



UNIWERSYTET MEDYCZNY W BIAŁYMSTOKU

WYDZIAŁ FARMACEUTYCZNY
Z ODDZIAŁEM MEDYCYNY LABORATORYJNEJ

Zakład Bromatologii

15-222 Białystok, ul. Mickiewicza 2D

Tel./Fax.(85) 748-54-68; (85) 748-54-69

bromatos@umb.edu.pl

Białystok, 02 stycznia 2024 r.

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego
i organizacyjnego dr n. chem. Justynie Dobrowolskiej-Iwanek,
w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.**

Podstawa formalna recenzji: Niniejsza recenzja jest wykonana w odpowiedzi na pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Nauk Farmaceutycznych UJ Uniwersytetu Jagiellońskiego – Collegium Medicum prof. dr. hab. Anny Wesołowskiej, z dnia 06.11.2023. Opinię sporządzono na podstawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, zgodnie z art. 219. Ust. 1. z dnia 20 lipca 2018 r. oraz na podstawie przesłanej dokumentacji z postępowania awansowego dr n. chem. Justyny Dobrowolskiej-Iwanek.

Charakterystyka Kandydatki:

Pani dr n. chem. Justyna Dobrowolska-Iwanek uzyskała w 2004 roku tytuł magistra chemii, studia magisterskie ukończyła na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

W 2009 roku Habilitantka uzyskała stopień doktora nauk chemicznych w dyscyplinie chemia, na podstawie rozprawy pt.: „Analiza pierwiastkowa wybranych narządów organizmu ludzkiego pod kątem toksykologicznym i klinicznym”, przygotowanej pod kierunkiem prof. dr hab. Pawła Kościelniaka, którą obroniła na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Od 2009 roku Habilitantka pracuje w Zakładzie Bromatologii, na Wydziale Farmaceutycznym Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, początkowo była zatrudniona na stanowisku pracownika naukowo-technicznego, następnie od 2011 r. asystenta, a od 2015 r. do chwili obecnej na stanowisku adiunkta. Od października 2015 do czerwca 2017 Habilitantka przebywała na urlopie macierzyńskim.

Ocena osiągnięcia naukowego – monotematycznego cyklu 6 prac, będącego podstawą habilitacji:

W skład przedstawionego do recenzji monotematycznego cyklu habilitacyjnego dr n. chem. Justyny Dobrowolskiej-Iwanek pt. *„Rozwój i optymalizacja metod oznaczania krótkołańcuchowych kwasów organicznych w żywności oraz próbkach pochodzenia zwierzęcego i ludzkiego”* wchodzi sześć prac oryginalnych, opublikowanych w latach 2014-2023, o łącznym wskaźniku oddziaływania IF = 17,582 i punktacji MEiN = 400.

- H1. Chłopicka, J., Dobrowolska-Iwanek, J., Woźniakiewicz, M., Zagrodzki, P. Optimization of conditions for organic acid extraction from edible plant material as applied to radish sprouts. *Food Analytical Methods*, 2014, 7, 1323-1327. IF = 1,956, MEiN = 25
- H2. Dobrowolska-Iwanek, J., Zagrodzki, P., Woźniakiewicz, M., Woźniakiewicz, A., Zwolińska-Wcisło, M., Winnicka, D., Paśko, P. Procedure optimization for extracting shortchain fatty acids from human faeces. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2016, 124, 337-340. IF = 3,255, MEiN = 35
- H3. Dobrowolska-Iwanek, J., Zagrodzki, P., Prochownik, E., Jarkiewicz, A., Paśko, P. Influence of brassica sprouts on short chain fatty acids concentration in stools of rats with thyroid dysfunction. *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*, 2019, 76(6). IF = 0,456 MEiN = 100
- H4. Dobrowolska-Iwanek, J., Lauterbach, R., Huras, H., Paśko, P., Prochownik, E., Woźniakiewicz, M., Chrzęszcz S., Zagrodzki, P. HPLC-DAD method for the quantitative determination of short-chain fatty acids in meconium samples. *Microchemical Journal*, 2020, 155, 104671. IF = 4,821, MEiN = 70
- H5. Dobrowolska-Iwanek, J. Simple method for determination of short-chain organic acid in mead. *Food Analytical Methods*, 2015, 8, 2356-2359. IF = 2,167 MEiN = 30
- H6. Dobrowolska-Iwanek, J., Jamka-Kasprzyk, M., Rusin, M., Paśko, P., Grekh, S., Jurczak, A.: Developed and validated capillary isotachopheresis method for the rapid determining organic acids in children's saliva. *Molecules*, 2023, 28(3), 1092. IF = 4,927 MEiN = 140

Jedna z publikacji jest wyłącznego autorstwa Habilitantki, w czterech pozostałych pracach Habilitantka jest pierwszym autorem, w jednej publikacji jest drugim autorem, jednak z załączonych oświadczeń współautorów jasno wynika, że wkład Habilitantki w powstanie tej publikacji jest znaczący – uczestniczyła w opracowaniu koncepcji i metodologii badań, przygotowywała próbki i przeprowadzała analizy, opracowywała i interpretowała wyniki badań, przygotowywała manuskrypt oraz korektę pracy po jej recenzji. W czterech publikacjach Habilitantka jest autorką korespondencyjną.

Przedstawiony do recenzji cykl prac został poddany szczegółowej ocenie Recenzentów podczas procedury publikacyjnej. Prace zostały opublikowane w czasopismach o wysokim współczynniku oddziaływania.

Głównym celem projektu habilitacyjnego Autorki było opracowanie metod ekstrakcji oraz oznaczania krótkołańcuchowych kwasów organicznych w żywności oraz próbkach pochodzenia zwierzęcego i ludzkiego. Do celów szczegółowych należały: optymalizacja warunków ekstrakcji krótkołańcuchowych kwasów organicznych z różnych matryc biologicznych (pochodzenia roślinnego (H1) i ludzkiego (H2)) z wykorzystaniem nowoczesnych technik wymywania, opracowanie metody z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej do oznaczania krótkołańcuchowych kwasów organicznych w różnych matrycach biologicznych (kał szczurzy (H3) i smółka noworodków (H4)), opracowanie szybkiej procedury analitycznej do oznaczania wybranych krótkołańcuchowych kwasów organicznych w różnych matrycach biologicznych (miody pitne (H5) i ludzka ślina (H6)) z wykorzystaniem techniki izotachoforezy kapilarnej.

W autoreferacie Habilitantka przedstawiła ogólną charakterystykę, w tym właściwości prozdrowotne, krótkołańcuchowych kwasów organicznych oraz uzasadnienie wyboru materiału do badań. W powyższym wstępie Autorka stwierdziła, że dzięki obecności SCOAs w żywności, składniki mineralne mogą zostać przekształcone w kompleksy chelatowe, poprzez tworzenie kompleksów z np. kwasem cytrynowym, co spowoduje zwiększenie ich biodostępności w organizmie człowieka. Należy zauważyć, że nie wszystkie kwasy organiczne

będą poprawiały biodostępność składników mineralnych, przykładowo obecność kwasu szczawiowego będzie utrudniało ich przyswajalność.

W uzasadnieniu wyboru materiału do projektu habilitacyjnego Autorka wskazuje na praktyczną możliwość wykorzystania wyników badań, przykładowo analizując zawartość kwasów organicznych w miodach pitnych, obecność tych analitów może dostarczyć istotnych informacji dotyczących przebiegu procesu fermentacji czy dojrzewania produktu. Badania ostatecznego produktu mogą potwierdzać autentyczność miodu, z którego napój został sporządzony, a także wskazywać na obecność naturalnych dodatków, zastosowanych w toku produkcji.

Na profil oraz stężenie krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w organizmie ma wpływ wiele czynników, wśród najważniejszych można wyróżnić: stosowaną dietę, skład mikrobiomu jelitowego oraz ogólny stan zdrowia gospodarza. W dostępnym piśmiennictwie występują prace poświęcone badaniom zależności między stężeniami poszczególnych SCFAs w próbkach kału a stanem chorobowym pacjenta. W głównej mierze analizy te dotyczą chorób zapalnych jelit. Badania wskazują, że obniżone stężenie niektórych kwasów organicznych w kale pacjentów wiąże się z wyższym ryzykiem rozwoju raka jelita grubego.

Z kolei obserwowany profil bakteryjny smółki noworodków jest m.in. ściśle związany ze zdrowotną kondycją organizmu matki, jej nawykami żywieniowymi, stosowanymi lekami i środowiskiem w którym żyje. Wczesne stwierdzenie anomalii w mikrobiomie jelitowym umożliwiłoby zastosowanie interwencji żywieniowej lub farmakologicznej, które mogłyby pomóc w normalizacji/przywróceniu prawidłowej flory bakteryjnej, a co za tym idzie istotnych produktów jej aktywności w organizmach dzieci, unikając dalszych jej zaburzeń jako przyczyny lub skutku choroby. Interwencja taka mogłaby mieć również charakter profilaktyczny, zwłaszcza u dzieci z grupy wysokiego ryzyka wystąpienia chorób immunologicznych.

Ślina jest coraz częściej wykorzystywana i walidowana jako „biofluid” do diagnozowania, monitorowania stanu chorób ogólnoustrojowych oraz przewidywania progresji choroby. Prowadzone badania wskazują na możliwość wykorzystania SCFAs jako swoistych biomarkerów niektórych schorzeń.

Zmieniające się warunki środowiskowe oraz rozwój różnych obszarów medycyny skłaniają do poszukiwania nowych, wiarygodnych metod analitycznych, w tym diagnostycznych. W analizie chemicznej złożonych, skomplikowanych matryc niezwykle istotny jest etap przygotowania próby w taki sposób, aby nie doszło do straty analitu, a maksymalnie wyeliminować interferencje pochodzące od matrycy. Ekstrakcja wspomagana mikrofalami (MAE) jest jedną z najważniejszych technik stosowanych do izolacji różnych związków pochodzenia roślinnego. W publikacji H1 opisany został po raz pierwszy proces optymalizacji parametrów ekstrakcji krótkołańcuchowych kwasów organicznych z materiału roślinnego z wykorzystaniem dwóch niezależnych technik: MAE i ekstrakcji wspomaganą ultradźwiękami (UAE). Wśród optymalizowanych parametrów znalazły się m.in.: czas trwania procesu, temperatura, jak również rodzaj zastosowanego rozpuszczalnika. Doświadczenia zostały zaplanowane z wykorzystaniem frakcyjnego planu doświadczeń, na podstawie którego dokonano wyboru optymalnych kombinacji testowanych parametrów, równocześnie ograniczając liczbę przeprowadzonych eksperymentów. Ekstrakty próbek kielków przeanalizowano z wykorzystaniem metody izatochoforezy kapilarnej z detekcją konduktometryczną. W próbkach oznaczono następujące kwasy organiczne: kwas winowy, kwas cytrynowy, kwas jabłkowy, kwas mlekowy, kwas bursztynowy, kwas octowy oraz kwas

szczawiowy. Na podstawie otrzymanych wyników analiz zaobserwowano, że technika MAE była bardziej efektywna niż UAE.

Z kolei celem badań w publikacji H2 była optymalizacja warunków ekstrakcji SCFAs z kału ludzkiego. W procesie wymywania analitów wykorzystano kombinację dwóch technik: ekstrakcję wspomaganą ultradźwiękami oraz wytrząsanie. Doświadczenia zostały zaplanowane z wykorzystaniem frakcyjnego planu doświadczeń, na podstawie którego dokonano wyboru optymalnych kombinacji testowanych parametrów, a tym samym ograniczono liczbę przeprowadzonych eksperymentów. Pomiar sygnału analitycznego dla poszczególnych analitów w ekstraktach kału przeprowadzono z wykorzystaniem techniki izotachoforezy kapilarnej z detekcją konduktometryczną. Jako metodę porównawczą wykorzystano elektroforezę kapilarną z detektorem diodowym. Opracowana metoda ekstrakcji SCFAs może służyć do badań, w których anality te są wykorzystywane jako biomarkery, wskazujące na procesy fizjologiczne zachodzące w organizmie, a także do monitorowania zmian przy zastosowaniu terapii farmakologicznej czy określonych interwencji żywieniowych. Należy podkreślić, że opisana procedura izolacji kwasów organicznych z próbek kału została wykorzystana do analizy materiału biologicznego pochodzącego od pacjentów Szpitala Uniwersyteckiego Oddziału Klinicznego Gastroenterologii i Hepatologii, u których stwierdzono nieswoiste zapalenie jelit (wrzodziejące zapalenie jelita grubego i choroba Leśniowskiego-Crohna, w fazie aktywnej i nieaktywnej), czego efektem była seria publikacji P28-P32.

Opracowana procedura została następnie wykorzystana w badaniach opisanych w publikacjach H3 (dotyczącej analizy próbek kału szczurzego) i H4 (dotyczącej analizy smółki). W publikacji H3 zbadano wpływ modyfikacji diety na stężenia krótkołańcuchowych kwasów organicznych w kale szczurów z indukowaną niedoczynnością tarczycy. Niedobór hormonów tarczycy jest jednym z czynników zaburzających częstotliwość i rytmiczność ruchów perystaltycznych, co przekłada się na zwolnienie pasażu jelitowego i zaleganie mas pokarmowych w jelicie. W konsekwencji może to doprowadzić do tzw. zespołu przerostu bakteryjnego w jelicie cienkim (SIBO), którego efektem mogą być zaburzenia trawienia i wchłaniania składników pokarmowych, a także wtórnie prowadzić do powstania biegunki. Zastosowane warunki rozdzielania pozwoliły na skuteczną separację oznaczanych kwasów organicznych. Na podstawie uzyskanych wartości parametrów analitycznych uznano, że metoda oznaczania kwasów organicznych w ekstraktach kału szczurzego spełnia stawiane jej wymagania i może zostać zastosowana do analizy próbek rzeczywistych. Opracowana metoda może znaleźć zastosowanie praktyczne, m.in. do oceny wpływu diety na stężenie wybranych SCFAs w kale zwierząt doświadczalnych zdrowych oraz takich, u których wywołano różne zaburzenia, a także może być pomocna w monitorowaniu rozwoju chorób. Analizowane w publikacji H4 ekstrakty smółki ludzkiej, ze względu na skomplikowaną matrycę, były dużym wyzwaniem analitycznym, dlatego w pierwszej kolejności Habilitantka skupiła się na doborze odpowiednich warunków rozdzielania krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych z wykorzystaniem techniki HPLC. Parametry uzyskane w trakcie procesu walidacji świadczą, że opracowana metoda z wykorzystaniem techniki HPLC z detektorem DAD jest rzetelna, a uzyskane wyniki są wiarygodne. W związku z tym metoda może być wykorzystana do rutynowej analizy smółki noworodków. Monitorowanie stężeń poszczególnych krótkołańcuchowych kwasów organicznych w smółce noworodków, a następnie kale niemowląt, może być wykorzystane do badań stanu zdrowia dziecka. W przyszłości mogłoby też posłużyć do wczesnego zastosowania celowanej interwencji żywieniowej lub farmakologicznej.

W ramach cyklu prac zgłoszonych do postępowania habilitacyjnego, do oznaczeń ilościowych wykorzystano zoptymalizowaną i zwalidowaną metodę HPLC-DAD, często stosowaną w oznaczaniu SCOAs w próbkach biologicznych (H3, H4), oraz przedstawiono po raz pierwszy możliwość zastosowania izotachforezy kapilarnej jako wiarygodnej, alternatywnej metody oznaczania SCOAs w takich matrycach jak miody pitne (H5) oraz ślina (H6). Opracowaną procedurę analityczną w publ. H5, można uznać za szybką (wystarczy rozcieńczyć miód pitny wodą destylowaną) i wiarygodną do oznaczania kwasów organicznych w miodach pitnych, o czym świadczą wartości parametrów uzyskanych w toku procesu walidacji. Zaproponowana metoda umożliwia monitorowanie zmian profilu i stężenia kwasów organicznych podczas fermentacji brzojki miodowej, jak również pozwala na kontrolę dojrzałości produktu końcowego. Opracowana metoda może posłużyć do badania autentyczności miodów wykorzystanych do produkcji miodów pitnych, w oparciu o profil SCOAs. W kolejnym artykule, zgłoszonym do postępowania habilitacyjnego (H6), przedstawiono szybką procedurę oznaczania wybranych krótkołańcuchowych kwasów organicznych w ślinie dzieci. Parametry uzyskane w trakcie procesu walidacji świadczą o tym, że opracowana metoda z wykorzystaniem techniki ITP z detektorem konduktometrycznym jest rzetelna, a uzyskane wyniki są wiarygodne. W pracy podjęto się również porównania opracowanej metody z wcześniej opisaną w literaturze metodą analizy techniką UPLC-MS/MS. Jako narzędzia do realizacji tego celu wykorzystano model barw addytywnych RGB; Red-Green-Blue. Ta analiza porównawcza opiera się na trzech aspektach metod analitycznych: wydajności analitycznej (Red), bezpieczeństwie i ekologiczności (Green) oraz wydajności/praktyczności (Blue). Stwierdzono, że opracowana metoda izotachforezy, choć mniej zautomatyzowana w przypadku tego konkretnego układu instrumentalnego, wymaga mniejszego nakładu odczynników, krótszego czasu przygotowania próbek oraz powoduje mniejsze zużycie energii. Czynniki te świadczą o tym, że opracowana metoda oznaczania kwasów organicznych w ślinie jest szybka, wiarygodna i równocześnie wpisuje się w koncepcję zielonej chemii. Parametry uzyskane w trakcie procesu walidacji świadczą o tym, że opracowana metoda z wykorzystaniem techniki ITP z detektorem konduktometrycznym jest rzetelna, a uzyskane wyniki są wiarygodne. W związku z tym może być ona wykorzystana do rutynowej analizy śliny pod kątem zawartości w niej SCFAs.

Podsumowując, opracowane metody analityczne mogą z powodzeniem zostać wykorzystane do dalszych badań, które przyczynią się do poszerzania wiedzy na temat roli SCOAs w żywności oraz materiale biologicznym, wyznaczenia profilu i stężenia SCOAs w produktach spożywczych, co może przełożyć się na ocenę ich jakości oraz potencjału prozdrowotnego, a także opracowania nowych biomarkerów, których obecność lub stężenia w materiale pozyskanym metodami nieinwazyjnymi pozwoli na ocenę stopnia rozwoju różnych chorób, w szczególności schorzeń przewodu pokarmowego oraz do wspomagania monitorowania efektów zastosowanych interwencji żywieniowych czy też farmakoterapii.

Przedstawiony do oceny spójny tematycznie cykl publikacji H1-H6 z powodzeniem wpisuje się w rozwój dyscypliny nauki farmaceutycznej, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru bromatologii.

Ocena aktywności naukowej

Oprócz cyklu habilitacyjnego, drugim co do ważności moim osiągnięciem naukowym, jest cykl badań, ukierunkowanych na określenie dystrybucji wybranych makro i mikro pierwiastków w określonych obszarach mózgu szczurzego i ludzkiego, z wykorzystaniem

metody spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzaną indukcyjnie. Badania te były realizowane w Centrum Naukowo-Badawczym Forschungszentrum Jülich (Juelich, Niemcy), w Zentralabteilung für Chemische Analysen pod opieką dr hab. J. Sabine Becker w okresie od października 2005 roku do lutego 2007 roku. W toku badań określono dystrybucję i wyznaczono stężenia cynku, miedzi i ołowiu w wybranych regionach i podregionach mózgu ludzkiego: korze wyspowej, bruździe środkowej, bruździe przedśrodkowej oraz hipokampie. Badania prowadzono z wykorzystaniem metody ICP-MS z laserowym systemem mikropróbkowania -ablacją (LA). Wykazano zróżnicowane rozmieszczenie cynku i miedzi, natomiast równomierne rozmieszczenie ołowiu w badanych obszarach mózgu ludzkiego. Autorka zaprojektowała również program, który umożliwił opracowanie aplikacji do wyznaczania uśrednionego stężenia oznaczanych metali w podregionach danego obszaru mózgu. Należy zaznaczyć, że w trakcie tych badań po raz pierwszy zostało oszacowane stężenie ołowiu, miedzi i cynku w wybranych podobszarach mózgu ludzkiego. Wyniki badań zostały zamieszczone w publikacji P8 i przedstawione na konferencji międzynarodowej. W toku powyższej współpracy określono także dystrybucję i stężenie cynku oraz miedzi w wybranych obszarach mózgu szczurzego na podstawie zarejestrowanych sygnałów analitycznych wzdłuż jednej linii ablacji materiału biologicznego. Badania prowadzono z wykorzystaniem metody LA-ICP-MS, której zaletą jest niewielkie zużycie materiału biologicznego i bezpośrednia analiza próbki umieszczonej na szkle mikroskopowym, co znacząco ogranicza zużycie odczynników chemicznych oraz możliwość kontaminacji próbki. Określono także poziomy stężeń fizjologicznych manganu, miedzi, cynku, żelaza, magnezu i ołowiu w pięciu obszarach mózgu szczurzego: hipokampu, jąder podstawy mózgu, wzgórza oraz mózdzku a także warstwie kory mózgowej. Tkanki wyselekcjonowanych do badań obszarów mózgu szczurzego były mineralizowane, a następnie oznaczano w nich stężenia pierwiastków metodą ICP-MS. Z chwilą podjęcia badań było niewiele prac poświęconych wyznaczeniu stężeń wybranych metali w konkretnych obszarach mózgu szczurzego. W przypadku ołowiu były to pierwsze tego typu analizy. Udział Habilitantki w powyższych badaniach obejmował opracowanie koncepcji analiz, optymalizację warunków pomiarowych, walidację metod, wykonanie wszystkich analiz, opracowanie otrzymanych wyników, udział w opracowaniu aplikacji do wizualizacji wyników badań. Wyniki badań zostały przedstawione na konferencji międzynarodowej. Poza tym Habilitantka brała czynny udział w innych projektach prowadzonych w Centrum Naukowo-Badawczym Forschungszentrum Jülich, w których Jej aktywność naukowa skupiała się na udziale w opracowywaniu metod z wykorzystaniem spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzaną indukcyjnie z laserowym systemem mikropróbkowania (ablacją) - LA ICP-MS, do pierwiastkowej analizy próbek biologicznych: zastosowanie metody LA-ICP-MS do badania dystrybucji selenu, węgla i wybranych metali w przekrojach podłużnych organizmów ślimaków z rodzaju *Arion* (publ. P3); adaptacja metody NF-LA-ICP-MS (NF, bliskiego pola) do oznaczania pierwiastków w próbkach o powierzchni wyrażonej w skali nanometrów na żelach 2D i próbkach biologicznych. Taka metoda daje możliwość badania dystrybucji pierwiastków np. w pojedynczych komórkach czy organellach komórkowych. Opisane badania zostały przedstawione w publikacji P6; zastosowanie metody LA-ICP-MS do badań proteomicznych mózgu (publ. P4 i P5); adaptacja metody LA-ICP-MS do potrzeb badań geofizycznych, w szczególności do datowania prekambryjskiej cyrkonii ($ZrSiO_4$), pozyskanej z tarczy bałtyckiej (publ. 7). Z kolei w Zakładzie Chemii Sądowej UJ aktywność naukowa Habilitantki skupiała się na rozwijaniu metody atomowej spektrometrii fluorescencyjnej połączonej z generacją wodorków. Metoda ta została wykorzystana między innymi do oznaczania selenu w guzach

tarczycy pacjentów oddziału Chirurgii Ogólnej, Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. Opisane badania zostały przedstawione w publ. P10.

Przed uzyskaniem stopnia doktora n. chem. dorobek naukowy Habilitantki obejmował 9 publikacji zagranicznych, 1 publikację polską, 1 rozdział w książce oraz 15 streszczeń konferencyjnych (5 krajowych i 9 międzynarodowych). Wskaźnik IF prac przed doktoratem wynosił 20,004; punktacja MEiN 169, a liczba cytowani 653.

Po uzyskaniu stopnia doktora dorobek naukowy (z wyłączeniem prac stanowiących cykl habilitacyjny) obejmował: 16 publikacji zagranicznych, 9 publikacji polskich oraz 28 streszczeń konferencyjnych (22 krajowych i 6 międzynarodowych). Sumaryczny IF za ten okres wynosi 50,468, punktacja MEiN 1059, a liczba cytowani 300.

Bogaty dorobek naukowy Habilitantki jest wynikiem jej szeroko zakrojonej aktywności naukowej, realizowanej nie tylko w miejscu zatrudnienia, ale również w ramach współprac krajowych i międzynarodowych, m.in. z Zespołem Analiz Sądowych i Klinicznych Zakładu Chemii Analitycznej, Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Współpraca z dr hab. Michałem Woźniakiewiczem, prof. UJ, polegała na udziale w opracowaniu procedur analitycznych (m.in. optymalizacja parametrów derywatyzacji analitów) oraz doborze parametrów pomiarowych do oznaczania wybranych oligosacharydów w mleku kobiecym, z wykorzystaniem elektroforezy kapilarnej sprzężonej z detektorem laserowo wzbudzonej fluorescencji. Efektem tej współpracy jest współudział w doniesieniach naukowych na konferencjach międzynarodowych; z Zespołem Analiz Toksykologicznych i Farmaceutycznych, Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Współpraca z zespołem prof. dr hab. n. med. Wojciecha Piekoszewskiego dotyczyła opracowania procedury przygotowania próbki do pomiaru i kalibracji metody obrazowania dystrybucji cynku i magnezu w tkance mózgowej szczurów z wykorzystaniem metody LA-ICP-TOF-MS. Efektem tej współpracy jest publ. P20; z Katedrą Farmakognozji, Wydziału Farmaceutycznego Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum. Współpraca z dr hab. Agnieszką Galantą dotyczyła: analizy suplementów diety zawierających kofeinę, stosowanych wspomagająco w odchudzaniu, analizy chemicznej owoców południowo-syberyjskich, analizy pierwiastkowej kiełków różnych odmian roślin jadalnych w toku której wybrano te, które mogą stanowić dobre źródło niezbędnych dla organizmu człowieka składników mineralnych. Efektem tej współpracy są publ.: P11, P33 i P34; z Katedrą Ogrodnictwa, Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa, Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Współpraca z zespołem dr hab. inż. Macieja Gąstoła, prof. URK, dotyczy oznaczania wybranych składników chemicznych w sokach z jabłek różnych odmian jabłoni i derenia jadalnego, analizie sensorycznej i chemicznej win wyprodukowanych w stacji doświadczalnej UR w Garlicy Murowanej. Efektem tej współpracy są publ.: P13, P19 i P21, a także współudział w doniesieniu konferencyjnym; z Instytutem Produkcji Ogrodniczej, Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Celem współpracy z zespołem dr hab. Magdaleny Kapłań było przeprowadzenie analiz określających wpływ sposobu prowadzenia winorośli odmian „Rondo” oraz „Jutrzenka” na stężenie wybranych kwasów organicznych w sokach pozyskanych z ich owoców. Aktywność naukowa Habilitantki polegała na przeprowadzeniu powyższych analiz chemicznych. Efektem tej współpracy są publ.: P16 i P17; z Katedrą Gastroenterologii i Hepatologii, Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum. Współpraca z zespołem prof. dr hab. med. Małgorzaty Zwolińskiej-Wcisło koncentruje się na poszukiwaniu zależności pomiędzy stężeniem krótkołańcuchowych kwasów organicznych w kale i cytokinami pro- i przeciwzapalnymi w surowicy, stanem odżywiania, rodzajem stosowanej diety, parametrami antropometrycznymi oraz stopniem aktywności

choroby u pacjentów z nieswoistymi chorobami zapalnymi jelit (choroba Leśniowskiego-Crohna oraz wrzodziejące zapalenie jelita grubego). Autorka opracowała procedury oznaczania krótkołańcuchowych kwasów organicznych w kale pacjentów. Efektem tej współpracy są publ.: P28, P29, P30, P31, P32; z Katedrą Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych, Wydziału Chemicznego, Politechniki Wrocławskiej. Współpraca z dr hab. Agnieszką Saeid dotyczy opracowania metody odzysku fosforu z surowców wtórnych - takich jak popioły, kości czy ości, z wykorzystaniem solubilizacji mikrobiologicznej. Efektem tej współpracy są publ.: P23 i P26; z Katedrą i Zakładem Leczenia Otyłości, Zaburzeń Metabolicznych oraz Dietetyki Klinicznej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Współpraca z dr hab. n. med. Marta Stelmach-Mardas związana była z przeprowadzeniem przeglądu systematycznego dotyczącego określenia zależności pomiędzy gęstością energetyczną pożywienia a zmianami masy ciała u osób otyłych. Efektem tej współpracy jest publ. P24; z Oddziałem Chirurgii Szczękowo-Twarzowej, Szpitala Rydygiera w Krakowie. Współpraca z dr hab. Mariuszem Szutą polegała na udziale w projekcie dotyczącym wpływu żywienia dojelitowego wzbogaconego selenem na proces gojenia się ran u pacjentów po zabiegach chirurgicznych w obrębie jamy ustnej; z Katedrą Ginekologii i Położnictwa, Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum. Współpraca z prof. dr hab. n. med. Hubertem Hurasem (Oddział Kliniczny Położnictwa i Perinatologii) i prof. dr hab. n. med. Ryszardem Lauterbachem (Oddział Kliniczny Neonatologii). Habilitantka jest pomysłodawcą, koordynatorem oraz częściowo wykonawcą badań, prowadzonych w kierunku oceny zależności pomiędzy profilem oligosacharydów i florą bakteryjną mleka kobiecego a mikroflorą kałową niemowląt karmionych tym mlekiem, krótkołańcuchowymi kwasami tłuszczowymi, kwasem mlekowym i bursztynowym, będącymi produktami jej aktywności oraz pochodnymi indolowymi; z Zakładem Badań nad Żywieniem i Lekami, Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum. W 2022 r. Habilitantka podjęła współpracę z dr Pawłem Jagielskim polegającą na oznaczeniu krótkołańcuchowych kwasów organicznych w kale osób będących na diecie wegańskiej oraz tradycyjnej.

Tak szeroka i efektywna współpraca naukowa Habilitantki z wieloma ośrodkami świadczy o jej umiejętności kooperacji w interdyscyplinarnych zespołach badawczych, pracowitości, rzetelności naukowej oraz że jest wysokiej klasy specjalistą w swojej dziedzinie. Jej publikacje są rozpoznawalne i wysoko cytowane, o czym świadczy wysoki indeks Hirscha = 13 (na dzień złożenia dokumentacji). Powierzano Jej także recenzje w renomowanych czasopismach, takich jak: *Foods*, *Food Analytical Methods* czy *Journal of AOAC International*, była także redaktorem gościnnym w czasopiśmie *Foods*.

Habilitantka współpracowała również z sektorem gospodarczym m.in. w zakresie analiz chemicznych produktów spożywczych, jednak nie posiada w swoim dorobku patentów. Dr Justyna Dobrowolska-Iwanek była kierownikiem 7 projektów własnych w ramach działalności statutowej. Nie uzyskała jednak dotychczas finansowania w konkursach krajowych i zagranicznych.

Habilitantka była nagradzana za aktywność naukową, uzyskała stypendium naukowe dla najlepszego doktoranta (2008), za osiągnięcia naukowe otrzymała w 2009 r. nagrodę zespołową Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego, a w 2015 r. nagrodę Dziekana Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum UJ.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Dr n. chem. Justyna Dobrowolska-Iwanek posiada duże doświadczenie dydaktyczne, prowadzi zajęcia w ramach kształcenia przeddyplomowego (do 2009 r. z chemii analitycznej na kierunku Chemia UJ, następnie na Wydziale Farmaceutycznym i Lekarskim Collegium Medicum UJ z bromatologii, analizy środków spożywczych, analizy i oceny jakości żywności, interakcji leku z pożywieniem), a także przedmioty fakultatywne, natomiast w ramach kształcenia podyplomowego zajęcia w ramach kształcenia w Szkole Doktorskiej oraz na studiach podyplomowych. Brała także udział w opracowywaniu programów kształcenia oraz sylabusów. Pełniła funkcję promotora 18 prac magisterskich i 2 prac licencjackich, recenzenta 11 prac magisterskich, a obecnie jest promotorem pomocniczym w 2 przewodach doktorskich.

Habilitantka jest laureatką nagrody zespołowej od studentów dietetyki WL CMUJ dla najlepszej jednostki dydaktycznej; 2018 i 2022 oraz nagrody zespołowej III stopnia Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego za osiągnięcia dydaktyczne –2021 r.

Dr n. chem. Justyna Dobrowolska-Iwanek była członkiem różnych komisji konkursowych oraz członkiem i sekretarzem naukowym XXIII Ogólnopolskiego Sympozjum Bromatologicznego (2014 r.). Habilitantka aktywnie włącza się w różne działania promujące naukę, m.in. w ramach festiwali nauki, działalności towarzystw naukowych i innych akcji edukacyjnych skierowanych do mieszkańców Krakowa.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę całokształt dorobku Habilitantki, jej działalność badawczą, dydaktyczną i organizacyjną, a przede wszystkim istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki farmaceutyczne, jakim jest zwarty tematycznie cykl habilitacyjny, stwierdzam, że dr n. chem. Justyna Dobrowolska-Iwanek w pełni spełnia kryteria stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego. Habilitantka jest wysokiej klasy specjalistą w swojej dziedzinie, posiada wartościowy dorobek naukowy o znaczącej liczbie cytowań.

Wobec powyższego rekomenduję Radzie Dyscypliny Nauki Farmaceutyczne Uniwersytetu Jagiellońskiego podjęcie dalszych kroków w postępowaniu o nadanie dr n. chem. Justynie Dobrowolskiej-Iwanek stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki farmaceutyczne.

Prof. dr hab. n. farm. Katarzyna Socha