

Prof. dr hab. Marta Mitek

Warszawa, 28.05.2018

Katedra Technologii Żywności

Wydział Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja

dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego oraz cyklu publikacji pt. „Elicytacja jako czynnik kształtujący aktywność biologiczną i przydatność technologiczną wybranych ziół i warzyw liściastych”, stanowiących Osiągnięcie naukowe **dr Urszuli Jolanty Złotek** z Katedry Biochemii i Chemii Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie NAUK ROLNICZYCH w dyscyplinie TECHNOLOGIA ŻYWNOSCI I ŻYWIENIA

prowadzonym

na Wydziale Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Podstawą formalną oceny jest art. 18a ust. 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytułach w zakresie sztuki (Dz.U.z 2017 r. poz. 1789) oraz decyzja Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 9 kwietnia 2018 roku

1. Informacje podstawowe o Habilitantce

Dr Urszula Złotek urodziła się 15 czerwca 1973 roku w Świdniku. Jest absolwentką Wydziału Pielęgniarstwa Akademii Medycznej w Lublinie, gdzie w roku 1997 uzyskała dyplom magistra pielęgniarstwa. W roku 2004 ukończyła też Wydział Biologii i Nauk o Ziemi na Uniwersytecie Marii Skłodowskiej Curie w Lublinie uzyskując tytuł magistra biologii w specjalności biochemia. Po ukończeniu studiów, w roku 2004 została zatrudniona na stanowisku asystenta w Katedrze Biochemii i Chemii Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. W roku 2012 mgr Urszula Złotek uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia za pracę pt. „ Wpływ stymulacji reakcji obronnych na wyróżniki odporności sałaty”, którą wykonała pod kierunkiem dr hab. Wiesława Wójcika. Od roku 2013 do chwili obecnej dr Urszula Złotek pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Biochemii i Chemii Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

2. Ocena dorobku naukowego

2.1. Ocena liczebności publikacji i czasopism, w których zostały opublikowane

W dorobku publikacyjnym dr Urszuli Złotek znajduje się 63 pozycji, z czego 31 to oryginalne prace twórcze, jedna monografia naukowa, jeden rozdział w monografii naukowej, 3 rozdziały w podręcznikach akademickich, jedna publikacja niepuktowana oraz 26 komunikatów naukowych opublikowanych w materiałach konferencyjnych. Wśród oryginalnych prac twórczych, 24 pozycje to prace opublikowane w czasopismach z listy JCR, a kolejnych 7 prac oryginalnych ukazało się w czasopismach recenzowanych spoza bazy Journal Citation Reports. Dla wszystkich opublikowanych oryginalnych prac twórczych sumaryczny IF wynosi 56,710 a punkty MNiSW = 807. Całkowita liczba punktów MNiSW za dorobek publikacyjny dr Urszuli Złotek wynosi 831, liczba cytowań wg Web of Science – 156 (bez autocytowań), indeks Hirscha według Web of Science = 6.

Przed doktoratem dr Urszula Złotek opublikowała 18 prac naukowych, z czego 7 oryginalnych prac twórczych. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora dorobek naukowy Habilitantki powiększył się o 45 pozycji, w tym 24 stanowią oryginalne prace twórcze, a wśród nich osiem – wyróżnione, jako **Osiągnięcie naukowe Habilitantki**. Większość z opublikowanych prac, stanowiących dorobek naukowy dr Urszuli Złotek to prace zbiorowe, w których wkład Habilitantki wynosi od 5% do 95%. W trzech oryginalnych pracach twórczych dr Urszula Złotek jest jedynym autorem.

2.2. Ocena indywidualnego Osiągnięcia naukowego Habilitantki

Osiągnięciem naukowym dr Urszuli Złotek jest cykl ośmiu publikacji naukowych pod wspólnym tytułem: „Elicytacja jako czynnik kształtujący aktywność biologiczną i przydatność technologiczną wybranych ziół i warzyw liściastych”

Publikacje ukazały się w latach 2015-2018 w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Trzy z nich opublikowano w czasopiśmie Food Chemistry (IF = 4,052 – 4,529), pozostałe, kolejno w: International Journal of Food Science & Technology (IF= 1,640), Journal of the Science of Food and Agriculture (IF= 2,463), Journal of Functional Foods (IF=3,144), Journal of Food Biochemistry (IF=1,0) Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria (IF=0). Ich sumaryczny **IF wynosi 21,357, z sumą punktów MNiSW = 260**. Trzy publikacje to prace samodzielne, pozostałe pięć - mają charakter prac zespołowych, w których **dr Urszula Złotek jest pierwszym lub drugim (jedna pozycja) współautorem**, a Jej wkład w przygotowanie publikacji wynosił od 65 do 90%. Dołączone (zał. IV) oświadczenia wszystkich współautorów publikacji w sposób szczegółowy opisują ich udział w badaniach i artykułach naukowych.

Tematyka cyklu publikacji jest jednorodna i koncentruje się na ocenie wpływu różnych czynników abiotycznych i biotycznych zastosowanych w czasie wzrostu wybranych ziół i warzyw liściastych na zawartość w nich składników bioaktywnych – głównie polifenoli oraz aktywność biologiczną..

We wstępie teoretycznym Autoreferatu uzasadniającym celowość badań dr Urszula Złotek przedstawiła znaczenie związków polifenolowych w metabolizmie roślin oraz diecie człowieka. Wychodząc od roli polifenoli, jaką pełnią w roślinach, jako substancje ochronne, wskazano na możliwość celowej indukcji syntezy metabolitów wtórnych roślin poprzez zastosowanie odpowiednich elicytorów.

Zagadnienie elicytacji stosowane w uprawie roślin i hodowli linii komórkowych poszczególnych organów roślinnych stało się ostatnio popularne wśród naukowców, jako nowa, alternatywna, względem inżynierii genetycznej, metoda wpływania na metabolizm roślin w celu osiągnięcia konkretnych celów:

wzrost plonów, zwiększenie odporności na fitopatogeny i złe warunki środowiska, korzystne zmiany składu chemicznego. Dr Urszula Złotek w swoich badaniach skoncentrowała się na wykorzystaniu elicytorów abiotycznych (fizycznych, chemicznych) i biotycznych (mikroorganizmy, ekstrakty grzybowe i bakteryjne) do zwiększenia zawartości polifenoli i innych składników biologicznie aktywnych oraz pojemności przeciwutleniającej w ziołach i warzywach liściastych. Wiedza Habilitantki z zakresu metabolizmu roślin i szlaku syntezy metabolitów wtórnych, jakimi są związki polifenolowe jest ugruntowana wieloletnimi doświadczeniami badawczymi, o czym świadczą Jej publikacje sprzed i po doktoracie. Co należy podkreślić, dr Urszula Złotek oprócz pozytywnego aspektu elicytacji dostrzega także ujemne strony indukowanej odporności roślin. Dotyczy to syntezy białek enzymatycznych, z których oksydazy fenolowe (PPO) czy peroksydazy (POD) stanowią główne zagrożenie jakości sensorycznej tak popularnej ostatnio świeżej lub niskoprzetworzonej żywności gotowej do spożycia (RTE). Wśród metabolitów wtórnych roślin, w tym związków polifenolowych, znajdują się także substancje o działaniu antyżywnościowym (chelatory metali, inhibitory enzymów trawiennych), o których roli i znaczeniu jeszcze niewiele się mówi. W publikacjach stanowiących Osiągnięcie naukowe Habilitantki również nie znaleziono dyskusji poświęconej tym zagadnieniom. Ważnym aspektem elicytacji może też być możliwość „nadprodukcji” polifenoli i zakłócenia tym samym metabolizmu rośliny do poziomu niewskazanego czy „toksycznego”. W odniesieniu do żywności wiązać się to może z dowiedzionym naukowo efektem prooksydacyjnego oddziaływania wysokich dawek antyoksydantów na organizm człowieka. Z drugiej strony biorąc pod uwagę niską biodostępność i bioprzyswajalność polifenoli, wydaje się mało prawdopodobne „przedawkowanie” polifenoli z roślin poddanych elicytacji. Dużo większym zagrożeniem dla człowieka jest suplementacja farmakologiczna lub fortyfikacja żywności nadmiernymi dawkami związków polifenolowych, witamin czy innych aktywnych biologicznie związków.

Hipoteza badawcza badań przeprowadzonych przez dr Urszulę Złotek zakłada, że odpowiednio dobrane warunki elicytacji ziół i wybranych warzyw liściastych spowodują wzrost zawartości metabolitów wtórnych o ukierunkowanej aktywności biologicznej.

Jako szczegółowe cele podjętych badań podano:

1. Określenie wpływu abiotycznej i biotycznej elicytacji na zawartość związków bioaktywnych (polifenoli, witaminy C, chlorofilu i karotenów oraz olejków eterycznych) w wybranych ziołach i warzywach liściastych.
2. Określenie wpływu abiotycznej i biotycznej elicytacji na wielokierunkową biologiczną aktywność metabolitów wtórnych (aktywność przeciwutleniająca, przeciwzapalna, przeciwcukrzycowa oraz antynowotworowa) wybranych ziół i warzyw liściastych.
3. Ocena jakości elicytowanych ziół i warzyw liściastych oraz ich przydatności w technologii żywności.
4. Analiza wpływu abiotycznej i biotycznej elicytacji na plon wybranych ziół i warzyw liściastych.

Dr Urszula Złotek wybrała do swoich badań w sumie pięć gatunków ziół i warzyw liściastych, a mianowicie: bazylię purpurową (*Ocimum basilicum* L. cv. Dark Opal) (prace **O1** i **O2**), bazylię sałatową (*Ocimum basilicum* L.) (prace **O3, O5, O8**), sałatę (*Lactuca sativa* L.) (prace **O4, O7**), majeranek (*Origanum majorana* L.) (praca **O6**), endywię (*Cichorium endivia* L. var. Crispum cv. De Meaux) (praca **O7**). Skromny był też zakres zastosowanych elicytorów, który obejmował trzy elicytory chemiczne: kwas arachidonowy

(AA), kwas jasmonowy (JA), kwas β -aminomasłowy (BABA) (prace **O1,O2,O3,O5,O6,O7**), oraz jeden elicytor biologiczny - ekstrakt drożdży *Saccharomyces cerevisiae* (prace **O4,O6**). Słusznie, do badań nad indukowaniem wytwarzania przez rośliny metabolitów wtórnych, wybrano grupę związków zaliczanych do induktorów systemicznej odporności nabytej (SAR) i systemicznej odporności indukowanej roślin (ISR). Od lat 90. XX bada się ich skuteczność w rolnictwie, jako alternatywę dla chemicznych środków ochrony roślin. Daje to możliwość ograniczenia stosowania szkodliwych dla człowieka i środowiska pestycydów oraz jest alternatywą dla roślin genetycznie modyfikowanych. Z dostępnej literatury wynika, że lista elicytorów indukujących produkcję przez rośliny metabolitów wtórnych o działaniu antyobrobustrojem i przeciwzapalnym (w tym polifenoli), jest długa, przy czym kwas jasmonowy, arachidonowy i beta aminomasłowy należą do najskuteczniejszych.

Cel 1. Odnosząc się do pierwszego z założonych celów badań, wykazano, że elicytacja chemiczna i biologiczna skutkowała wzrostem zawartości wielu z badanych związków bioaktywnych. W liściach bazylii purpurowej pod wpływem elicytacji kwasem arachidonowym zawartość antocyjanów była ponad dwukrotnie większa, polifenoli ogółem o ok. 45%, flawonoidów i kwasów fenolowych o ok. 15-20%, a kwasu rozmarynowego było o 30-50% więcej niż w próbach kontrolnych (**O1 i O2**). Abiotyczna elicytacja kwasem arachidonowym (AA) i kwasem jasmonowym (JA) spowodowała również istotny wzrost zawartości polifenoli ogółem w liściach sałaty i endywii (**O7**). Oprócz polifenoli następował również wzrost zawartości kwasu askorbinowego w endywii (**O7**), karotenoidów w liściach majeranku (**O6**), olejków eterycznych w liściach bazylii sałatowej (**O3**). Podobne wyniki uzyskano w przypadku elicytacji biologicznej warzyw i ziół. Zastosowany ekstrakt z drożdży *Sacharomyces cerevisiae* (YE) stymulował syntezę związków fenolowych w liściach sałaty, a analiza jakościowa wskazała na zmiany w proporcji poszczególnych kwasów fenolowych w liściach sałaty (**O4**). W majeranku po zastosowaniu jako elicytora YE stwierdzono ok. 2-krotny wzrost zawartości kwasu askorbinowego i chlorofili (o 44%) w liściach sałaty i majeranku (**O4 i O6**). Z badań opublikowanych w pracach stanowiących Osiągnięcie naukowe dr Urszuli Złotek wynika, że o skuteczności oddziaływania poszczególnych induktorów decyduje nie tylko dawka i rodzaj elicytora, ale szereg dodatkowych czynników, w tym gatunek i odmiana rośliny, ilość i harmonogram zastosowanych zabiegów elicytacji i co oczywiste, warunki środowiskowe.

Cel 2. Bardzo ważnym aspektem badań Habilitantki było określenie biologicznej aktywności powstających składników. Za najciekawsze z naukowego punktu widzenia uważam określenie potencjału przeciwzapalnego, przeciwcukrzycowego i antynowotworowego roślin poddanych elicytacji. Najpowszechniej stosowanym wskaźnikiem cech prozdrowotnych żywności jest pojemność przeciwutleniająca, stąd też we wszystkich indukowanych próbach oznaczano właściwości przeciwutleniające. Do oceny właściwości przeciwutleniających zastosowano różne metody (neutralizowanie wolnych rodników ABTS i DPPH, zdolność do chelatowania jonów żelaza, potencjał redukcyjny oraz stopień inhibicji enzymów prooksydacyjnych: lipooksygenazy - LOX i cykloksygenazy - COX). Stopień hamowania aktywności obu tych enzymów (LOX i COX) był jednocześnie wskaźnikiem działania przeciwzapalnego badanych prób. Uzyskane wyniki wykazały, że potencjał przeciwutleniający nie zawsze korelował z zawartością związków polifenolowych. Elicytacja chemiczna (JA, AA i BABA) powodująca istotny wzrost zawartości antocyjanów w bazylii purpurowej nie skutkowała wzrostem pojemności przeciwutleniającej wobec rodników ABTS i DPPH, obniżając jednocześnie potencjał

redukcyjny i chelatujący wobec jonów żelaza. Istotnie wyższy był natomiast stopień inhibicji enzymów LOX i COX, co świadczyło o istotnej roli antocyjanów bazylii purpurowej, jako czynników o działaniu przeciwzapalnym (O1). W pracy O2, gdzie wykorzystano ten sam eksperyment doświadczalny udowodniono, że za neutralizacją wolnych rodników ABTS i DPPH oraz potencjał redukcyjny odpowiedzialne były głównie kwasy fenolowe bazylii purpurowej, w tym głównie kwas rozmarynowy. W tej samej pracy (O2) wykazano także pozytywny wpływ elicytacji na wzrost aktywności enzymów uczestniczących w syntezie polifenoli w roślinach, a mianowicie liazy fenyloalaninowej (PAL) i liazy tyrozynowej (TAL). W odniesieniu do innych roślin poddawanych elicytacji kwasem jasmonowym (majeranek – praca O6 oraz sałata i endywia – praca O7) wzrost potencjału przeciwutleniającego nie zawsze był statystycznie istotny. Elicytacja biotyczna sałaty (ekstrakt z drożdży) zwiększała zdolność neutralizacji rodników ABTS i DPPH oraz potencjał redukcyjny i stopień chelotwania jonów żelaza, co potwierdza skuteczność tego typu biologicznych elicytorów (O4). Ponadto w pracy tej wykazano pozytywną i statystycznie istotną korelację pomiędzy zawartością kwasu chikorowego, pochodnych kwasu kawowego oraz chlorofilu a właściwościami antyoksydacyjnymi i przeciwzapalnymi, co wskazuje na biologiczną rolę tych związków sałaty (O4).

Ciekawym i bardzo aktualnym zagadnieniem podjętym przez dr Urszulę Złotek jest problem oceny wpływu procesu trawienia „in vitro” na właściwości antyoksydacyjne, przeciwzapalne, antycukrzycowe i antyproliferacyjne związków wyizolowanych z roślin poddanych elicytacji. Z porównania aktywności biologicznej ekstraktów z liści bazylii przed i po procesie trawienia „in vitro” wynika, że wyciągi z elicytowanej kwasem arachidonowym liści bazylii po symulowanym trawieniu wykazywały istotnie wyższą aktywność biologiczną, w porównaniu do tych samych, ale niepoddawanych trawieniu ekstraktów etanolowych czy wodnych (O5).

Cel 3. Kolejnym celem badań dr Urszuli Złotek było określenie wpływu elicytacji na jakość sensoryczną otrzymywanych tą drogą ziół i warzyw. Habilitantka słusznie skierowała swoją uwagę na ujemną stronę elicytacji roślin, jakim jest aktywacja natywnych tkankowych enzymów oksydacyjnych, w tym polifenolooksydaz (PPO) i peroksydazy (POD). Skoro indukowanie procesów odporności roślin polega na modyfikacji szlaków metabolicznych syntezy związków o charakterze fitoaleksyn to należało się spodziewać, że enzymy odpowiedzialne na ich utlenianie również są aktywowane. Z drugiej strony wiadomo, że ich aktywność jest przyczyną brunatnienia enzymatycznego, co powoduje nieodwracalne i nieakceptowane przez konsumenta zmiany barwy żywności. Zagadnieniem tym poświęciła dr Urszula Złotek autorską publikację (O7), w której oceniła wpływ abiotycznej elicytacji na jakość i potencjał przeciwutleniający sałaty i endywii podczas przechowywania. Badania wykazały, że proces elicytacji warzyw różnymi stężeniami kwasu arachidonowego (AA) i jasmonowego (JA) na ogół nie powodował wzrostu aktywności enzymów PPO i POD w surowcach bezpośrednio po zbiorze, natomiast w czasie 4-dniowego ich przechowywania zauważono istotny wzrost aktywności POD i niewielki PPO. Odpowiadały temu niewielkie zmiany parametrów barwy przechowywanych warzyw, potwierdzone analizą sensoryczną, oraz stosunkowo niski poziom zmian w zawartości kwasu askorbinowego i polifenoli, co uznano za wynik korzystny. Nie w pełni podzielam optymizm Habilitantki, uważając, że zbyt ograniczony zakres badań, skromność materiału badawczego, brak potwierdzenia w dłuższym przedziale czasowym i różnych warunkach przechowywania warzyw poddawanych zabiegom elicytacji nie upoważnia do formułowania wniosków jednoznacznie pozytywnych. Bardzo doceniam wkład Habilitantki w pogłębianie

wiedzy na temat naturalnych procesów biochemicznych świata roślin, które wnoszą wiele dobrego do poprawy kondycji człowieka. Uważam jednak, że w odniesieniu do żywności potrzeba znacznie więcej badań w tym zakresie, wskazujących zalety i zagrożenia metody elicytacji.

Drugą samodzielną pracą dr Urszuli Złotek o charakterze aplikacyjnym było wykorzystanie elicytowanych ziół do wzbogacania pieczywa cukierniczego (O8). Wykazano w niej, że ciastka pszenne wzbogacone zarówno w bazylię niepoddawaną elicytacji jak i indukowaną kwasem jasionowym zawierały więcej polifenoli i charakteryzowały się większą pojemnością przeciwutleniającą. Ważnym i ciekawym wnioskiem z tych badań było także wykazanie potencjalnej biodostępności polifenoli z bazylii. Symulowane trawienie próbek z ciastek fortyfikowanych bazylią potwierdziło też ich właściwości przeciw cukrzyce wyrażone, jako zdolność inhibicji aktywności α -glukozydazy, enzymu odpowiedzialnego za hydrolizę polisacharydów. Dodatkowo wykazano, że fortyfikacja ciastek liśćmi bazylii ogranicza tempo peroksydacji lipidów, co zwiększa trwałość ciastek.

Cel 4. Ważnym, praktycznym aspektem badań dr Urszuli Złotek przedstawionych w czterech pracach zaliczonych do Osiągnięcia naukowego było określenie wpływu metody elicytacji abiotycznej i biotycznej na plon roślin (prace O3, O4, O6, O7). Jako wskaźników rozwoju i wzrostu rośliny użyto: pomiarów wysokości, oraz świeżej i suchej masy pojedynczej rośliny. Elicytacja kwasem jasmonowym nie wpływała negatywnie na ogólny plon roślin, podnosząc jednocześnie zawartość suchej masy bazylii (O3), majeranku (O6), endywii (O?). Zastosowanie ekstraktu z drożdży w uprawie sałaty nie powodowało przyrostu świeżej i suchej masy roślin (O4), natomiast w przypadku majeranku (O6) kilkukrotnie zwiększyła zawartość suchej masy roślin.

Podsumowując ocenę cyklu ośmiu monotematycznych publikacji stanowiących Osiągnięcie naukowe Habilitantki uważam, że poziom naukowy przedstawionych prac jest wysoki a ich tematyka bardzo skonkretyzowana i jednocześnie uwzględniająca szeroki zakres zagadnień badawczych. Wielowątkowość oceny zabiegu elicytacji w odniesieniu do powszechnie uprawianych ziół i sałat uważam za istotny wkład Osiągnięcia naukowego dr Urszuli Złotek w badania nad żywnością

Za najważniejsze osiągnięcie naukowe Habilitantki uważam:

- Wykazanie, że elicytacja abiotyczna i biotyczna jest nowoczesną i bezpieczną metodą produkcji roślin zielarskich i warzyw liściastych o istotnie większym potencjale prozdrowotnym w odniesieniu do człowieka;
- Wykorzystanie w badaniach nad ukierunkowaną elicytacją ziół i warzyw liściastych nowoczesnych metod analitycznych (HPLC, GC z wykorzystaniem MS) pozwalających na charakterystykę polifenoli, oraz szczegółową jakościową i ilościową analizę składu frakcji olejków eterycznych oraz zawartości innych cennych związków o aktywności biologicznej (chlorofile, karotenoidy, witamina C).
- Wykazanie, że ekstrakty z roślin wyprodukowanych z użyciem kontrolowanej elicytacji mogą być cennym dodatkiem wzbogacającym żywność o uboższym potencjale prozdrowotnym, np. wyroby cukiernicze.

Należy podkreślić, że podjęta przez dr Urszulę Złotek tematyka badawcza wymagała wiedzy i doświadczenia z zakresu biochemii, technologii żywności i medycyny. Monotematyczny cykl publikacji stanowiący Osiągnięcie naukowe Habilitantki jest kompletny pod względem realizacji założonej hipotezy badawczej i postawionych celów szczegółowych. Aplikacyjny charakter badań nad wpływem elicytacji na plon oraz przydatność przechowalniczą warzyw liściastych (O7) a także wykorzystaniem ekstraktów z elicytowanej bazylii do wzbogacania ciastek pszennych (O8) przeprowadzonych przez Panią dr Urszulę Złotek jest dodatkowym atutem Jej osiągnięcia naukowego. To otwiera nowe perspektywy kontynuacji badań.

W konkluzji uważam, że cykl publikacji stanowiący osiągnięcie naukowe dr Urszuli Złotek ma charakter innowacyjny w zakresie poznawczym i aplikacyjnym i w pełni spełnia kryteria do uzyskania stopnia doktora habilitowanego określone w art. 18a ust. 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki (Dz.U.z 2017 r. poz. 1789).

2.3. Ocena pozostałej aktywności naukowej Habilitantki z wyłączeniem Osiągnięcia naukowego

Zainteresowania naukowe dr Urszuli Złotek są zgodne z profilem działalności naukowej Jednostki, w której jest zatrudniona. Najważniejsze z zagadnień naukowych, w których Habilitantka brała udział to:

- Badanie czynników determinujących indukcję odporności systemicznej roślin;
- Zastosowanie elicytacji w kształtowaniu jakości prozdrowotnej żywności pochodzenia roślinnego;
- Badanie zawartości związków bioaktywnych i wielokierunkowej aktywności biologicznej żywności pochodzenia roślinnego;
- Badanie biodostępności aktywnych składników żywności;
- Zastosowanie fortyfikacji w kształtowaniu potencjału nutraceutycznego żywności;
- Ocena skuteczności wykorzystania powłok w zabezpieczeniu jakości przechowalniczej owoców i warzyw.

Bezpośrednio po zatrudnieniu w Katedrze Biochemii i Chemii Żywności UP w Lublinie dr Urszula Złotek przyłączyła do zespołu prowadzącego badania nad indukowaną odpornością roślin. Wraz z przyszłym promotorem Jej pracy doktorskiej dr hab. Wiesławem Wójcikiem opublikowali na ten temat pracę przeglądową (D1-4). Rozpoczęła też badania nad abiotyczną elicytacją sałaty masłowej z wykorzystaniem szeregu induktorów abiotycznych (m.in. kwas salicylowy, kwas jasmonowy, kwas, arachidonowy), co stało się podstawą Jej rozprawy doktorskiej pt. „Wpływ stymulacji reakcji obronnych na wyróżniki odporności sałaty”. Praca częściowo finansowana przez NCN w ramach **grantu promotorskiego (N N310 735440)** została wyróżniona **nagrodą JM Rektora UP w Lublinie**. Jej wyniki opublikowano w *Scientia Horticulturae* (D2-2) oraz *Food Chemistry* (D2-1 i D2-5). Bardzo ciekawym aspektem tych badań była ocena wpływu procesu kontrolowanej elicytacji na aktywność enzymów tkankowych, w tym oksydazy polifenolowe sałaty, będące głównym katalizatorem reakcji enzymatycznego brunatnienia i związanych z tym niekorzystnych zmian barwy żywności. Szczegółowa analiza elektroforetyczna potwierdziła, że skutkiem elicytacji jest aktywacja dodatkowych izoform oksydazy fenolowej, co należy brać pod uwagę przy ocenie jakości sensorycznej sałaty i innych roślin

poddawanych tym zabiegom. Szczegółowej charakterystyce oksydazy polifenolowej wyizolowanej z liści sałaty masłowej poświęcono ważny naukowo artykuł w Food Chemistry (D1-1), w którym dr Urszula Złotek była jednym ze współautorów. Kolejnym ważnym naukowo zagadnieniem badawczym związanym z indukowaną odpowiedzią biochemiczną roślin na szkodniki owadzie były badania dr Urszuli Złotek wykonane we **współpracy z Zakładem Entomologii UP w Lublinie**. Ich wyniki dotyczące wpływu elicytacji biologicznej (owady z rodziny galaskówatych) na aktywność wybranych enzymów i syntezę związków polifenolowych zostały opublikowane w Bulletin of Entomological Research (D2-13).

Ważnym w dorobku naukowym dr Urszuli Złotek był Jej udział w kilku **projektach badawczych**. Pierwszym z nich był projekt finansowany w ramach programu **Iuventus Plus nr IP2010 042070** pt. "Badanie czynników indukujących syntezę antocyjanów i aktywność enzymów przeciwutleniających w wybranych roślinach i procesu inhibitowania aktywności lipooksygenazy i cykloksygenazy przez otrzymane produkty". Część wyników badań realizowanych w ramach tego projektu opublikowano w pracy **O2** wchodzącej w skład Osiągnięcia naukowego Habilitantki. Pozostałe publikacje, dotyczące oceny wpływu stresu środowiskowego (temperatury, ciśnienia osmotycznego, oksydacyjnego) na zawartość polifenoli i właściwości przeciwutleniające kiełków fasoli czerwonej i soczewicy ukazały się w Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria (D2-15) oraz Scientia Horticulturae (D1-2) i Food Science&Technology (D2-3). Drugim projektem badawczym, w którym wykonawcą była dr Urszula Złotek to projekt finansowany przez **NCN nr 2015/17/B/NZ9/0179** pt. „Synbiotyki otrzymane na bazie kiełków roślin strączkowych – badania bezpieczeństwa, jakości odżywczej i prozdrowotnej w aspekcie biodostępności i bioprzyswajalności w modelowych układach „*in vitro*” oraz „*in vivo*”. Wyniki badań na temat wpływu bakterii *Lactobacillus rhamnosus* na skład i potencjał prozdrowotny kiełków soczewicy ukazał się, jako rozdział w monografii pt. Rola procesów technologicznych w kształtowaniu jakości żywności (D2-18). Kolejne dwa projekty, finansowane przez NCN, w których uczestniczy Habilitantka to: Miniatura 1 (2017/01/X/NZ9/00444) oraz „SONATA 12” (2016/23/D/NZ9/00553), gdzie pełni rolę kierownika. Oba projekty dotyczą problemu wpływu elicytacji na profil związków fenolowych w młodych siewkach pszenicy i jęczmienia (Miniatura 1) i lubczyku (SONATA 12). Projekt „SONATA12” powstaje w ramach konsorcjum z **Wojskowym Instytutem Higieny i Epidemiologii im. Gen. Karola Kaczkowskiego w Warszawie**.

Aplikacyjny charakter miała współpraca naukowa dr Urszuli Złotek w badaniach nad wpływem wybranych organicznych preparatów biostymulujących na plony i wartość odżywczą i prozdrowotną dwóch odmian fasoli. Wyniki tych badań realizowanych we **współpracy z Państwową Wyższą Szkołą Zawodową w Chełmie oraz Katedrą Eksploatacji Maszyn i Zarządzania UP w Lublinie** opublikowano w cyklu trzech artykułów (D2-7, D2-9 i D2-10).

Spora liczba pozycji w dorobku publikacyjnym dr Urszuli Złotek jest wynikiem Jej współpracy z pozostałymi pracownikami zespołu badawczego Katedry Biochemii i Chemii Żywności, w której Habilitantka jest zatrudniona. Problematyka badawcza związana z ekstrakcją, potencjalną biodostępnością oraz prozdrowotnymi właściwościami żywności pochodzenia roślinnego dotyczyła ziół, przypraw, kiełków i kawy. Udział dr Urszuli Złotek w tych badaniach i publikacjach wynosił odpowiednio od 80% (D2-8) poprzez 30% (D1-5), 20% (D2-16), 15% (D2-6 i D2-11), 10% (D2-14) i 5% (D2-4). W pracy nad oceną efektywności metod ekstrakcji do izolowania frakcji polifenoli ze świeżych, mrożonych i

suszonych liści bazylii dr Urszula Złotek kierowała zespołem badawczym a wyniki opublikowano w Saudi Journal of Biological Sciences (D2-8). W ekstraktach metanolowych z innych gatunków ziół (cynamon, estragon i bazylia) określano potencjał przeciwutleniający oraz badano wpływ zmiennych warunków pH na aktywność związków lipofilnych wyekstrahowanych z badanych przypraw (D1-5). W pracy D2-16 opublikowanej w Acta Scientiarum Polonorum - Technologia Alimentaria przedstawiono wyniki badań nad wpływem sposobu palenia ziaren kawy pochodzącej z różnych rejonów geograficznych na jej właściwości przeciwutleniające oraz zdolność hamowania aktywności lipooksygenazy (LOX).

Problemem biodostępności związków o znaczeniu prozdrowotnym dostarczanych wraz z dietą zajmuje się wiele ośrodków naukowych na świecie. Jest wśród nich także zespół badawczy Katedry Biochemii i Chemii Żywności UP w Lublinie, w którym pracuje Habilitantka. Pracownicy tego zespołu opublikowali w International Journal of Food Science & Technology jedną z ważniejszych publikacji przeglądowych na temat czynników determinujących biodostępność związków bioaktywnych (polifenole, bioaktywne peptydy, witaminy) (D2-11). Inną bardzo ciekawą publikacją, w której powstawaniu uczestniczyła dr Urszula Złotek, była ocena warunków fermentacji fasoli z udziałem bakterii *Lactobacillus plantarum* a następnie warunków symulowanego trawienia na uwalnianie z nasion fasoli peptydów hamujących enzymy odpowiedzialne za tzw. „zespół metaboliczny” pośrednio związany z występowaniem wielu chorób, w tym sercowo-naczyniowych, cukrzycy typu 2 oraz otyłości (D2-14).

Wzbogacanie żywności w związki o znaczeniu prozdrowotnym jest przykładem praktycznego wykorzystania wiedzy naukowej w praktyce technologicznej. Często produktami fortyfikowanymi są artykuły spożywcze powszechnie spożywane, np. pieczywo, napoje mleczne, owocowo-warzywne. Ciekawymi publikacjami Habilitantki z tego zakresu są dwie prace powstałe we współpracy z innymi krajowymi jednostkami naukowymi. Publikacja D2-4 przedstawiająca wyniki prób wzbogacania chleba pszennego w kiełki brokułu, powstała we współpracy z Katedrą Biologii Komórki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, wykazała m. innymi chemoprewencyjne właściwości pieczywa z kiełkami wobec linii komórkowych raka żołądka, ale jednocześnie wskazała na typową dla polifenoli właściwość hamowania aktywności enzymów trawiennych obniżającą strawność białka i skrobi i ograniczającą możliwość stosowania zabiegów fortyfikacji w sposób niekontrolowany. Druga publikacja z tego zakresu powstała w ramach współpracy z Katedrą Higieny Żywnienia Człowieka UP w Poznaniu dotyczyła fortyfikacji ryżowych chlebów bezglutenowych i ich wpływu na parametry biochemiczne zwierząt laboratoryjnych w warunkach in vivo (D2-6).

Innym, praktycznym sposobem wykorzystania naturalnych substancji organicznych w technologii żywności jest metoda powlekania żywności o minimalnym stopniu przetworzenia (np. plastry warzyw czy owoców) powłokami zabezpieczającymi przed nadmierną transpiracją czy rozwojem fitopatogenów. W dwóch publikacjach z tego zakresu (D1-3 i D1-7) udział dr Urszuli Złotek wynosi odpowiednio 70 i 50%, natomiast w publikacji (D2-12) powstałej we współpracy z Laboratorium Mikroskopii Konfokalnej i Elektronowej KUL oraz Katedrą Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywnienia Człowieka UP w Lublinie, udział dr Urszuli Złotek wyniósł 5%.

W podsumowaniu oceny dorobku naukowego dr Urszuli Złotek można stwierdzić, że prawie cała dotychczasowa działalność naukowa była skoncentrowana na ocenie występowania i wykorzystania

potencjału prozdrowotnego różnych metabolitów wtórnych roślin oraz skutecznych próbach wykorzystania czynników zewnętrznych (abiotycznych i biotycznych) do indukowania mechanizmów obronnych roślin w kierunku wzmożonej syntezy związków biologicznie aktywnych. Tej tematyce badawczej poświęciła w swojej karierze naukowej najwięcej czasu i wysiłku intelektualnego i dlatego można uznać Panią doktor za eksperta w dziedzinie ukierunkowanego wykorzystania wybranych gatunków roślin do wytwarzania związków organicznych o znaczeniu terapeutycznym czy prewencyjnym. Posługując się swobodnie nowoczesnymi technikami analitycznymi wykorzystuje je do zweryfikowania dobrze sformułowanych hipotez badawczych, a następnie dzięki gruntownej wiedzy z zakresu biologii – głównie fizjologii roślin i człowieka, potrafi w merytoryczny i jednocześnie prosty sposób otrzymane wyniki poddać weryfikacji i dyskusji z danymi literaturowymi.

Pani dr Urszula Złotek posiada też znaczący dorobek naukowy udokumentowany wysoką liczbą **indeksowanych publikacji** w renomowanych czasopismach o zasięgu światowym, których liczba znacząco wzrosła po uzyskaniu stopnia doktora (**21 pozycji**) oraz publikacji spoza bazy JCR, w tym w materiałach konferencyjnych (po doktoracie **24 pozycje**). Uczestnictwo w sześciu projektach naukowych, jako kierownik (dwa projekty) i wykonawca (cztery projekty) to dodatkowy ważny element Jej dorobku naukowego.

Za osiągnięcia naukowe Habilitantka czterokrotnie otrzymała Nagrody JM Rektora UP w Lublinie: Indywidualna II^o (2015 i 2017), Indywidualna III^o (2013) oraz Zespołowa II^o (2009).

3. Ocena dorobku dydaktycznego, udziału w projektach badawczych, współpracy naukowej krajowej i międzynarodowej oraz działalności popularyzatorskiej i organizacyjnej

3.1 Dorobek dydaktyczny

Dorobek dydaktyczny dr Urszuli Złotek obejmuje prowadzenie wykładów i ćwiczeń dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach Towaroznawstwo, Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka, Rolnictwo, Biotechnologia, Ogrodnictwo, Zielerstwo i Terapie Roślinne, Dietetyka, Agrobioinżynieria na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie. Tematyka wykładów i ćwiczeń dotyczy wiedzy z zakresu biochemii, enzymologii, chemii żywności, żywności wygodnej i funkcjonalnej. Dr Urszula Złotek jest też autorem programu ćwiczeń audytoryjnych oraz zajęć praktycznych w języku angielskim z przedmiotu Żywność funkcjonalna dla studentów programu Erasmus. W latach 2013-2017 Habilitantka była promotorem 9 prac magisterskich i 3 prac inżynierskich oraz 2 licencjackich a także recenzentem 8 prac magisterskich i inżynierskich. Jest autorką rozdziału „Klasyfikacja i nazewnictwo enzymów” oraz współautorką dwóch innych rozdziałów w skrypcie pt. „ Enzymologia w zarysie” pod red. B. Baraniak. Od 24.01.2018 roku pełni też funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr inż. Małgorzaty Sikory realizującej na Wydziale Nauk o Żywności i Biotechnologii UP w Lublinie pracę pt. „ Kształtowanie jakości żywności niskoprzetworzonej poprzez modyfikowanie aktywności wybranych enzymów z klasy oksydoreduktaz”.

3.2. Kierowanie i udział w projektach badawczych

Dr Urszula Złotek ma w swoim dorobku naukowym udział w sześciu projektach badawczych. W dwóch projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki pełni funkcję kierownika: Miniatura I nr 2017/01/X/NZ9/00444 pt. „ Wpływ elicytacji na profil związków fenolowych młodych siewek pszenicy (*Triticum aestivum* L.) i jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) oraz Sonata 12 nr 2016/23/D/NZ9/00553 pt.” Zastosowanie elicytorów w biofortyfikacji lubczyku (*Levisticum officinale* Koch.)”. W czterech pozostałych projektach Habilitantka pełniła funkcję głównego wykonawcy (grant promotorski NN310 735440) lub wykonawcy.

3.3. Współpraca naukowa krajowa i międzynarodowa

Jako członek zespołu badawczego Katedry Biochemii i Chemii Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, dr Urszula Złotek ma swoim koncie aktywną współpracę z wieloma ośrodkami naukowymi krajowymi. Są to jednostki, we współpracy, z którymi Habilitantka opublikowała wiele wartościowych publikacji naukowych. Wśród nich są m. innymi : Zakład Biologii Komórki Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ w Krakowie, Katedra Higieny Żywności Człowieka UP w Poznaniu, Katedra Zdrowia Publicznego, Dietetyki i Chorób Cywilizacyjnych Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Laboratorium Mikroskopii Konfokalnej i Elektronowej KUL Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii im. Generała Karola Kaczkowskiego w Warszawie, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie. Na liście współpracy jest również Wydział Farmacji Uniwersytetu w Porto (Portugalia), z którym na opublikowanie czeka kolejny artykuł naukowy. W sumie lista jednostek naukowych, z którymi współpracowała Habilitantka jest znacząca i liczy 13 pozycji.

Habilitantka jest też współautorką jednej ekspertyzy opracowanej na zlecenie firmy Lubella Sp. z o.o.Sp.k.

Dr Urszula Złotek jest cenionym recenzentem artykułów w czasopismach naukowych indeksowanych w JCR. Wykonała ich w sumie 40.

Staża naukowe to słaba strona w dorobku dr Urszuli Złotek. Habilitantka nie odbyła żadnego stażu zagranicznego. Jest laureatem stypendium dla doktorantów ufundowanego przez Samorząd Województwa Lubelskiego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Odbyła natomiast 12 kursów i szkoleń, wszystkie lokalnie.

3.4. Działalność popularyzatorska i organizacyjna

W dorobku popularyzatorskim znajduje się organizacja i udział w Lubelskim Festiwalu Nauki w latach 2012-2017 oraz wykłady dla słuchaczy Zespołu Ogrodniczego Lubelskiego Uniwersytetu Trzeciego Wieku w r.ak. 2016/2017.

Prezentowanie wyników badań naukowych na konferencjach i sympozjach krajowych i międzynarodowych to znacząca część dorobku naukowego i popularyzatorskiego każdego naukowca. Dr Urszula Złotek ma w swoim dorobku 18 wystąpień na konferencjach krajowych (13 po doktoracie) oraz 8 – na konferencjach międzynarodowych (6 po doktoracie).

W ramach **działalności organizacyjnej** dr Urszula Złotek była członkiem Wydziałowej Komisji ds. Promocji (2012-2016), trzykrotnie opiekunem roku studentów kierunku Biotechnologia (2005/06; 2006/10; 2013/14), opiekunem naukowym projektów badawczych realizowanych przez Studenckie Koło

Biochemików Żywności i Żywnienia. Wchodziła w skład komitetów organizacyjnych Lubelskiego Festiwalu Nauki (2012-2017), była sekretarzem Komitetu Organizacyjnego XXIII Sesji Naukowej Młodej Kadry Naukowej PTTŻ i członkiem Komitetu Naukowego X Interdyscyplinarnej Konferencji Naukowej TYGIEL 2018 (2018).

Habilitantka jest członkiem zarządu Lubelskiego Oddziału PTTŻ (2016-2018).

Wniosek końcowy

Oceniając całokształt dorobku naukowego Habilitantki, w sposób istotny powiększonego po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, oraz przedłożonego do oceny jednotematycznego cyklu ośmiu publikacji, będących Osiągnięciem naukowym i **spełniającego warunek do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia** stwierdzam, że dr Urszula Złotek jest doświadczonym i zaangażowanym naukowcem o odpowiednim dorobku naukowym. W mojej opinii Habilitantka spełnia warunki do uzyskania stopnia doktora habilitowanego określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2014 r. poz. 1852 wraz z późniejszymi zmianami)

W związku z powyższym wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie dr Urszuli Jolanty Złotek do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

28.05.2018 