habilitantki z wyspecjalizowanymi ośrodkami wytwarzającymi te cząstki: spółką spin-off NPIN s.c., utworzoną przy Katedrze Technologii Chemicznych i Materiałów Uniwersytetu Łódzkiego oraz współautorami dr U. Szałaj i dr J. Wojnarowiczem, badaczami renomowanego akredytowanego Laboratorium Nanostruktur Instytutu Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie.

Głównym celem badań prezentowanych w cyklu 9 publikacji była wielokierunkowa analiza oddziaływań nanocząstek srebra, złota i tlenku cynku na fenotyp i genotyp wybranych gatunków roślin ozdobnych i warzywnych inkubowanych/namnażanych w kulturach *in vitro*, z wykorzystaniem różnych rodzajów eksplantatów. Badania obejmowały trzy główne zagadnienia.

1) Poznanie wpływu nanocząstek na organogenezę eksplantatów merystematycznych i niemerystematycznych, ocenę efektywności mikrorozmnazania, analizę biometryczną u badanych gatunków roślin. Testowano wpływ różnych rodzajów, stężeń i rozmiarów nanocząstek, a także form ich aplikacji na etapie kiełkowania nasion, namnażania pędów głównych i bocznych, regeneracji pędów przybyszowych i ryzogenezy. (9 prac: A1 – A9).

2) Oznaczenie zawartości barwników fotyntetycznych i metabolitów oraz aktywności enzymów stresu oksydacyjnego jako markerów odpowiedzi komórek roślinnych na traktowanie nanocząstkami. Przeanalizowano także profil barwników u roślin *ex vitro* (6 prac: A3 – A7, A9).

3) Ocenę fenotypową w odniesieniu do stabilności/zmienności genetycznej z wykorzystaniem markerów molekularnych i cytometrii przepływowej roślin traktowanych nanocząstkami. Warto zaznaczyć, że jest to istotne kryterium decydujące o tym, czy nanocząstki mogą być wykorzystywane w procedurach namnażania *in vitro* ukierunkowanych na komercyjną produkcję stabilnych roślin lub w programach hodowlanych mających na celu indukcję zmienności. Szczególną uwagę zwrócono na nowatorskie wykorzystanie nanocząstek srebra i złota w indukowaniu zmienności genetycznej i fenotypowej u chryzantemy wielkokwiatowej i serduszki okazałej (4 prace: A3, A5, A6, A9).

W swoich szeroko zakrojonych badaniach, starannie zaplanowanych i dokładnie opisanych, na szczególną uwagę zasługują niżej opisane wyniki.

1) W pracy A2 Habilitantka wykazała, że wykorzystanie submikronowych cząstek tlenku cynku (ZnO SMPs) oraz nanocząstek tlenku cynku (ZnO NPs), w stężeniach 50 – 1600 mg·L⁻¹, zwiększa nawet dwukrotnie udział kiełkujących *in vitro* nasion cebuli. Wskazuje, że najważniejszymi czynnikami wpływającymi na kiełkowanie nasion było stężenie jonów cynku oraz wysoka czystość chemiczna testowanych próbek a nie wielkość cząstek. Opisane wyniki stymulującego działania jonów cynku na kiełkowanie nasion przedstawiają nową wartość dla nauki i praktyki ogrodniczej. Innowacja ta jest chroniona patentem nr Pat.243383 autorstwa Habilitantki i dr. J. Wojnarowicza.

Z kolei w pracy A4 dr A. Tymoszuik dowiodła, że nanocząstki srebra aplikowane w stężeniu 50 i 100 mg·L⁻¹ nie wpłynęły na kiełkowanie *in vitro* nasion jarmużu, pomidora i rzodkiewki, nie obserwowano też korzystnego wpływu jonów srebra na wzrost i rozwój badanych gatunków. Wykazano jednakże zróżnicowane reakcje roślin poszczególnych gatunków na działanie nanocząstek srebra na wzrost siewek oraz biosyntezę chlorofili, karotenoidów, związków fenolowych, białka i aktywności enzymów antyoksydacyjnych. Wyniki te poszerzyły wiedzę nt. wpływu nanocząstek na kiełkowanie nasion i rozwój siewek roślin jadalnych.

W pionierskich badaniach, których wyniki zostały opisane w publikacjach **A1, A3, A6 i A7**, Habilitantka wykazała istotny wpływ nanocząstek srebra, złota, tlenku cynku samego oraz w połączeniu z jonami srebra na organogenezę przybyszową u roślin ozdobnych na eksplantatach niemerystatycznych - liściach skrzętnika ogrodowego oraz międzywęźlach i liściach chryzantemy (**A3, A6 i A7**). Udowodniła, że w porównaniu do nanocząstek srebra, nanocząstki złota wykazywały mniejszą toksyczność i stymulowały formowanie korzeni przybyszowych na pędach chryzantemy i gerbery, wskazując na praktyczne wykorzystanie nanocząstek złota z procesie ukorzeniania mikrosadzonek (**A1**). Ponadto dowiodła, że nanocząstki srebra i złota stosowane w niższym stężeniu ($10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) poprawiają znacząco regenerację pędów na eksplantatach liściowych u skrzętnika ogrodowego (**A1**) i mogą perspektywicznie stanowić substytut cytokinin w mikrorozmnażaniu tego gatunku.

W pracy **A7** Habilitantka wraz z zespołem badała wpływ różnych cząstek cynku (SMP i NP) samego lub w połączeniu z nanocząstkami srebra na regenerację *in vitro* i aktywność biochemiczną pędów przybyszowych na fragmentach międzywęźli chryzantemy. Co godne podkreślenia, były to pierwsze tego typu badania. Wykazano bardzo silny, stymulujący wpływ cząstek cynku zastosowanych w zoptymalizowanych stężeniach na regenerację pędów u odmiany o niskich zdolnościach regeneracyjnych. Uzyskano bardzo wysoką efektywność regeneracji dochodzącą do ponad 10 pędów na eksplantat, a pędy odznaczały się relatywnie wysoką zawartością chlorofilu.

Bardzo ciekawe wyniki opisano w pracy **A9**. Obserwowano efekty działania wymienionych wyżej cząstek cynku w kulturze jednowęzłowych fragmentów pędów nowych odmian chryzantem 'UTP Burgundy Gold' i 'UTP Pinky Gold' (wytworzonych przez Habilitantkę). Dzięki zastosowaniu cząstek cynku udoskonalono wydajność mikrorozmnażania i poprawiono jakość pędów oraz efektywność ukorzeniania. Analizy molekularne RAPD i SCoT potwierdziły stabilność genetyczną mikrosadzonek. Wyniki są obiecujące i mogą być wdrożone do produkcji komercyjnej chryzantem oraz wykorzystane w programach hodowlanych w celu intensyfikacji wzrostu i rozmnażania cennych pojedynków, stały się też podstawą do zgłoszenia wniosku patentowego nr P445347 w roku 2023.

W pracy **A5** po raz pierwszy zostały zastosowane nanocząstki złota w relatywnie wysokich stężeniach ($50 - 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) do stymulacji namnażania pędów bocznych oraz indukowania zmienności u serduszki okazałej. Aplikacja Au NPs skutkowała osiągnięciem bardzo wysokiego współczynnika rozmnażania (niemal 23), stymulacją rozwoju korzeni oraz lepszą przeżywalnością roślin podczas aklimatyzacji. Ponadto wykazano, że nanocząstki złota mogą służyć jako elicytory biosyntezy polifenoli i tanin w kulturach pędowych serduszki. Co ważne, udowodniono, że nanocząstki złota mogą indukować zmienność genetyczną, potwierdzoną w analizie molekularnej DAMD, RAPD i SCoT oraz wywoływać zmiany fenotypowe kształtu liści. Frekwencja obserwowanych zmian była jednak mniejsza w porównaniu do równocześnie testowanego promieniowania X. Habilitantka słusznie sugeruje, że wykorzystanie nanocząstek złota wydaje się obiecującym kierunkiem badań u gatunków, które z trudnością namnażają się w warunkach kultur *in vitro* (jak np. serduszka), zaznacza też, że należy weryfikować stabilność genetyczną i fenotypową uzyskanych roślin.

W pracach **A3, A6 i A9**, po raz pierwszy została wykazana przydatność nanocząstek srebra w indukowaniu zmienności genetycznej i fenotypowej u chryzantemy wielkokwiatowej. Nanocząstki wywoływały zmiany na poziomie biochemicznym, modyfikując zawartości chlorofilu, karotenoidów i polifenoli oraz aktywności enzymów stresu oksydacyjnego. Przy użyciu markerów RAPD, ISSR i SCoT potwierdzono zmiany genetyczne u regenerantów na skutek traktowania nanocząstkami. Wraz ze wzrostem stężenia nanocząstek srebra, zwiększał się udział polimorficznych roślin. Zidentyfikowano zmiany fenotypowe barwy i kształtu kwiatostanów. Ważnym osiągnięciem zrealizowanych badań było wytworzenie trzech nowych odmian chryzantemy, autorstwa Habilitantki, które zostały wpisane do Księgi Wyłącznego Prawa COBORU: 'UTP Burgundy Gold', 'UTP Pinky Gold' oraz 'UTP Iskierka'.

Uważam, podobnie jak Habilitantka, że opracowana metoda indukowania zmienności może być wykorzystana przez naukowców i firmy hodowlane w doskonaleniu chryzantemy oraz innych

gatunków roślin, będąc łatwo dostępną alternatywą dla standardowej mutagenazy radiacyjnej czy chemicznej, gwarantując udział mutantów i mutacji nawet na poziomie 10%.

Nowatorskim podejściem było także badanie wpływu zróżnicowanych cząstek tlenku cynku (SMP i NP) o różnym stopniu uwodnienia, stosowanych oddzielnie lub łącznie z jonami srebra na wzrost mikrosadzonek chryzantemy ww. nowych odmian, rozwijających się w kulturze pędów wierzchołkowych (A8). Potwierdzono zasadność zastosowania próbek tych cząstek w celu znacznej modyfikacji parametrów biometrycznych pędów i/lub korzeni. Jak sugeruje Habilitantka, SMP i NP tlenku cynku mogą stanowić alternatywę dla stosowania auksyny. Mikrosadzonki traktowane wymienionymi cząstkami były bardzo dobrej jakości, tworzyły największe liście, zwłaszcza gdy zastosowano je w stężeniach 100 i/lub 200 mg·L⁻¹. W przypadku formowania korzeni ustępowały jednak auksynie.

Za najważniejsze osiągnięcia poznawcze i aplikacyjne przedstawionych prac uważam:

1. Habilitantka jako pierwsza wykazała wraz ze współpracownikami, że nanocząstki złota i tlenku cynku (SMP i NP) dodane do pożywki w odpowiednio dobranych niższych stężeniach stymulują wzrost roślin w kulturach *in vitro*. U serduszek okazały i chryzantemy wielkokwiatowej zastąpiły powszechnie stosowane regulatory wzrostu takie, jak cytokiny i auksyny, zwiększając współczynnik rozmnażania oraz zdolności do ukorzeniania i aklimatyzacji mikrosadzonek. W przypadku cebuli nanocząsteczki cynku stymulowały wzrost siewek.
2. Badania przyczyniły się do lepszego poznania mechanizmu działania nanocząstek złota, srebra i tlenku cynku. Autorzy wykazali, że zastosowanie nanocząstek wpływa na biosyntezę chlorofilu, metabolitów wtórnych, np. związków fenolowych i aktywność enzymów antyoksydacyjnych.
3. Po raz pierwszy jednoznacznie wykazano, że nanocząstki srebra i złota w wyższych stężeniach, odpowiednio dobranych do gatunku i rodzaju eksplantatu, mogą być stosowane jako czynniki mutagenne, zwiększając zmienność genetyczną oraz fenotypową i mogą być stosowane w hodowli mutacyjnej roślin ozdobnych.
4. Wymiernym aplikacyjnym efektem przeprowadzonych badań jest wytworzenie i wdrożenie do praktyki ogrodniczej 3 nowych odmian chryzantemy wielkokwiatowej a także uzyskanie patentu nr 243383 w 2023 r. pt. „Sposób stymulacji kiełkowania nasion cebuli z wykorzystaniem tlenku cynku lub nanocząstek tlenku cynku w suspensji wodnej” oraz zgłoszenie wniosku patentowego nr P.445347 pt. „Sposób stymulacji wzrostu *in vitro* pędów bocznych chryzantemy wielkokwiatowej z zastosowaniem pożywki z dodatkiem tlenku cynku, nanocząstek tlenku cynku lub nanocząstek tlenku cynku i nanocząstek srebra”.

Podsumowując osiągnięcie naukowe dr inż. Alicji Tymoszuks, publikacje składające się na osiągnięcie naukowe oceniam bardzo wysoko pod względem naukowym, są oryginalną pracą twórczą o bardzo dużej wartości poznawczej i aplikacyjnej i wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo. Uważam, że zawarte w nich wyniki wnoszą nową wiedzę na temat mechanizmu działania na rośliny nanocząstek złota, srebra i tlenku cynku. Mogą być wykorzystywane do wytwarzania nowych odmian, zwiększenia efektywności mikrorozmnażania i kiełkowania nasion. Prowadząc badania Habilitantka wykazywała się pomysłowością samodzielnie planując badania, wykorzystywała nowoczesne, metody i techniki i analizy: fenotypowania, biochemiczne, molekularne i statystyczne oraz z zakresu mikroskopii. Osiągnięcie to spełnia kryteria określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r., art. 219 ust. 1.

3. Ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego

Dorobek naukowy dr Alicji Tymoszuks, poza 9 publikacjami stanowiącymi osiągnięcie naukowe, obejmuje 46 oryginalnych prac twórczych (sumaryczny IF 70,261), 5 publikacji ukazało się przed uzyskaniem stopnia doktora (sum. IF 0,393). Spośród 46 publikacji, 33 opublikowano w 17 prestiżowych czasopismach międzynarodowych ze współczynnikiem wpływu IF wahającym się

od 0,393 do 5,923 i wynoszącym średnio 1,56 (Acta Agrobotanica, Acta Physiologiae Plantarum, Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Agriculture, Agronomy, Biology, Coatings, Folia Horticulturae, Industrial Crops and Products, International Journal of Molecular Sciences, Journal of Plant Protection Research, Materials, Plant Cell Tissue and Organ Culture, PLoS ONE, Scientia Horticulturae). 7 publikacji ukazało się w polskich czasopismach naukowych (w języku polskim lub angielskim), 1 w materiałach konferencyjnych (cytowanym w WoS) oraz 2 współautorskie rozdziały w monografiach w języku polskim. Spośród 46 publikacji w 13 Habilitantka była pierwszym autorem lub autorem korespondencyjnym. Wszystkie oryginalne prace, z wyjątkiem jednej, są publikacjami dwu- i wieloautorskimi, w których autorzy pochodzą z tej samej katedry, innych wydziałów uczelni macierzystej Habilitantki, a także z innych polskich jednostek naukowych i zagranicznych. Współpracowała z badaczami z 18 ośrodków naukowych, takimi jak m.in.: Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu, Katedra Technologii Chemicznych i Materiałów Uniwersytetu Łódzkiego, Laboratorium Nanostruktur Instytutu Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie, uczelnie portugalskie, czeskie, irańskie, uczelnia austriacka i wietnamska. Świadczy to o tym, że Habilitantka wykazuje dużą umiejętność współpracy, tworząc zespoły współpracujących ze sobą badaczy różnych specjalności lub będąc do nich zapraszana.

Podsumowując, sumaryczny współczynnik wpływu IF całego dorobku naukowego wynosi **98,805**, a **liczba punktów MNiSW – 3862** (w tym 30 pkt. przed uzyskaniem stopnia doktora), zgodnie z rokiem ukazania się prac. Liczba cytowani wg bazy Web of Science wynosi **383** (indeks Hirscha 12).

Również aktywność dr Alicji Tymoszek, jeśli chodzi o udział w konferencjach naukowych, jest ponadprzeciętna. W sumie uczestniczyła czynnie w 33 konferencjach naukowych krajowych, wygłaszając 13 referatów oraz 24 międzynarodowych, prezentując osobiście 7 referatów w języku angielskim; w pozostałych będąc współautorem. Wyniki prac przedstawiała także w formie 16 posterów na konferencjach krajowych i 11 na międzynarodowych. Wygłosiła osobiście dwa wykłady na zaproszenie Instytutu Dendrologii PAN w Kurniku w 2020 r. oraz PTB w Bydgoszczy w 2023 r. Była współorganizatorem dwóch konferencji naukowych i 2 seminariów.

Od początku pracy na macierzystej uczelni dominującym nurtem aktywności naukowej dr Alicji Tymoszek były tematy dotyczące opracowania i optymalizacji systemów regeneracji i rozmnażania roślin ozdobnych, warzywnych, sadowniczych oraz leczniczych w kulturach *in vitro* do celów hodowlanych, krioprezerwacji i masowego rozmnażania. Prowadziła także badania z zakresu uprawy w kontrolowanych warunkach oraz fitopatologii roślin.

Jednym z ważniejszych aspektów Jej badań, które rozpoczęła pod kierunkiem prof. dr hab. Małgorzaty Zalewskiej, realizując pracę magisterską, była indukowana mutageniza chryzantemy wielkokwiatowej w kulturach *in vitro* z wykorzystaniem promieniowania gamma. Rezultatem badań było wykazanie przydatności metody do selekcji nowych genotypów. Uzyskane wyniki były punktem wyjścia do kolejnych badań, tym razem prowadzonych w ramach pracy doktorskiej także pod kierunkiem Pani Profesor. Habilitantka opracowała metodę *in vitro* regeneracji z jednoczesną separacją jednolitych genetycznie pożądaných genotypów chryzantemy z roślin chimeralnych powstających w procesie mutagenazy. Jedynym źródłem eksplantatów, których fenotyp przejawiał pożądane cechy były kwiaty języczkowate. Ekplantaty takie przecięte na pół na zoptymalizowanej pożywce regenerowały najwięcej jednolitych genetycznie roślin. Badania zaowocowały pracą dokorską wyróżnioną przez recenzentów oraz sześcioma publikacjami, w tym 5 w czasopismach z bazy JCR. Zdobyte doświadczenie Habilitantka wykorzystwała kierując badaniami w ramach projektu dofinansowanego przez MNiSW „Juventus Plus” (na zlecenie firmy), dotyczącymi separacji komponentów z chimer na drodze regeneracji *in vitro* roślin z kwiatów języczkowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora obiektem badań także była chryzantema. Habilitantka opracowała metodę otrzymywania haploidów w kulturze *in vitro* z załazni, gdzie czynnikiem indukującym regenerację roślin były szok termiczny i obecność TDZ w pożywce. W celu separacji z chimer jednolitych genetycznie genotypów wraz ze współpracownikami opracowała regenerację roślin z eksplantatów korzeniowych, zbudowanych z warstwy III (jednolitej genetycznie). Wraz ze współpracownikami opracowała wydajny system ukorzeniania mikrosadzonek *in vitro* w perlicie oraz efektywny, mało toksyczny system dezynfekcji eksplantatów inicjalnych (chroniony patentem) z wykorzystaniem nanocząstek Au, Ag i Cu. Obecnie kieruje badaniami dotyczącymi wykorzystania nanocząstek metali ciężkich i tlenku żelaza, pozyskiwanych z odpadowych proszków bateryjnych w hodowli chryzantemy wielkokwiatowej.

Kolejnym obiektem badań była piękna serduszka okazała, którą dr Alicja Tymoszek wykorzystywała w pracach stanowiących osiągnięcie naukowe, ale też, pod kierunkiem dr hab. D. Kulusa, prowadziła badania w innym aspekcie - opracowania systemu produkcji kalusa embriogenego. Ciekawym spostrzeżeniem było, że zawartość metabolitów wtórnych była negatywnie skorelowana z wydajnością somatycznej embriogenezy. Uczestniczyła też w badaniach nad zastosowaniem nanotechnologii w krioprezerwacji serduszki okazałej. Owocem tych prac było przyznanie patentu na sposób krioprezerwacji pąków wierzchołkowych tego gatunku z wykorzystaniem nanocząstek. Innowacja została nagrodzona złotym medalem oraz grand prix na międzynarodowych targach wynalazków i innowacji E-NNOVATE 2022.

Efektom badań polsko-portugalskiego zespołu badawczego, w których uczestniczyła Habilitantka, było wyselekcjonowanie w kulturach *in vitro* stabilnych genetycznie linii jeżówki purpurowej (ważnej dla przemysłu fitofarmaceutycznego i ogrodnictwa), wyróżniających się wysoką wydajnością embriogenezy somatycznej i jednocześnie zwiększoną zawartością kwasów fenolowych, wykorzystywanych w lecznictwie. Badania zrealizowano w ramach współpracy pomiędzy PBS a politechniką w Coimbrze. Wyniki mają wysoki potencjał aplikacyjny. Współpracowała także przy wyselekcjonowaniu w kulturach *in vitro* linii tarczycy brodatej (wykorzystywanej w przemyśle farmaceutycznym), o wysokiej zawartości skutelaryny. W innych badaniach wraz z zespołem przyczyniła się do zwiększenia wydajności kiełkowania nasion w kulturach *in vitro* hakorośli rozesełanej, obcego gatunku o wartościach leczniczych, lecz trudno rozmnażającego się generatywnie.

Ciekawym doświadczeniem zawodowym była praca w interdyscyplinarnym zespole, prowadzącym badania nad nagietkiem lekarskim. Wykazano w nich działanie cytotoksyczne nowo opracowanego nanokompozytu, którego antynowotworową aktywność wzmacniał ekstrakt z nagietka o wysokiej zawartości mioinozytolu. Zastosowanie obu komponentów poprawiło wchłanianie leku przez komórki nowotworowe. Opracowany kompozyt w połączeniu z ekstraktem z nagietka wydaje się obiecującym materiałem do wykorzystania w nanobiomedycynie.

Zaangażowana była także w pionierskie badania nad zastosowaniem mutagenyzy radiacyjnej w kulturach *in vitro* kilku gatunków kaktusów. Uzyskano mutanty o zmienionym atrakcyjnym kolorze tkanek, o potwierdzonych w analizie molekularnej SCoT mutacjach.

Uczestniczyła w opracowaniu bądź optymalizacji mikrorozmnażania ajanii spokojnej (*Ajania pacifica*) (alternatywy dla chryzantemy), ognika wąskolistnego, podkładek 'Pyrodwarf®(S) dla gruszy. Testowała przydatność biowęgla pozyskanych z odpadowej biomasy roślinnej (np., trocin jaworu, sosny, osadów ściekowych i dojrzałego kompostu) jako komponentów pożywki MS w procesie mikrorozmnażania pomidora zwyczajnego i rzodkiewki. Kierowała także badaniami zlecanymi przez firmy, dotyczącymi opracowania technologii mikrorozmnażania borówki wysokiej, miskanta olbrzymiego, gmeliny, paulowni omszonej i akacji wyniosłej; dla jednej z firm przygotowała projekt laboratorium roślinnych kultur *in vitro*.

Należy podkreślić, że jej rozpoznawalność na świecie, jako specjalisty od kultur roślinnych *in vitro* została zauważona i powierzono Jej funkcję edytora gościnnego wydania specjalnego czasopisma Horticulturae pt. „*In Vitro Technology of Micropropagated Plants*”. W związku z tym redagowała też monografię naukową pod wyżej wymienionym tytułem, zawierającą kompleksowy przegląd najnowszych osiągnięć, leżących u podstaw sukcesu mikrorozmnażania roślin ogrodniczych i leczniczych kilkunastu gatunków.

Pobocznym, ale bardzo istotnym wątkiem aktywności naukowej Habilitantki były badania z zakresu uprawy roślin w kontrolowanych warunkach pomieszczeń wzrostowych czy szklarni oraz zagadnienia z zakresu ochrony roślin. Uczestniczyła w szeroko zakrojonych doświadczeniach z zakresu optymalizacji widma i natężenia światła oraz składu podłoża na etapie równoczesnej aklimatyzacji i ukorzeniania mikrosadzonek. Był to cykl badań zleconych, zrealizowanych dla przedsiębiorstwa Vitroflora, lidera na polskim i światowym rynku produkcji sadzonek roślin ozdobnych. Wyniki badań zostały objęte ochroną patentową. Współpraca z Vitroflorą zaowocowała realizacją kolejnego cyklu badań, dotyczących optymalizacji parametrów światła oraz testowania preparatów, w tym biostymulatorów mikrobiologicznych, stymulujących utrzymanie juwenilności sadzonek, na etapie długookresowego przechowywania. Była także wykonawcą badań na zlecenie przedsiębiorstwa Endeavour, dotyczących opracowania innowacyjnej technologii uprawy warzyw w domowych farmach wertykalnych z wykorzystaniem diod LED i automatycznego nawadniania.

Dr Alicja Tymoszuk przeprowadziła cykl badań z wykorzystaniem nanocząstek metali z zakresu fitopatologii. Podczas 3-miesięcznego stażu naukowego w Instytucie Ochrony Roślin PIB w Poznaniu, pod kierunkiem prof. dr hab. Jolanty Kowalskiej testowała wpływ submikronowych cząstek i nanocząstek tlenków cynku i miedzi na wzrost *in vitro* grzybów patogenicznych. Wykazała, że składniki te ograniczały ich wzrost. Z kolei w doświadczeniu wazonowym potwierdziła skuteczność nanocząstek cynku w ograniczeniu porażenia roślin. Uzyskane wyniki stały się podstawą do przygotowania dwóch zgłoszeń patentowych. W trakcie tego stażu, badając pięć widm, różniących się stosunkiem światła czerwonego do niebieskiego, wykazała, że światło z przewagą czerwieni najefektywniej stymulowało wzrost roślin pomidora i wpływało na zwiększenie zawartości chlorofilu, związków fenolowych i aktywności SOD w liściach oraz ograniczyło porażenie przez *Alternaria alternata* i *A. solani*. W polsko-austriackim zespole naukowym weryfikowała wpływ infekcji *Rhizoctonia solani* na emisję lotnych związków organicznych oraz profil metabolitów u 10 odmian chryzantemy, wykazując, że infekcja tym patogenem wpłynęła na emisję lotnych związków oraz zawartość karotenoidów i polifenoli; reakcje na porażenie były genotypowo zależne. Wyniki przyczyniły się do lepszego zrozumienia mechanizmów obrony i podatności roślin na patogeny grzybowe i mogą służyć do opracowania przyszłych strategii ochrony i doskonalenia odmian chryzantem.

Uczestniczyła w badaniach dotyczących ochrony biologicznej ryżu przed ww. groźnym patogenem *R. solani*. Rezultatem badań było wytypowanie spośród wyizolowanych i zidentyfikowanych endofitycznych grzybów najskuteczniejszego antagonisty tego patogena - *Trichoderma viren*, o potencjale wykorzystania w ochronie biologicznej. Z kolei dzięki udziałowi w projekcie badawczym „Nova Trawa” zdobyła wiedzę i doświadczenie nt. roli i wykorzystania symbiotycznych grzybów endofitycznych w uprawie i hodowli życicy trwałej.

Analizując aktywność naukową dr Alicji Tymoszuk, uważam, że wykazuje duże zaangażowanie w pozyskiwaniu projektów badawczych. Kierowała jednym projektem NCN – MINIATURA 4 (2020-2021), a w latach 2015-2024 jako wykonawca uczestniczyła w realizacji trzech projektów finansowanych przez NCN, PROW i MNiSW. Obecnie kieruje projektem finansowanym przez MNiSW w ramach Programu „Regionalna Inicjatywa Doskonałości – Doskonałość naukowa w obszarze nauk rolniczych na Politechnice Bydgoskiej (RID/SP/0017/2024/01). Należy zaznaczyć,

że w latach 2018-2022 samodzielnie przygotowała dwa wnioski projektowe do NCN oraz w latach 2012-2017 uczestniczyła w przygotowaniu dwóch innych wniosków do NCBiR oraz NCN, które jednak nie uzyskały finansowania. Była kierownikiem w 10 projektach badań zleconych przez podmioty gospodarcze, których tematykę i wyniki opisano wyżej.

Ponadto uczestniczyła w 2 międzynarodowych projektach. W projekcie I-STAR pełniła funkcję opiekuna naukowego dwóch studentek z USA; podobnie w projekcie „Bioboosters – boosting the circular transition” dotyczącym wykorzystania odpadowej biomasy z uprawy szklarniowej pomidorów do produkcji biowęgla, współfinansowanym przez UE, który zwyciężył w konkursie ogłoszonym przez przedsiębiorstwo estońskie.

Uczestniczyła jako kierownik w zespołach badawczych (2011-2018) 5 projektów w ramach Wydziałowego Funduszu Grantowego dedykowanego młodym naukowcom. Z kolei jako wykonawca brała udział w 5 projektach badań statutowych (2010 do 2025).

Dr Alicja Tymoszuik przejawiała bardzo dużą aktywność w podnoszeniu swoich kwalifikacji jako pracownika naukowego i dydaktycznego. Począwszy od studiów doktoranckich (2008-2024) uczestniczyła w 28 różnych szkoleniach, warsztatach i kursach organizowanych na macierzystej uczelni, w innych ośrodkach naukowych czy przez firmy. Szkolenia dotyczyły obsługi różnych urządzeń i instrumentów analitycznych, programów komputerowych, umiejętności przygotowywania tekstów naukowych, podnoszenia ich cytowalności i zdobywania funduszy na badania, ochrony własności intelektualnej, oceny wniosków grantowych, zarządzania danymi czy sztuki dydaktyki akademickiej.

Swoje kompetencje podnosiła także podczas wspomnianych wyżej: 3-miesięcznego stażu w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu, ale też podczas wyjazdów studyjnych: w 2015 r. na Uniwersytecie w Coimbrze (Portugalia) czy na Uniwersytecie Mendla w Brnie (Czechy).

O rozpoznawalności dr Alicji Tymoszuik w międzynarodowym środowisku naukowym świadczy 76 recenzji manuskryptów, które wykonała na zaproszenie redakcji czasopism posiadających współczynnik wpływu WoS, m.in.: Industrial Crops and Products, Journal of Photochemistry and Phytobiology, Nanotechnology, PCTOC, Plant Cell Reports, Scientia Horticulturae i innych także 17 dla czasopism spoza listy JCR.

Aktywność naukowa Habilitantki została doceniona przez władze Uczelni. 9-krotnie otrzymała Nagrodę JM Rektora UTP/PBS. W 2023 r. uzyskała nagrodę zespołową Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego w kategorii Nauka. Podczas studiów doktoranckich była też 3-krotnie stypendystką Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, było wsparciem finansowym dla najlepszych doktorantów. Z kolei za innowacje związane z zastosowaniem nanotechnologii do stymulacji wzrostu oraz ochrony roślin wraz z zespołem (2022-2023) była 4-rotnie wyróżniana złotymi medalami na Targach Wynalazków i Innowacji E-NNOVATE oraz na Uniwersytecie Stefana Suceava w Rumunii. W dwóch konkursach wynalazki uzyskały certyfikaty konkursów Lider Innowacji Pomorza i Kujaw czy Naukowiec Przyszłości.

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Botanicznego (PTB) - sekcji Kultur Tkankowych Roślin oraz ISHS.

Stwierdzam z uznaniem, że wyniki wszystkich badań, w których uczestniczyła w roli badacza wiodącego lub współpracującego były publikowane w krótkim czasie po zakończeniu prac eksperymentalnych, najczęściej w prestiżowych czasopismach międzynarodowych z listy JCR. Wyniki zawsze były też prezentowane na konferencjach krajowych i/lub zagranicznych w postaci referatów lub posterów.

Podsumowując, dorobek publikacyjny oraz aktywność naukowa dr Alicji Tymoszuik znacząco wzrosły po uzyskaniu stopnia doktora Uważam, że wniosła istotny wkład w rozwój badań nad wielokierunkowym zastosowaniem nanocząstek złota, srebra i tlenku cynku:

intensyfikacji mikrorozmnażania, kielkowania nasion, krioprezerwacji w ochronie przed patogenami oraz w mutagenезie do wytwarzania nowych odmian. Większość badań prowadziła we współpracy z innymi badaczami, co jest szczególnie pożądane w dobie rosnącej specjalizacji, gdzie do rozwiązywania problemów badawczych konieczna jest praca zespołu specjalistów z różnych dziedzin. W związku z powyższym uważam, że Habilitantka spełnia wymagania w tym zakresie stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

4. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Dorobek dydaktyczny dr Alicji Tymoszuć jest imponujący. Jest współautorem i autorem 19 programów zajęć dydaktycznych w języku polskim oraz 4 w języku angielskim, z zakresu biotechnologii i produkcji ogrodniczej; prowadziła zajęcia także dla studentów zagranicznych. Była członkiem zespołu ds. utworzenia nowego kierunku studiów Nanobioinżynieria, działającego od roku akademickiego 2014/2015 na UTP w Bydgoszczy. W latach 2012-2022 pełniła funkcję opiekuna roku na kierunkach Nanobioinżynieria a następnie Biotechnologia 1^o i 2^o. W latach 2017-2023 była opiekunem studenckich praktyk zawodowych na różnych kierunkach studiów 1^o Biotechnologia, Zielerstwo i fitoterapia, Architektura krajobrazu. Organizowała wyjazdy dla studentów do przedsiębiorstw i ośrodków naukowych. Była promotorem 46 (plus 3 obecnie) prac dyplomowych na studiach inżynierskich (35) i magisterskich (14) na kierunkach Architektura krajobrazu, Biotechnologia i Rolnictwo. Sprawowała opiekę nad studentami zagranicznymi realizującymi projekty m.in. w ramach programu ERAZMUS czy I-STAR. Obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego dwóch rozpraw doktorskich.

Również działalność popularyzująca naukę jest ogromna. W latach 2011-2024 kilka razy w roku, na licznych (w sumie 19) cyklicznych i nie cyklicznych imprezach, festiwalach nauki i konkursach, zajmowała się prowadzeniem warsztatów, wykładów, zajęć dla dzieci oraz promocją i prezentacją stoisk UPT/PBS. Były to m.in. wydarzenia takie jak Bydgoski Festiwal Nauki, „Stawiam na Bydgoszcz”, „Drzwi Otwarte UTP”, „Inżynieralia WRiB”, brała udział w audycji radiowej „Agroporannek”. Na uznanie zasługuje zdobycie I nagrody przez uczniów LO i nominację do prezentacji Polski w finale EUCYS 2023 w Brukseli za pracę z nt. pozytywnego wpływu nanocząstek w kielkowaniu nasion rukoli i roszponki. Był to prestiżowy Konkurs UE dla Młodych Naukowców, w którym sprawowała opiekę nad projektem uczniów. Sukcesy odnieśli też uczniowie liceum warszawskiego, których też była opiekunem naukowym w konkursie EXPLORY. Prowadziła warsztaty na ogólnopolskim 27. Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik - największej w Europie imprezy plenerowej o tematyce naukowej. Napisała też 3 artykuły popularnonaukowe.

Jest członkiem Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogródnictwo WRiB PBS w kadencji 2024-2028.

Podsumowując, dr inż. Alicja Tymoszuk jest niezwykle zaangażowanym pracownikiem akademickim, bardzo aktywnie włącza się w działalność organizacyjną swojej uczelni, stale podnosi kwalifikacje jako pracownika naukowego jest też bardzo aktywna w popularyzacji wyników naukowych. W związku z tym oceniam pozytywnie jej dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski.

Wniosek końcowy

Uwzględniając osiągnięcie naukowe, pozostały dorobek naukowy, ich wartość poznawczą i aplikacyjną oraz znaczący dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski, oceniam pozytywnie jej osiągnięcia i stwierdzam, że stanowią one istotny wkład w rozwój nauki oraz uważam, iż Habilitantka jest doskonałym kandydatem na samodzielnego pracownika naukowego. Stwierdzam jednocześnie, że zostały spełnione wymagania określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. 2018 r., poz. 1668) i wnioskuję o dopuszczenie dr inż. Alicji Tymoszuk do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Wnioskuję także o wyróżnienie Habilitantki za wybitne osiągnięcie naukowe, stanowiące cykl 9 publikacji opublikowanych w prestiżowych czasopiśmie naukowych w latach 2019-2024.

Prof. dr hab. Małgorzata Podwyszyńska

