

Prof. dr hab. Zofia Hanusz

Katedra Zastosowań Matematyki i Informatyki

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

RECENZJA

osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej Pani dr Anety Sawikowskiej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauki rolnicze, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

Recenzja została wykonana na podstawie uchwały nr RNDRiO-10/4010/2022 Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Podstawą oceny był komplet dokumentów związanych z postępowaniem habilitacyjnym. Przedstawione dokumenty są zgodne z zaleceniami Rady Doskonałości Naukowej i spełniają wymogi formalne.

Podstawą przygotowania recenzji są następujące dokumenty:

- Załącznik 1. Dane wnioskodawcy
- Załącznik 2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora
- Załącznik 3. Autoreferat w języku polskim
- Załącznik 4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo
- Załącznik 5. Kopia świadectwa ukończenia kursu kwalifikacyjnego pedagogicznego dla czynnych zawodowo nauczycieli
- Załącznik 6. Kopie dokumentów potwierdzających określone osiągnięcia (staże naukowe, granty, nagrody)
- Załącznik 7. Oświadczenia współautorów
- Załącznik 8. Wniosek (w języku angielskim)
- Załącznik 9. Dane wnioskodawcy (w języku angielskim)
- Załącznik 10. Autoreferat (w języku angielskim)
- Załącznik 11. List of Scientific Achievements which present a major contribution to the development of the discipline of agriculture and horticulture

Ponadto, na moją prośbę otrzymałam kopie prac stanowiących osiągnięcie naukowe oraz cztery najważniejsze prace z dorobku Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora.

1. Najważniejsze informacje z życiorysu zawodowego Habilitantki

Dr Aneta Sawikowska ukończyła w 2004 roku wyższe studia magisterskie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania na Politechnice Poznańskiej, na kierunku Matematyka o specjalności Matematyczne Metody Informatyki. Następnie, w latach 2004–2009 była doktorantką studiów doktoranckich z matematyki na Wydziale Matematyki i Informatyki na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W 2009 roku uzyskała dyplom doktora nauk matematycznych w zakresie matematyki, na podstawie rozprawy doktorskiej „Graphs with Minimum Eigenvalue for the Number of Vertices and Edges” nadany uchwałą Rady Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. Charles R. Johnson z Department of Mathematics, the College of Williams and Mary, Williamsburg, USA. Tym samym został spełniony konieczny warunek ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

W 2006 roku Habilitantka ukończyła kwalifikacyjny kurs pedagogiczny dla czynnych zawodowo nauczycieli.

Dr Aneta Sawikowska od października 2016 roku pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Metod Matematycznych i Statystycznych UP w Poznaniu. Od września 2020 roku pracuje dodatkowo jako starszy specjalista biolog w Pracowni Bioinformatyki w Instytucie Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu. W latach wcześniejszych pracowała jako matematyk w Zakładzie Biometrii i Bioinformatyki w Instytucie Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk (w okresie 04.2017 r.-10.2019 r.) oraz na stanowisku adiunkta w okresie 01.2010 r. - 12.2016 r.

2. Ocena osiągnięcia naukowego w świetle ustawy z 20 lipca 2018 r, art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3, Dz.U. 2018, poz. 1668 ze zm.

Jako swoje osiągnięcie naukowe, w świetle ww. Ustawy, Habilitantka dr Aneta Sawikowska wskazała cykl 8 powiązanych tematycznie oryginalnych publikacji opatrzonych wspólnym tytułem „*Chemometria w metabolomice roślin*”, opublikowanych w latach 2016-2021:

- IB1. Sawikowska A., Piasecka A., Kachlicki P., Krajewski P. (2021). Separation of Chromatographic Co-Eluted Compounds by Clustering and by Functional Data Analysis, *Metabolites* 11(4), 214 (18 stron).
- IB2. Sawikowska A. (2020). Meta-analysis of flavonoids with antiviral potential against coronavirus. *Biometrical Letters* 57:13-22.
- IB3. Piasecka A., Sawikowska A., Kuczyńska A., Ogrodowicz P., Mikołajczak K., Krajewski P., Kachlicki P. (2020). Phenolic metabolites from barley in contribution to phenome in soil moisture deficit. *International Journal of Molecular Sciences* 21(17), 6032 (22 strony).
- IB4. Kruszka D., Sawikowska A., Selvakesavan R.K., Krajewski P., Kachlicki P., Franklin G. (2020). Silver nanoparticles affect phenolic and phytoalexin composition of *Arabidopsis thaliana*. *Science of the Total Environment* 716: 135361 (14 stron).
- IB5. Mieldzioc A., Mokrzycka M., Sawikowska A. (2019). Covariance regularization for metabolomic data on the drought resistance of barley. *Biometrical Letters* 56: 165-181.
- IB6. Piasecka A., Sawikowska A., Kuczyńska A., Ogrodowicz P., Mikołajczak K., Krystowiak K., Gudyś K., Guzy-Wróblewska J., Krajewski P., Kachlicki P. (2017). Drought related secondary metabolites of barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves and their association with mQTLs. *Plant Journal* 89: 898-913.
- IB7. Swarcewicz B., Sawikowska A., Marczak Ł., Łuczak M., Ciesiołka D., Krystowiak K., Kuczyńska A., Piślewska-Bednarek M., Krajewski P., Stobiecki M. (2017). Effect of drought stress on metabolite contents in barley recombinant inbred line population revealed by untargeted GC-MS profiling. *Acta Physiol Plant* 39:158 (16 stron).
- IB8. Chmielewska K., Rodziewicz P., Swarcewicz B., Sawikowska A., Krajewski P., Marczak Ł., Ciesiołka D., Kuczyńska A., Mikołajczak K., Ogrodowicz P., Krystowiak K., Surma M., Adamski T., Bednarek P., Stobiecki M. (2016). Analysis of drought-induced proteomic and metabolomic changes in barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves and roots unravels some aspects of biochemical mechanisms involved in drought tolerance. *Frontiers in Plant Science* 7: 1108 (14 stron).

Wszystkie prace stanowiące osiągnięcie naukowe Habilitantki zostały opublikowane w języku angielskim. Sześć z nich opublikowano w recenzowanych czasopismach publikowanych online posiadających Impact Factor (*Metabolites*, *International Journal of Molecular Sciences*,

Science of the Total Environment, The Plant Journal, Acta Physiol Plant oraz Frontiers in Plant Science). Z kolei dwie prace zostały opublikowane w Biometrical Letters, renomowanym polskim czasopiśmie nieimpaktowanym o zasięgu międzynarodowym. Jest to oficjalne czasopismo Polskiego Towarzystwa Biometrycznego, którego Redakcja mieści się w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Należy także zauważyć, że prace IB1, IB3-IB8 są współautorskie, a jedynie praca IB2 jest samodzielną pracą Habilitantki. W publikacjach współautorskich, Habilitantka tylko w jednej pracy jest pierwszym autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnych. Choć w pozostałych pracach nie jest pierwszym autorem, to w mojej ocenie Jej wkład w powstanie tych prac był **wiodący**.

Łączna liczba punktów prac stanowiących osiągnięcie naukowe Habilitantki według listy MNiSW wynosi 560, zaś łączny Impact Factor wynosi 26.964. W mojej ocenie prace stanowiące osiągnięcie naukowe Habilitantki **wyróżniają** się zarówno wysokim łącznym Impact Factorem jak i łączną liczbą punktów MNiSW.

Dalszą merytoryczną ocenę osiągnięcia naukowego dr Anety Sawikowskiej przygotowałam głównie w oparciu o nadesłane publikacje stanowiące to osiągnięcie, Autoreferat (Załącznik 3 w nadesłanej dokumentacji) oraz wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo (Załącznik 4). Należy podkreślić, że Habilitantka precyzyjnie określiła swój wkład w powstanie prac stanowiących Jej osiągnięcie, które nie koliduje z udziałami pozostałych współautorów, przedstawionymi w Załączniku 7.

W Autoreferacie (Załącznik 3) na stronach 5-41, Habilitantka przedstawiła spójne i logiczne omówienie osiągnięcia naukowego. Opis ten zgodnie z zawartością tematyczną prac stanowiących osiągnięcie podzieliła merytorycznie na sekcje:

- **Wprowadzenie**, w którym precyzyjnie zdefiniowała pojęcia takie jak chemometria, metabolomika, metabolit oraz omówiła jaki jest zakres Jej dokonań w obróbce i analizie wielowymiarowych danych metabolomicznych.
- **Cele badań**, w których logicznie, nie wchodząc w szczegóły, omówiła cele prowadzonych badań, takie jak, wstępne przetwarzanie dużej liczby danych chromatograficznych, separację wspólnie wpływających związków w chromatografii, analizę statystyczną doświadczeń wieloczynnikowych, analizę sieci korelacyjnych i różnicowych sieci korelacyjnych, estymację macierzy kowariancji oraz meta-analizę metabolitów o potencjale

antywirusowym przeciw koronawirusowi. Bardziej szczegółowe omówienie wyników dla założonych celów, Habilitantka omówiła w sekcji: Wyniki, metody i ich zastosowania.

- **Material**, w którym omówiła szczegółowo jaki materiał rolniczy podlegał badaniom.
- **Wyniki, metody i ich zastosowanie**
 1. Wstępne przetwarzanie danych chromatograficznych, zawarte w pracach IB1, IB3-IB5, IB7 oraz IB8,
 2. Separacja wspólnie wpływających związków w chromatografii za pomocą analizy skupień oraz funkcjonalnej analizy składowych głównych, zastosowana w pracy IB1.
 3. Analiza statystyczna dużych doświadczeń wieloczynnikowych dla danych metabolomicznych, przedstawiona w pracach IB3, IB4, IB6 i IB7.
 4. Analiza sieci korelacyjnych i różnicowych sieci korelacyjnych, zaproponowana i zrealizowana w pracach IB6 i IB7.
 5. Estymacja macierzy kowariancji dla danych chromatograficznych, zastosowana w pracy IB5.
 6. Meta-analiza danych metabolomicznych, opisana w pracy IB2.
- **Podsumowanie**, w którym Habilitantka podkreśliła swój wkład w szeroko rozumianych zagadnieniach związanych z przetwarzaniem i analizą danych chromatograficznych dotyczących wybranych roślin.

Lektura nadesłanych publikacji IB1-IB8, stanowiących osiągnięcie naukowe Kandydatki skłania do stwierdzenia, że wkład Habilitantki we wszystkich pracach jest **istotny**, a przede wszystkim umożliwiające przeprowadzenie właściwego wnioskowania statystycznego i praktycznego. Tematyka badawcza zaprezentowana w osiągnięciu naukowym obejmuje analizę ogromnych ilości danych metabolomicznych (od kilkuset tysięcy do wielu milionów), uzyskiwanych w nowoczesnych badaniach naukowych w metabolomice roślin. W badaniach tych stosowane są nowoczesne, wysokoprzepustowe technologie, które stają się popularne i szeroko stosowane na świecie. Ze względu na bardzo dużą liczbę danych i ich wielowymiarowość nie da się wysnuć wniosków ze źródłowych danych. Należy zastosować odpowiednie metody do wstępnej obróbki danych w celu ich redukcji. Habilitantka w pracach zaproponowała konieczne kroki wstępnego przetwarzania wejściowych danych, takie jak normalizacja, usuwanie linii bazowej oraz wyrównywanie czasu retencji. Do tego celu opracowała własne skrypty zapisane w programie R i GENSTAT, które pozwoliły Jej na skuteczną wstępną obróbkę wejściowych

danych. Metody te zostały z powodzeniem zastosowane w pracach IB1, IB3-IB8 osiągnięcia. Kolejnym problemem rozwiązany w osiągnięciu jest analiza nakładania się pików oraz separacja wspólnie wpływających związków w chromatografii. Do tego celu Habilitantka wykorzystwała zarówno analizę skupień jak i funkcjonalną analizę składowych głównych. Metody te zastosowała w pracy IB1 do oceny zmian metabolomicznych liści jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare*) pod wpływem suszy. Kolejną skutecznie wykorzystaną metodą jest analiza statystyczna doświadczeń wieloczynnikowych dla metabolitów pierwotnych i wtórnych w jęczmieniu jarym pod wpływem suszy oraz danych dla rzodkiewnika pospolitego (*Arabidopsis thaliana*) traktowanego nanocząsteczkami srebra zawarta w pracy IB4. Do analizy metabolitów pierwotnych i wtórnych w jęczmieniu jarym pod wpływem suszy Habilitantka zaproponowała także analizę sieci korelacyjnych oraz różnicowych sieci korelacyjnych. Ten typ analizy umożliwił wnioskowanie o grupach cech jak i zależnościach między indywidualnymi cechami. Należy podkreślić, że choć sieci korelacyjne stały się popularne w wielu najnowszych badaniach to różnicowe sieci korelacyjne zostały wprowadzone po raz pierwszy przez Habilitantkę w pracy IB6 dla metabolitów wtórnych oraz w pracy IB7 dla metabolitów pierwotnych. Zastosowane przez Habilitantkę metody pozwoliły na sformułowanie wielu wniosków dotyczących korelacji metabolitów w jęczmieniu jarym w liściach i korzeniach. W pracy IB6 wykazała, że korelacje metabolitów wtórnych były silniejsze w warunkach kontrolnych niż podczas suszy. Ponadto, zastosowana konstrukcja sieci korelacyjnej pozwoliła na zaobserwowanie wzrostu liczby istotnych zmian korelacji przechodząc od warunków kontrolnych do suszy.

Kolejnym ważnym elementem naukowym wykorzystanym w analizie dużych zbiorów danych jest wybór struktury macierzy kowariancji (tzw. regularyzacja). Umiejętne wykorzystanie takiej struktury pozwala na redukcję liczby nieznanych elementów tej macierzy. W pracy IB5, Habilitantka dla metabolitów pierwotnych jęczmienia jarego pod wpływem suszy zaproponowała cztery takie struktury: kompletnie symetryczną, macierz Toepliza trójdiagonalną i pięćdiagonalną, oraz macierz autoregresji pierwszego rzędu. Ważnym zadaniem było w dalszej kolejności wybranie właściwej metody do oceny, która struktura macierzy kowariancji najbardziej pasuje do rozważanych danych. Habilitantka wykorzystwała dwie znane metody: normę Frobeniusa i entropijną funkcję straty. Na uwagę zasługuje fakt, że w pracy IB5 udało się wykazać, że norma Frobeniusa jest bardziej trafną metodą w regularyzacji macierzy kowariancji.

Na bardzo pozytywną ocenę zasługuje udział Habilitantki w pracy IB1, opublikowanej w czasopiśmie *Metabolites* z wysokim IF wynoszącym 4.097 i liczbą punktów 70 według MNiSW. Praca dotyczy separacji związków powstałych w zjawisku koelucji. Habilitanka z wymiernym sukcesem zaproponowała i porównała dwie nowoczesne metody statystyczne, analizę skupień oraz funkcjonalną analizę składowych głównych FPCA. W celu porównania wyników uzyskanych tymi metodami, Habilitanka przeprowadziła skomplikowane badania symulacyjne, które pozwoliły wywnioskować, że obydwie metody dają dobre i porównywalne rezultaty w rozdziale pików chromatograficznych zarejestrowanych za pomocą chromatografii cieczowej lub elektrofozy kapilarnej. Pokazała także, że metoda funkcjonalnej analizy składowych głównych dała nieco lepsze wyniki w przypadku podwójnego pików.

W mojej ocenie, na uwagę zasługuje także praca IB4, opublikowana w czasopiśmie *Science of the Total Environment*, który posiadał w 2020 roku IF równy 6.551 oraz 200 pkt. według MNiSW. W tej pracy wkład Habilitantki był wiodący, polegający na wielokrokowym przetwarzaniu danych chromatograficznych za pomocą opracowanych skryptów w R i zrównoleglonych na klastrach superkomputerów. Ponadto, wykonała analizę statystyczną i wizualizację wyników.

Reasumując, opracowane przez dr Anetę Sawikowską wyniki zawarte w publikacjach osiągnięcia naukowego są bezsprzecznie oryginalne i stanowią niewątpliwe nowatorstwo naukowe. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, iż we wszystkich pracach była odpowiedzialna za przetwarzanie wielomilionowych danych metabolomicznych, pozwalające w konsekwencji wyciągnąć konstruktywne wnioski. Tym samym, jest Ona autorką wiodącą prac stanowiących osiągnięcia naukowe. W mojej opinii dr Aneta Sawikowska jest wybitną specjalistką analizy wielowymiarowych danych opisujących skomplikowane zjawiska przyrodnicze. Wszystkie prace są logicznie połączone tematycznie. Omawiane osiągnięcie oceniam wysoce pozytywnie.

Reasumując, osiągnięcie Habilitantki całkowicie spełnia wymogi stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

3. Ocena pozostałego opublikowanego dorobku naukowego oraz aktywności naukowej

Po zapoznaniu się z dorobkiem Habilitantki Anety Sawikowskiej, niestanowiącym osiągnięcia naukowego, jednoznacznie stwierdzam, iż wyraźnie się powiększył po uzyskaniu stopnia doktora. Zgodnie z zestawieniem naukometrycznym, zamieszczonym w Załączniku 4

(str.29), po odjęciu prac stanowiących osiągnięcie naukowe, dorobek obejmuje łącznie 18 prac w czasopiśmie z Impact Factor, w tym jedną pracę przed uzyskaniem stopnia doktora, jedną pracę punktowaną bez IF oraz udział w jednej monografii. Łączna liczba punktów według MNiSW za prace nie ujęte w osiągnięciu naukowym Habilitantki wynosi 1053, a Impact Factor 64.992. Liczba cytowań wszystkich prac wynosi 349 oraz Indeks Hirscha 11 (według Web of Science) oraz 14 (według Google Scholar). Wszystkie publikacje dr Anety Sawikowskiej niestanowiące osiągnięcia naukowego są współautorskie, co dobitnie świadczy o umiejętności konstruktywnej i efektywnej współpracy naukowej.

Tematyka badawcza dr Anety Sawikowskiej w dorobku nie stanowiącym osiągnięcia naukowego jest zróżnicowana i dotyczy takich zagadnień jak:

- a) analiza wysokoprzepustowych danych z najnowszych urządzeń chromatografii cieczowej LC-MS,
- b) analiza sekwencjonowania nowej generacji dla doświadczeń na roślinie modelowej *Arabidopsis thaliana*,
- c) analiza danych fenotypowych z jęczmienia i pszenicy,
- d) analiza danych lipidomicznych w trawach oraz analiza danych proteomicznych pochodzących z jęczmienia jarego,
- e) analiza metabolitów wtórnych i pierwotnych w różnych roślinach,
- f) estymacja nieznanymi struktur macierzy kowariancji w modelach wielowymiarowych,
- g) zastosowania narzędzi algebry liniowej i teorii grafów.

Ad a) Dzięki współpracy z Instytutem Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu Habilitantka miała możliwość analizy danych najnowszych generacji. Do analizy danych metabolomicznych dla czterech różnych gatunków traktowanych oligopeptydem pochodzącym z bakterii Habilitantka słusznie zaproponowała wieloczynnikowe metody analiz statystycznych, do których wykorzystwała własne skrypty w programie Genstat oraz do wizualizacji wyników skrypty w R. Celem analizy było wyznaczenie metabolitów o zróżnicowanej akumulacji. Cel ten został osiągnięty, a wyniki badań zostały przedstawione w pracy IIA1 (według Załącznika 4), opublikowanej w wysoko punktowanym czasopiśmie *The Plant Cell* (200 punktów według MNiSW i 9.618 IF). W tej pracy Habilitantka wykonała także analizę składowych głównych, mapę ciepła, diagram Venna oraz wykres słupkowy. W wyniku współpracy z Instytutem powstały trzy kolejne prace, będące

aktualnie w procesie publikacyjnym, co świadczy o dalszej intensywnej pracy naukowej Habilitantki.

Ad b) W wyniku bogatej międzynarodowej współpracy z Max Planck Institute for Developmental Biology, Umea University, uniwersytetów w Tubingen, de Malaga, of Basel i Beijing Forestry University w Chinach, oraz dzięki zatrudnieniu w projekcie FLOWPLAST (IIF5, Załącznik 4) Habilitantka efektywnie przeanalizowała dane RNA-seq i CHIP-seq dla *Arabidopsis thaliana*. Analizę tych danych, opracowanie graficzne wyników przedstawiła w dwóch współautorskich pracach IIA2 i IIA9, opublikowanych w 2019 roku w The Plant Cell (200 pkt. MNiSW, 9.618 IF) oraz Nature Communications (45 pkt. MNiSW, 12.124 IF).

Ad c) Z tej tematyki Habilitantka analizowała dane fenotypowe pochodzące z jęczmienia, uzyskane w projekcie POLAPGEN-BD. Wyniki tych badań zostały opublikowane w pracach IIA4, IIA10, IIA11 i IIA13. W pracy IIA15 zostały przedstawione wyniki analizy danych fenotypowych pszenicy. W pracach tych Habilitantka analizowała potencjał plonowania rekombinowanych linii wsobnych jęczmienia z trzech krzyżówek europejskich i syberyjskich odmian. Udział Habilitantki był znaczący i polegał na standaryzacji i analizie statystycznej danych oraz opracowaniu wyników w postaci tekstu do publikacji.

Ad d) Interesująca tematycznie była analiza statystyczna danych lipidomicznych pochodzących z ultrasprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas. Habilitantka skutecznie przeanalizowała 120 lipidów dla 2 genotypów, w 5 punktach czasowych i 4 powtórzeniach biologicznych traw pastewnych podczas suszy i ponownego nawadniania. Zastosowana przez Habilitantkę analiza wyników pozwoliła wykazać, że strukturalne i metaboliczne gatunki lipidów zmieniły swoją liczebność podczas okresów suszy i ponownego nawadniania. Poza tym zaobserwowała, że pewne istotne różnice zależały od genotypu. Wyniki analiz statystycznych zostały opublikowane w pracy IIA14, w czasopiśmie Frontiers in Plant Science (40 pkt. MNiSW, 4.495 IF) w 2016 roku.

Ad e) Tematyka dotycząca analizy metabolitów wtórnych i pierwotnych, prezentowana w osiągnięciu naukowym Habilitantki była także przedmiotem badań w pracach IIA7, IIA8, IIA12 i IIA16. Badania te prowadziła Habilitantka dla danych z roślin leczniczych, jęczmienia jarego, oraz metabolitów pierwotnych w trawach. Udział dr Anety Sawikowskiej w powstaniu tych prac był znaczący i polegał na analizie danych metabolomicznych, przygotowaniu wykresów słupkowych, diagramów Venna oraz analizie chemataksonomicznej.

Ad f) W pracy IIA6, Habilitantka podjęła badania symulacyjne w celu porównania właściwości statystycznych estymatorów uzyskanych przez rzutowanie na stożek o zadanym rozmiarze i na stożek asymptotyczny. Badania te zostały przeprowadzone po to, aby w dalszej kolejności wykorzystać je do wyboru odpowiedniej struktury macierzy kowariancji dla danych uzyskanych w badaniu zmian metabolomicznych liści jęczmienia poddanych stresowi suszy.

Ad g). Ostatnią grupę prac stanowią prace związane z początkową działalnością naukową Habilitantki. W pracy IIA17 Habilitantka opracowała algorytmy do obliczania wyznaczników macierzy wieloprzekątniowych oraz przeprowadziła dowody stosownych twierdzeń. Z kolei w pracy IIA19, jedynej pracy opublikowanej przed uzyskaniem stopnia doktora, istotny wkład Habilitantki polegała na sformułowaniu twierdzeń i podaniu dowodów dotyczących E- optymalności układów kompletnych, oraz przygotowaniu programów w Matlabie do potrzebnych obliczeń numerycznych. Udział Habilitantki w pracy IIA18, opublikowanej wspólnie z promotorem rozprawy doktorskiej w 2012 roku, był bardzo znaczący i wieloletni. W tej pracy Habilitantka sformułowała twierdzenia, podała dowody tych twierdzeń a także przygotowała manuskrypt.

Podsumowując, jednoznacznie stwierdzam, że badania naukowe Habilitantki i wkład w powstanie wszystkich publikacji w dorobku, nie stanowiącym osiągnięcia naukowego, jest różnorodny, istotny i ważny. Stanowi bezsprzecznie wkład w rozwój nauk rolniczych. Moja ocena tego dorobku jest pozytywna.

Należy podkreślić, że wyróżniające się osiągnięcia naukowe dr Anety Sawikowskiej zostały docenione przez władze Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Została Ona wielokrotnie nagradzana, między innymi, jednorazową nagrodą motywacyjną w 2021 roku za wyróżniające osiągnięcia w ostatnich czterech latach, premią motywacyjną w roku 2020, nagrodą zespołową II stopnia w 2020 roku, dodatkiem specjalnym w okresie 01.01-31.12.2019 r., nagrodą zespołową III stopnia w 2018 roku. Poza tym uzyskała nagrodę za najlepszy wykład dla młodych naukowców, przyznany przez Komitet Naukowy MAT-TRIAD w 2009 roku oraz nagrodę RID przyznaną przez Wielkopolską Regionalną Inicjatywę Doskonałości za najlepsze artykuły opublikowane w 2019 roku.

Wiedza Habilitantki została zauważona powierzając jej recenzje artykułów naukowych. Po uzyskaniu stopnia doktora, wykonała w sumie 8 recenzji (Załącznik 4, str.26), w tym 2 w

Separations, 3 w Biometrical Letters oraz po jednej w Bioinformatics, International Journal of Mathematics and Statistics oraz Communications in Statistics.

Na uwagę zasługuje także fakt, że od 2020 roku jest Edytorem Specjalnego Wydania: Chemometrics in metabolomics and proteomics. Świadczy to o dużym uznaniu wiedzy Habilitantki w świecie.

Reasumując, biorąc pod uwagę bardzo wartościowy i różnorodny dorobek naukowy dr Anety Sawikowskiej, niebędący osiągnięciem naukowym, jednoznacznie pozytywnie oceniam tę działalność naukową.

4. Ocena istotnej aktywności badawczej, współpracy międzynarodowej, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego Habilitantki

Oceniając pozostałą działalność naukowo-badawczą dr Anety Sawikowskiej należy szczególnie wyróżnić:

- i. udział w projektach badawczych.
- ii. działalność propagatorską, czynny udział w konferencjach i seminariach
- iii. odbyte staże zagraniczne
- iv. działalność organizacyjną
- v. współpracę krajową i zagraniczną
- vi. działalność dydaktyczną.

Ad i.) Przed uzyskaniem stopnia doktora, Habilitantka brała udział w badaniach w dwóch projektach badawczych uniwersytetu im. Adama Mickiewicza oraz Politechniki Poznańskiej. W pierwszym projekcie była także odpowiedzialna za przygotowanie publikacji. Z kolei, po uzyskaniu stopnia doktora Jej działalność w tym zakresie istotnie wzrosła. Była Ona bowiem wykonawcą w 10 zrealizowanych projektach badawczych. Były to kilkuletnie projekty, takie jak SONATA, HARMONIA, OPUS, MRiRW, FLOWPLAST, NCBiR, POIG, NCN. Z kolei w 9 innych (OPUS, SONATA, HARMONIA, NCN, NCBiR, CORNET, SYSFLO) Habilitantka brała udział w badaniach oraz brała udział w przygotowywaniu publikacji, a w jednym plakatu. Aktualnie Habilitantka jest wykonawcą w czteroletnim projekcie ECBIG - Europejskie Centrum Bioinformatyki i Genomiki - MOSAIC, współfinansowanym przez Europejski Fundusz Rozwoju regionalnego. W mojej ocenie bardzo znaczącym w karierze Habilitantki był udział w projekcie POLAPGEN-BD, w latach 2010-2014. Projekt ten składał się z 23 zadań i realizowany był przez

Konsorcjum składające się z 10 jednostek naukowych i dwóch firm hodowlanych. Wyniki uzyskane w tym projekcie były przedmiotem analizy w pracy IB1 z osiągnięcia naukowego.

Należy także pozytywnie ocenić złożenie współautorskiego wniosku **patentowego** na wynalazek dotyczący separacji wypływających związków w chromatografii za pomocą funkcjonalnej analizy składowych głównych. Udział Habilitantki w patencie jest **istotny** i polega na opracowaniu chemometrycznej metody pozwalającej na rozdzielenie danych pochodzących z mieszaniny związków w chromatografii, przygotowaniu całego opisu patentu oraz wniosku wraz z całą dokumentacją.

Ad ii.) Bardzo wysoko oceniam działalność propagatorską swoich wyników naukowych. Działalność dr Anety Sawikowskiej w tym zakresie jest bardzo owocna. Wyniki swojej działalności naukowej przedstawiała na konferencjach naukowych oraz seminariach. Przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyła w dwóch międzynarodowych konferencjach w Będlewie, natomiast po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka uczestniczyła w 18 międzynarodowych bądź krajowych konferencjach, na których prezentowała wyniki swoich badań. Poza konferencjami, wyniki swojej działalności naukowej przedstawiała także na 13 seminariach środowiskowych (Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza i Politechniki Poznańskiej), 5 seminariach w Katedrze Metod Matematycznych i Statystycznych UP w Poznaniu, na jednym seminarium w Instytucie Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, a także w the James Hutton Institute, Dundee, Wielka Brytania. W tej działalności propagatorskiej, dr Aneta Sawikowska opracowała i wygłosiła 2 referaty przed uzyskaniem stopnia doktora oraz 38 referatów po uzyskaniu stopnia doktora. Ponadto, po uzyskaniu stopnia doktora opracowała 23 plakaty oraz opublikowała 36 streszczeń. Reasumując, w mojej ocenie działalność propagatorska Habilitantki zasługuje na **wyróżnienie**.

Ad iii.) Dr Aneta Sawikowska odbyła także staże zagraniczne. Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyła w jednym stażu: od 15.04-25.04 2013 roku przebywała w Dundee w Wielkiej Brytanii, w ramach projektu COST Short Term Scientific Mission. Natomiast, przed uzyskaniem stopnia doktora uczestniczyła w dwóch stażach: w dniach 06.06-29.07.2005 r. oraz 28.07-31.08.2008 r., przebywała na stażu w Department of Mathematics, the College of William & Mary w Williamsburgu, USA, gdzie współpracowała z profesorem Charlesem Johnsonem, późniejszym promotorem rozprawy doktorskiej.

Ad iv.) Pozytywnie oceniam działalność organizacyjną Habilitantki. Przed uzyskaniem stopnia doktora brała czynny udział w jednym Komitecie organizacyjnym, natomiast po uzyskaniu stopnia doktora w komitetach organizacyjnych na trzech konferencji międzynarodowych organizowanych w kraju. Pozytywnie oceniam także odpowiedzialność za prowadzenie cotygodniowego seminarium w Katedrze Metod Matematycznych i Statystycznych UP w Poznaniu w latach 2018 – 2019. Dr Aneta Sawikowska jest członkiem Polskiego Towarzystwa Biometrycznego, a w latach 2005-2008 była członkiem ILAS-the International Linear Algebra Society.

Ad v.) Wysoko oceniam współpracę Habilitantki z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. W Autoreferacie (Załącznik 3 oraz Załącznik 10)) zostały wymienione 28 polskie ośrodki naukowe, w tym 16 z Poznania, ale także z Krakowa, Katowic, Lublina, Puław, Radzikowa, Tulki i Chorynia. Ośrodków naukowych zagranicznych Habilitantka wymieniła 14 ośrodków, między innymi, z Niemiec, Wielkiej Brytanii, Holandii, Szwecji, Chin, Brazylii, Hiszpanii i Szwajcarii. Tak szeroko zakrojona współpraca krajowa i zagraniczna świadczy o ogromnym zaangażowaniu Habilitantki w działalność naukową oraz umiejętność współpracy naukowej.

Ad vi.) Dr Aneta Sawikowska prowadziła działalność dydaktyczną w różnych jednostkach naukowych, w których prowadziła zajęcia z przedmiotów, takich jak, statystyka, matematyka, informatyka, dydaktyka informatyki, elementy metod numerycznych oraz numeryczną algebrę liniową. Na Uniwersytecie Przyrodniczym, który jest podstawowym miejscem pracy od 2016 r., prowadziła także ćwiczenia z analizy matematycznej, statystyki matematycznej oraz technologii informacyjnych. Na uwagę zasługuje także fakt, że opracowała i wdrożyła nowy przedmiot dla studentów programu ERASMUS „Statistical inference in genetics”. Wszystkie materiały dydaktyczne Habilitantka zamieściła w Wirtualnym Dziekanacie, co umożliwia studentom na dostęp do nich w dowolnym czasie. W okresie 08-09.2014 r. była opiekunem naukowym stażystki w Instytucie Genetyki Roślin PAN w Poznaniu.

Reasumując, działalność dydaktyczną dr Anety Sawikowskiej oceniam pozytywnie.

5. Wniosek końcowy

Rozwój nauk doświadczalnych odbywa się poprzez stawianie nowych hipotez, a następnie przeprowadzanie eksperymentów, wyniki których pozwolą na ich potwierdzenie lub im zaprzeczą. Gwałtowny rozwój technologiczny ostatnich lat pozwala na prowadzenie coraz bardziej zaawansowanych eksperymentów. Stawia to także wyzwania przed matematykami do opracowywania coraz bardziej zaawansowanych metod obliczeniowych. Poprawna i nowoczesna

analiza wyników eksperymentalnych odgrywa bowiem fundamentalne znaczenie w rozwoju nauki. Takimi zaawansowanymi i skomplikowanymi technikami obliczeniowymi zajmuje się Habilitantka. Po uzyskaniu stopnia doktora podjęła bardzo trudne wyzwanie, jakim jest analiza danych metabolomicznych. Zaproponowane przez Nią metody zarówno wstępnej jak i dalszej analizy wielomilionowych danych metabolomicznych zasługują na wielce pozytywną moją ocenę. Należy przy tym podkreślić, że do zaawansowanej analizy danych opracowała własne programy, które zaimplementowała zarówno do oprogramowania R jak i GENSTAD. Podkreślam, że analiza takich danych jest ekstremalnie trudna, i wymaga zaawansowanej wiedzy biologicznej, matematycznej, informatycznej oraz statystycznej.

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego oraz oceny pozostałego dorobku naukowego będącego podstawą wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego jednoznacznie stwierdzam, iż dr Aneta Sawikowska rozwinęła i wzbogaciła dotychczas znane i stosowane w literaturze przedmiotu metody matematyczne i statystyczne w taki sposób, aby mogły być z powodzeniem stosowane do przetwarzania dużych zbiorów danych metabolomicznych, umożliwiając ich ocenę oraz separację wspólnych związków. Bez rozwiniętych i opracowanych przez Habilitantkę specyficznych i wysoko zaawansowanych wielowymiarowych metod, nie byłoby możliwe przeprowadzenie najlepszego wnioskowania.

Biorąc zatem pod uwagę dużą wartość osiągnięcia naukowego i dorobku naukowego dr Anety Sawikowskiej oraz bardzo wysokie zaangażowanie w realizację projektów badawczych, rozpowszechnianie wyników swoich badań na wielu konferencjach naukowych, zarówno krajowych jak i zagranicznych oraz seminariach jednoznacznie stwierdzam, że spełnia ona warunki formalne określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dn. 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i pozytywnie opiniuję wniosek o nadanie Habilitantce przez Radę Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Lublin, 25 kwietnia 2022 r.

.....


Podpis Recenzenta