

RECENZJA

**osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej,
dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej
dr Anety Sawikowskiej, kandydatki do stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

Opinię wykonano w oparciu o pismo Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 4 marca 2022 roku, uwzględniające decyzję Rady Doskonałości Naukowej oraz w oparciu o umowę o dzieło nr 2/2022.

Sylwetka Kandydatki

Dr Aneta Sawikowska jest absolwentką Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej, na którym w 2004 roku ukończyła studia na kierunku Matematyka. W latach 2004-2009 odbyła studia doktoranckie na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, gdzie na podstawie pracy doktorskiej pt. „Graphs with minimum eigenvalue for the number of vertices and edges”, w 2009 roku uzyskała stopień doktora nauk matematycznych.

Dr Aneta Sawikowska w latach 2009-2019 była zatrudniona w Instytucie Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu, kolejno na etacie adiunkta (2010-2016) i matematyka (2017-2019) oraz na podstawie dwóch kilkumiesięcznych umów o dzieło. Od 2016 roku jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Metod Matematycznych i Statystycznych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, a od 2020 roku również na stanowisku starszego specjalisty biologa w Instytucie Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk. Kandydatka odbyła trzy krótkoterminowe staże, w 2005 i 2008 roku przebywała w The College of William and Mary w Williamsburgu, USA, a w roku 2013 w The James Hutton Institute w Dundee, Wielka Brytania (program COST).

Ocena osiągnięcia naukowego

Ocena osiągnięcia pod względem formalnym

Osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę ubiegania się dr Anety Sawikowskiej o stopień doktora habilitowanego, jest cyklem powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zatytułowanym „**Chemometria w metabolomice roślin**”. Cykl obejmuje osiem oryginalnych prac eksperymentalnych, opublikowanych w latach 2016-2021, oznaczonych w Autoreferacie jako IB1-IB8. Sześć spośród tych prac ukazało się w renomowanych czasopismach naukowych, takich jak *Science of the Total Environment*, *Journal of Molecular Sciences*, *Metabolites*, *Frontiers in Plant Science*, *The Plant Journal*, *Acta Physiologiae Plantarum*, o współczynniku wpływu (IF) wynoszącym od 1,364 do 6,551 i liczbie punktów ministerialnych od 25 do 200. Dwie prace IB2 oraz IB5 zostały opublikowane w czasopiśmie krajowym *Biometrical Letters* (20 punktów na liście ministerialnej). Sumaryczny współczynnik wpływu (IF) publikacji tworzących cykl wynosi **26,964**, a suma punktów według listy ministerialnej wynosi **560**. Kandydatka jest jedynym autorem jednego artykułu (IB2). Pozostałe artykuły są pracami zespołowymi (3-15 autorów). W jednej z tych publikacji Kandydatka jest pierwszym autorem, a w jednej autorem korespondencyjnym. W dwóch publikacjach jest deklaruje zbiorowe pierwsze autorstwo, liczące razem z Kandydatką odpowiednio dwie i cztery osoby. Kandydatka jest jedynym autorem pracy przeglądowej. Warto zaznaczyć, że mimo relatywnie krótkiego czasu, jaki upłynął od publikacji, cztery prace z cyklu były cytowane odpowiednio 63 (IB8), 44 (IB6), 18 (IB7) i 14 (IB4) razy, a dwie kolejne 1 i 3 razy. Poziom naukowy cykl publikacji, mierzony przedstawionymi wskaźnikami liczbowymi, należy ocenić jako satysfakcjonujący. Godny podkreślenia jest fakt, że znaczna większość przedstawionych w cyklu badań była finansowana z różnych projektów.

Indywidualny wkład dr Anety Sawikowskiej w powstanie prac przedstawionych jako osiągnięcie polegał przede wszystkim na przetwarzaniu danych pochodzących z analiz chemicznych i biochemicznych oraz samodzielny lub wspólny wykonaniu analizy statystycznej danych. Brała również udział w przygotowaniu wszystkich manuskryptów, planowaniu badań, była autorką koncepcji jednej pracy. Znaczący udział dr Anety Sawikowskiej w powstaniu wszystkich prac cyklu, przedstawionego jako osiągnięcie naukowe, jest bezsprzeczny i został potwierdzony oświadczeniami współautorów.

Ocena osiągnięcia pod względem merytorycznym

Dynamiczny rozwój współczesnych metod analitycznych stosowanych we wszystkich dziedzinach wiedzy, w szczególności w naukach biologicznych, pozwala w krótkim czasie generować ogromne ilości danych eksperymentalnych. Poprawne wykorzystanie i wnioskowanie z takich danych jest możliwe wyłącznie przy zastosowaniu zaawansowanych metod przetwarzania i obrabiania danych oraz analizy wyników. Poziom skomplikowania metod chemometrycznych wymaga nie tylko specjalistycznej wiedzy z zakresu matematyki i statystyki, ale również wiedzy z informatyki, związanej z umiejętnością wykorzystania intensywnie rozwijających się narzędzi i metod oraz programów komputerowych. Zatem współcześnie nieodzowna jest ciągła współpraca przyrodników ze statystykami, a efekty takiej współpracy są trudne do przecenienia. Jednym z obszarów badawczych, którego rozwój jest warunkowany taką współpracą jest metabolomika, nauka interdyscyplinarna zajmująca się badaniem złożonych oddziaływań w systemach biologicznych poprzez identyfikację i oznaczenie ilościowe niskocząsteczkowych produktów naturalnych, będących metabolitami pierwotnymi i wtórnymi. Metabolomika wykorzystywana pierwotnie przede wszystkim w naukach medycznych, znajduje coraz szersze zastosowanie w naukach rolniczych, a do jej ważnych zadań należy selekcjonowanie odmian roślin bardziej odpornych na choroby i stresy środowiskowe, wywołane m.in. suszą. Publikacje przedstawione jako osiągnięcie, będące efektem współpracy z jednej strony agronomów, biologów, biochemików, genetyków, a z drugiej matematyków, doskonale ilustrują bardzo zgrabne połączenie badań chemicznych i biochemicznych z wyszukaną analizą danych.

Tematyka badawcza zaprezentowana w czterech publikacjach z cyklu (**IB3, IB6, IB7, IB8**) dotyczy wpływu suszy na skład metabolitów wtórnych i pierwotnych jęczmienia jarego. Badania były wykonywane w ramach projektu POLAPGEN-BD, a ich celem było otrzymanie odmian jęczmienia jarego odpornych na suszę. Jest to zagadnienie interesujące z naukowego punktu widzenia i ważne ze względów praktycznych. W pierwszej chronologicznie pracy (**IB8**), opisującej dwie odmiany jęczmienia o różnej odporności na suszę (Maresi i CamB1/C10), wskazano, że CamB1/C1 jest genotypem lepiej zaadoptowanym do suszy, a także wskazano metabolity, które mogą być markerami tolerancji na suszę. Połączone badania metaboliczne i proteomiczne pozwoliły wysnuć wnioski dotyczące mechanizmów wykształcania tolerancji na suszę. W dwóch kolejnych pracach (**IB6 i IB7**) analizowano zmiany, jakie następują pod wpływem suszy w składzie 98 związków z grup polifenoli i terpenoidów (**IB6**) oraz metabolitów z kilku różnych grup związków (**IB7**), w 100

rekombinowanych liniach wsobnych jęczmienia jarego oraz dwóch odmianach rodzicielskich, scharakteryzowanych w pracy IB8. W pracy IB7 wskazano związki chemiczne, których akumulacja była skorelowana z suszą oraz metabolity różnicujące badane genotypy pod względem odpowiedzi na suszę, które mogą być uznane za markery tolerancji na ten stres w jęczmieniu. W pracy **IB6** zmiany metabolitów były oceniane w dwóch punktach czasowych i pokazano, że zróżnicowanie reakcji linii na suszę rosło z czasem. Wysznuo też wniosek, że dwie odmiany rodzicielskie stosują różne systemy antyoksydacyjne podczas stresu suszy.

W pracy **IB3** badano korelacje między akumulacją metabolitów fenolowych a fenotypem w ośmiu odmianach jęczmienia poddanych niedoborowi wody w trzech wariantach, zestawiając wyniki z próbami kontrolnymi, zatem analizie poddano zbiory danych metabolomicznych i fenotypowych. Najwyższy wzrost zawartości metabolitów podczas stresu suszy obserwowano dla związków, które zwiększają ochronę przed promieniowaniem UV oraz związków wykazujących aktywność antyoksydacyjną. Pokazano, że rośliny narażone na suszę w stadium siewek mobilizowały dwa razy więcej metabolitów fenolowych niż rośliny narażone na stres w stadium liścia flagowego. Wskazano metabolity, które biorą udział w aklimatyzacji.

W pracy **IB4** wykazano, że nanocząsteczki srebra wpływają na skład 47 metabolitów wtórnych rzodkiewnika pospolitego, a ich zdolność do indukowania biosyntezy fitoaleksyn może być wykorzystana do zwiększenia odporności roślin na patogeny.

Profilowania metabolitów niskocząsteczkowych dokonywano nowoczesnymi metodami chromatograficznymi (GC, HPLC, UPLC) połączonymi ze spektrometrią mas (ESI-MS, ESI-MS/MS, ESI-HRMS) oraz UV, natomiast w badaniach proteomicznych zastosowano dwuwymiarową elektroforezę połączoną ze spektrometrią mas MALDI-TOF i MALDI-TOF/TOF.

Dwie prace (**IB1 i IB5**), choć związane tematycznie z metabolomiką, przedstawiają rozwiązania problemów z dziedziny matematyki, statystyki i informatyki. Badania zostały wykonane w oparciu o dane uzyskane w ramach projektu dotyczącego jęczmienia, a ich wyniki mają duże znaczenie praktyczne i mogą być użyteczne nie tylko w naukach rolniczych, ale wszędzie tam, gdzie w analizie wykorzystuje się metody chromatograficzne.

W pracy **IB1** dr Aneta Sawikowska podjęła się rozwiązania problemu skutecznej separacji nakładających się pików, który jest warunkiem poprawności analizy chromatograficznej. Pomimo ciągłego rozwoju możliwości technicznych i chemicznych, problem ten pozostaje nadal ograniczeniem w zastosowaniu wysokoprzepustowych

analitycznych metod instrumentalnych. Liczba metabolitów pierwotnych i wtórnych jest trudna do przeszacowania. Zróżnicowanie budowy chemicznej metabolitów, a co za tym idzie ich właściwości, nie pozwala na wyizolowanie i zidentyfikowanie wszystkich związków w kilku cyklach analizy. Z drugiej jednak strony podobieństwa występujące w budowie wielu metabolitów, utrudniają ich rozdział. W metodach chromatograficznych często występuje zjawisko koelucji związków, które nie zostały rozdzielone w procesie analizy. Kandydatka zaproponowała dwie metody obliczeniowe separacji pików i po raz pierwszy wykonała to zadanie pracując na dużych zbiorach danych. Obie wykorzystane metody – analiza skupień i funkcjonalna analiza składowych głównych – okazały się odpowiednie do rozdzielania nakładających się pików, z pewną przewagą tej drugiej metody. Pomysł wykorzystania funkcjonalnej analizy składowych głównych do dekonwolucji pików w chromatografii został przedstawiony jako wniosek patentowy.

W autorskiej pracy **IB2** dr Aneta Sawikowska opierając się na najnowszych doniesieniach o potencjalnej aktywności antywirusowej, w tym przeciw SARS-CoV-2, trzech flawonoidów (rojfolicy, pektolinaryny i herbacetyny) dokonała metaanalizy dostępnych danych na temat ich występowania w roślinach. Stwierdziła, że roślinami, którym warto się przyjrzeć bliżej jako źródłom tych flawonoidów są m.in. jęczmień, soja, pszenica, rosiczka i oset.

Wszystkie eksperymenty, w których uczestniczyła dr Aneta Sawikowska, były eksperymentami wieloczynnikowymi, liczba analizowanych próbek liczona była w setkach, a liczba uzyskiwanych w nich danych osiągała rząd dziesiątek milionów. Badano zwykle liście i korzenie, próbki pobierano w różnych fazach rozwoju rośliny, w kilku powtórzeniach dla prób poddanych deficytowi wody i prób kontrolnych. Wieloetapowy sposób analizy i integracji danych, będący samodzielnym wkładem Kandydatki w powstanie prac zawartych w cyklu, został wyczerpująco przedstawiony w Autoreferacie.

Pierwszym krokiem w analizie tak dużej liczby danych jest ich redukcja przed dalszą analizą. Przetwarzania danych dokonała Kandydatka wykorzystując własne skrypty napisane w systemie R. Warto zaznaczyć, że w przypadku UPLC-UV nie istniały wcześniej programy do przetwarzania danych wieloprzepustowych. W kolejnych etapach dokonano usunięcia linii bazowej oraz ustalenia optymalnego wyrównania czasu retencji, przy wykorzystaniu różnych metod i programów autorskich. Na etapie wykrywania pików konieczna była operacja dekonwolucji nakładających się pików. W ostatnim etapie przetwarzania danych przeprowadzono integrację chromatogramów. Efektem wieloetapowego postępowania wstępnego była redukcja danych, które stanowiły podstawę do analizy statystycznej, również

przeprowadzanej przez Kandydatkę. W analizie statystycznej wykorzystywano zróżnicowane wielowymiarowe metody, posługując się skryptami autorskimi, napisanymi w Genstat i systemie R. Szerokie spektrum metod obejmowało m.in. test T-Studenta, analizę ANOVA, analizę składowych głównych, analizę wariancji, obliczenie współczynników korelacji Pearsona i odległości Mahalanobisa.

Kolejnym ważnym zagadnieniem była analiza sieci korelacyjnych i różnicowych sieci korelacyjnych. Sieci korelacyjne, stosowane coraz szerzej w naukach biologicznych, dzięki integracji cech pozwalają na wizualizację korelacji między wieloma cechami, przynosząc duże usługi przyrodnikom. Natomiast różnicowe cechy korelacyjne pokazują różnice między korelacjami. W przypadku jęczmienia jarego użyto tych narzędzi do pokazania korelacji między metabolitami wtórnymi a pierwotnymi oraz między warunkami kontrolnymi a suszą, osobno w liściach i korzeniach w różnych fazach rozwoju.

Dokładne opisanie i dogłębne zrozumienie zmian, jakie zachodzą w składzie metabolitów w jęczmieniu jarym w warunkach niedoboru wody oraz wieloczynnikowych zależności nie byłoby możliwe bez zastosowania zaawansowanego aparatu matematycznego. Znajomość i umiejętność wykorzystania tego aparatu przez dr Anetę Sawikowską, w tym Jej biegłość w programowaniu m.in. w R i Genstat, a także Jej otwartość i pracowitość stanowiły bardzo ważny wkład w badania, opisane w cyklu publikacji, przedstawionym jako osiągnięcie. Wkład ten został odpowiednio wyodrębniony i udokumentowany.

Przedstawiona ocena osiągnięcia dr Anety Sawikowskiej pozwala na stwierdzenie, że osiągnięcie to wnosi istotne nowe elementy naukowo-poznawcze i przyczynia się do rozwoju dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, spełnia zatem wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym.

Ocena pozostałego dorobku naukowego

Osiągnięcia naukowe dr Anety Sawikowskiej przed uzyskaniem stopnia doktora dotyczą dyscypliny matematyka. Natomiast po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka wykorzystywała swoją zdobytą wcześniej wiedzę matematyczną, równocześnie znacznie ją poszerzając i pogłębiając, podczas efektywnej współpracy z badaczami z obszaru nauk rolniczych.

Przed uzyskaniem stopnia doktora dr Aneta Sawikowska była współautorką jednej publikacji. Po uzyskaniu stopnia doktora (poza pracami z cyklu) jest współautorką 19 publikacji, z których 18 ukazało się w czasopiśmie z listy Journal of Citation Reports (JCR). Osiem z tych prac związane jest tematycznie z jęczmieniem jarym i rzodkiewnikiem

pospolitym, czyli roślinami, które są przedmiotem sześciu prac z osiągnięcia, trzy prace wpisują się w nauki matematyczne, a pozostałe dotyczą innych roślin użytkowych.

Dokumentacja dorobku naukowego dr Anety Sawikowskiej obejmuje łącznie **27 artykułów** naukowych (w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora i 24 w czasopiśmie z bazy JCR) oraz jednego rozdziału w monografii. Sumaryczny współczynnik wpływu publikacji wynosi **91,956**, a punktacja ministerialna **1613**. Według bazy Web of Science liczba cytowań wszystkich prac Kandydatki na dzień złożenia wniosku wynosiła **349 (311 bez autocytowań)**, a indeks Hirscha – **11**. Te wartości w dniu 31. 03. 2022. były wyższe i wynosiły odpowiednio 407 (361) i 12.

Kandydatka wykazuje bardzo dużą aktywność w prezentowaniu wyników swoich badań na konferencjach międzynarodowych i krajowych: jest współautorką dwóch referatów przed i 18 po uzyskaniu stopnia doktora, w tym trzech na konferencjach zagranicznych. Poza seminariami w macierzystej Katedrze, wygłaszała referaty na licznych seminariach środowiskowych. Była również współautorką ponad 20 posterów, w tym ośmiu prezentowanych na konferencjach zagranicznych. O ile wśród referatów, zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora, znaczny był udział tematyki z zakresu matematyki, o tyle wszystkie postery dotyczyły badań w naukach rolniczych.

Godny podkreślenia jest fakt, że duża część badań, w których uczestniczyła dr Aneta Sawikowska po zdobyciu stopnia doktora (w tym badania zaprezentowane w cyklu publikacji), była prowadzona w ramach **licznych projektów, finansowanych** przez NCN (11 projektów), NCBiR (2 projekty), POIG (1 projekt) oraz z innych źródeł (4 projekty). Wszystkie te projekty dotyczyły roślin użytkowych, a zatem wpisywały się w nauki rolnicze i ogrodnicze. Aktualnie Kandydatka jest wykonawcą w projekcie finansowanym z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, którego celem jest utworzenie Europejskiego Centrum Bioinformatyki i Genomiki. Zaproszenie do tego, jak i innych projektów, jest z pewnością wyrazem uznania środowiska dla dokonań Kandydatki.

Imponująca jest **lista ośrodków naukowych** zarówno krajowych (28 pozycji), jak i zagranicznych (14 pozycji), z którymi współpracowała i współpracuje dr Aneta Sawikowska. Te dane w połączeniu z udziałem w 18 projektach, świadczą o ogromnej aktywności naukowej Kandydatki, Jej otwartości na podejmowanie nowych wyzwań, umiejętności współpracy w ramach interdyscyplinarnych zespołów, a także skuteczności w zdobywaniu środków na badania.

Osiągnięcia badawcze dr Anety Sawikowskiej stanowią podstawę do stwierdzenia, że Jej aktywność naukowa jest istotna, dorobek po uzyskaniu stopnia doktora jest spójny, a osiągnięcia zostały w znaczny sposób powiększone w okresie od ostatniego awansu.

Osiągnięcia dr Anety Sawikowskiej znajdują wymierne zastosowanie w naukach rolniczych i niewątpliwie stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, co jest jednym z warunków stawianych kandydatowi do stopnia doktora habilitowanego.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego naukę

Osiągnięcia dydaktyczne dr Anety Sawikowskiej przedstawiają się dość skromnie. Nie wiadomo na ile jest to wynikiem ich lakonicznego opisanie, ale z pewnością w znacznym stopniu wynika to z faktu, że Kandydatka na Uczelni jest zatrudniona dopiero od 2016 roku, a wcześniej była zatrudniona w Instytucie Genetyki Roślin PAN. Kandydatka podaje, że w ramach pracy na różnych uczelniach (nie podaje jakich) prowadziła zajęcia z matematyki, statystyki, informatyki, metod numerycznych. W trakcie pracy na Uniwersytecie Przyrodniczym prowadzi ćwiczenia z matematyki, analizy matematycznej, statystyki matematycznej oraz technologii informacyjnych. Prowadzi autorski przedmiot statistical interference in genetics dla studentów programu Erasmus. Przygotowała dla studentów ćwiczenia i skrypty w programie R.

Kandydatka była członkiem komitetu organizacyjnego czterech konferencji, w tym jednej międzynarodowej.

Dr Aneta Sawikowska była cztery razy nagradzana za osiągnięcia naukowo-badawcze przez Rektora macierzystej Uczelni. Uzyskała również nagrodę Wielkopolskiej Regionalnej Inicjatywy Doskonałości za najlepsze artykuły w 2019 roku.

Podsumowanie i wniosek

W oparciu o przedstawione do oceny dokumenty mogę stwierdzić, że pani dr Aneta Sawikowska, adiunkt w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu oraz starszy specjalista biolog w Instytucie Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk, jest pracownikiem o dużej aktywności badawczej, potrafiącym nawiązywać kontakty, umiejętnie i skutecznie współpracującym w interdyscyplinarnych zespołach. Jej dorobek naukowy jest odpowiedni i został istotnie powiększony w okresie po uzyskaniu stopnia doktora. Wyniki badań prowadzonych z udziałem Kandydatki mają dużą wartość naukową i praktyczną.

Kandydatka wykazuje się też dorobkiem dydaktycznym i organizacyjnym, udziałem w licznych projektach, szeroką współpracą krajową i międzynarodową oraz stażami zagranicznymi.

Analiza dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pani dr Anety Sawikowskiej, przedstawionego do zaopiniowania w związku z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego, pozwala na stwierdzenie, że Kandydatka **spełnia wszystkie warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt. 1, 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz. U. z 2021 roku poz. 478). W szczególności:

- Kandydatka posiada stopień doktora
- Kandydatka posiada w dorobku osiągnięcia naukowe zarówno krajowe, jak i zagraniczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo
- Kandydatka przedstawiła cykl tematycznie powiązanych artykułów naukowych, w których wydzielone są zagadnienia stanowiące Jej indywidualny wkład.

Biorąc pod uwagę **całokształt dorobku Kandydatki**, uznaję za **uzasadnione nadanie Pani dr Anecie Sawikowskiej stopnia doktora habilitowanego**. Tym samym proponuję sformułowanie wniosku skierowanego do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o nadanie dr Anecie Sawikowskiej stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Danuta Kalemba