

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt. „Badanie przemian biochemicznych zachodzących w owocach jagodowych podczas przechowywania w atmosferze ozonu” oraz ocena pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego
dr inż. Tomasza Piechowiaka
w związku z ubieganiem się o nadanie stopienia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia

1. Podstawa opracowania recenzji

Pismo Sekretarza Komisji Habilitacyjnej Prof. dr hab. Grażyny Jaworskiej z dnia 8 marca 2023 r., informujące o powierzeniu mi funkcji recenzenta w Komisji Habilitacyjnej powołanej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr. inż. Tomasza Piechowiaka, skierowane na podstawie pisma z Rady Doskonałości Naukowej z dnia 8 lutego 2023r. oraz uchwały nr 137/02/2023 Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego z dnia 16 lutego 2023.

Opracowana przez Habilitanta dokumentacja, przekazana przez Sekretarza Komisji Panią prof. dr hab. Grażynę Jaworską w wersji drukowanej i elektronicznej, obejmująca:

- wniosek Kandydata o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego,
- dane Kandydata,
- kopię dyplomu Kandydata - doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologii chemicznej,
- autoreferat, w tym opis osiągnięcia naukowego Kandydata stanowiącego podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego oraz wykaz pozostałych osiągnięć naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę,
- kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe oraz oświadczenia współautorów o indywidualnym wkładzie w prace składające się na to osiągnięcie

Recenzję wykonałam zgodnie z art. 219 stawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zmianami).

2. Podstawowe informacje o przebiegu edukacji i pracy zawodowej Kandydata

Doktor inżynier Tomasz Piechowiak ukończył studia inżynierskie I stopnia w 2014 r., a następnie studia magisterskie II stopnia w 2016 r., na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka, na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego. W latach 2016-2019 był studentem studiów doktoranckich na w/w wydziale. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologii chemicznej uzyskał w 2019 r. na Politechnice Łódzkiej, na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności, na podstawie obrony pracy doktorskiej : „Pozyskiwanie związków bioaktywnych z łuski cebuli oraz ich wykorzystanie w produkcji żywności funkcjonalnej”, której promotorami byli prof. dr hab. Maciej Balawejder oraz prof. PŁ dr hab. Radosław Bonikowski. Kariera zawodowa Habilitanta związana jest z Uniwersytetem Rzeszowskim i Wydziałem Biologiczno-Rolniczym, na którym odbył 4-miesięczny staż pracując jako starszy referent techniczny w Katedrze Chemii i Toksykologii Żywności w roku 2017. Od 5.06.2019 r. rozpoczął tam pracę jako adiunkt w grupie pracowników badawczych, a następnie od 1.12.2019 do chwili obecnej jako adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych w Zakładzie Chemii i Toksykologii Żywności Instytutu Technologii Żywności i Żywienia, Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego.

3. Ocena dorobku

3.1. Ocena formalna

Przedstawione do oceny materiały i dokumenty stanowią oryginalne dzieło, które moim zdaniem spełnia wymogi określone w art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zmianami), w zakresie uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego Kandydat złożył dnia 1 grudnia 2022 r. do Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej. 8 lutego 2023 Rada Doskonałości Naukowej wyznaczyła Przewodniczącą Komisji oraz trzech recenzentów Komisji, a następnie 4 marca 2023 r. Rada Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia uzupełniła skład Komisji habilitacyjnej zgłaszając kandydatów na recenzenta, sekretarza i członka Komisji z ramienia Uniwersytetu Rzeszowskiego. W dniu 16 lutego 2023 r., na mocy Uchwały nr 137/02/2023 podjętej przez Radę Naukową Kolegium Nauk Przyrodniczych UR, powołano Komisję habilitacyjną w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie technologia żywności i żywienia dla dr. inż. Tomasza Piechowiaka.

3.2. Ocena osiągnięcia naukowego (zgodnie z art.219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. 2021 poz. 478)) w postaci cyklu publikacji pt. „Badanie przemian biochemicznych zachodzących w owocach jagodowych podczas przechowywania w atmosferze ozonu”

Na cykl jednotematycznych publikacji, stanowiących osiągnięcie naukowe w rozumieniu ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021 poz. 478 z późn.zm.), składa się dziewięć oryginalnych prac twórczych, wydanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Wszystkie prace zostały wydane w czasopismach punktowanych wg wykazu MEiN oraz wg listy JCR. Impact Factor (IF) prac ujętych w „osiągnięciu” wynosi 42,058 (zgodnie z rokiem wydania), a punktacja MEiN wynosi 1010 (wg wykazu z dnia 1.12.2021 r.). We wszystkich tych publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Habilitant deklaruje swój udział w powstanie wszystkich prac wchodzących w „osiągnięcie naukowe” w zakresie opracowania koncepcji pracy, przeglądu literatury, wykonania eksperymentów, analizy wyników, przygotowania tabel i rycin, opracowania statystycznego wyników, dyskusji wyników i formułowania wniosków. Prace wskazane jako „osiągnięcie” mają od 1 do 4 autorów, co świadczy, że badania były prowadzone we współpracy z innymi ośrodkami naukowymi. Do dokumentacji (załącznik 5) dołączono stosowne oświadczenia wszystkich współautorów o indywidualnym wkładzie w prace składające się na osiągnięcie naukowe Habilitanta. Publikacje wskazane jako „osiągnięcie”, w formie jednotematycznego cyklu prac ukazały się w latach 2019-2022 i obejmują następujące pozycje:

- (1) Piechowiak T., Grzelak-Błaszczak K., Sójka M., Balawejder M. 2022: One-time ozone treatment improves the postharvest quality and antioxidant activity of *Actinidia arguta* fruit. *Phytochemistry*, 203: 113393 (IF = 4,004, MEiN = 100 pkt.);
- (2) Piechowiak T., Skóra B., Balawejder M. 2022: Ozonation process causes changes in PARP-1 expression and the metabolism of NADPH in strawberry fruit during storage. *Journal of Biotechnology*, 357: 84-91 (IF = 3,595, MEiN = 70 pkt.);
- (3) Piechowiak T., Migut D., Józefczyk R., Balawejder M. 2022: Ozone treatment improves the texture of strawberry fruit during storage. *Antioxidants*, 11(5): 821 (IF = 7,675, MEiN = 100 pkt.);
- (4) Piechowiak T., Sowa P., Tarapatsky M., Balawejder M. 2021: The role of mitochondrial energy metabolism in shaping the quality of highbush blueberry fruit during storage in ozone-enriched atmosphere. *Food and Bioprocess Technology*, 14: 1973-1982 (IF = 4,465, MEiN = 100 pkt.);
- (5) Piechowiak T., Skóra B., Sowa P. 2022: Changes in the activity of flavanone 3 β -hydroxylase in blueberry fruit during storage in ozone-enriched atmosphere. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(3): 1300-1304 (IF = 4,125, MEiN = 100 pkt.);

- (6) Piechowiak T. 2021: Effect of ozone treatment on glutathione (GSH) status in selected berry fruit. *Phytochemistry*, 187: 112767 (IF = 4,027, MEiN = 100 pkt.);
- (7) Piechowiak T., Sowa P., Balawejder M. 2021: Effect of ozonation proces on the energy metabolism in raspberyy fruit during storage at room temperaturę. *Food and Bioprocess Technology*, 14: 483-491 (IF = 4,465, MEiN = 100 pkt.);
- (8) Piechowiak T., Grzelak-Błaszczuk K., Sójka M., Balawejder M 2020: Changes in phenolic compounds profile and glutathione sttus in raspberry friut during storage in ozone-enriched atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 168: 111277 (IF = 4,303, MEiN = 140 pkt.);
- (9) Piechowiak T., Balawejder M. 2019: Impact of ozonation proces on the level of selected oxidative stress markers in raspberries stored at room temperaturę. *Food Chemistry*, 298: 125093 (IF = 5,399, MEiN = 200 pkt.);

Przedstawione do oceny „osiągnięcie” stanowi zwarte tematycznie dzieło poświęcone ocenie wpływu zabiegu ozonowania owoców jagodowych na ich jakość oraz przemiany biochemiczne zachodzące w nich podczas przechowywania. Owoce jagodowe, będące przedmiotem niniejszych badań, stanowią bardzo ważny element naszej diety. W ostatnich latach zwiększa się świadomość żywieniowa społeczeństwa i przekonanie konsumentów, że zbilansowana dieta jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na ogólny stan zdrowia. Podstawę prawidłowego żywienia, zgodnie z zaleceniami Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego PZH (Talerz Zdrowego Żywienia, pzh.gov.pl 2022), powinny stanowić owoce, warzywa i ich przetwory. Konsumentów stosujących się do aktualnych zaleceń żywieniowych, poszukujących produktów spożywczych, które poza podstawowymi wartościami odżywczymi i korzystnymi walorami sensorycznymi, cechują się równocześnie wysokim potencjałem prozdrowotnym. Do takiej kategorii żywności należą owoce jagodowe, które są źródłem licznych składników o udowodnionych właściwościach prozdrowotnych, a tym samym mogą oddziaływać prewencyjnie w stosunku do tzw. chorób cywilizacyjnych, czyli niezakaźnych, dietozależnych chorób społecznych. Ozon jest od dawna znany i stosowany jako środek o działaniu dezynfekującym, ze względu na swoje właściwości przeciwdrobnoustrojowe i utleniające. Początkowo wykorzystywany był w przemyśle spożywczym do dezynfekcji wody i powierzchni, jednak już od ponad 20 lat, decyzją amerykańskiej instytucji rządowej FDA (Food and Drug Administration), ozon jest stosowany również do wszelkiego rodzaju żywności, w tym do przedłużania trwałości świeżych surowców roślinnych, np. owoców jagodowych. Ozon zastosowany po zbiorze i/lub w trakcie przechowywania owoców, nie tylko redukuje poziom mikroflory powodującej psucie się surowca, ale również utlenia wydzielany przez owoce etylen, dzięki czemu dodatkowo spowalnia tempo procesu ich dojrzewania i starzenia się. Istotnym problemem związanym z zabiegiem ozonowania surowców o wysokiej zawartości wody, jest

możliwość tworzenia się reaktywnych produktów rozpadu ozonu, związków toksycznych dla komórek roślinnych, co dotychczas nie zostało jeszcze szerzej opisane w literaturze.

W aspekcie tych przesłanek naukowych i wiedzy literaturowej w zakresie składników bioaktywnych, jakości sensorycznej i znaczenia prozdrowotnego owoców jagodowych w zbilansowanej diecie oraz wykorzystania ozonu w przedłużaniu trwałości surowców żywnościowych, cel badań podjętych przez Habilitanta, wyodrębnionych jako „osiągnięcie naukowe” należy uznać za bardzo ważny i aktualny, zgodny z obecnymi trendami w nauce o żywności i żywieniu.

Szczegółowe cele badawcze zostały zawarte w poszczególnych publikacjach cyklu i obejmują m.in.:

- ocenę wpływu ozonowania na wybrane parametry jakościowe i właściwości antyoksydacyjne owoców *Actinidia arguta* (mini kiwi) podczas przechowywania w temperaturze pokojowej (P1),
- ocenę wpływu ozonowania na metabolizm NADPH i ekspresję genu PARP1 (P2) oraz na stabilność tekstury (P3) w owocach truskawki podczas przechowywania w temperaturze pokojowej,
- ocenę wpływu ozonowania na komórkowy metabolizm energetyczny i właściwości antyoksydacyjne (P4) oraz na biosyntezę flawonoidów w owocach borówki wysokiej podczas chłodniczego przechowywania (P5),
- ocenę wpływu ozonowania na biosyntezę i metabolizm glutationu w wybranych owocach jagodowych (malina, borówka wysoka, truskawka, jeżyna, czarna porzeczka) (P6),
- ocenę wpływu ozonowania na komórkowy metabolizm energetyczny (P7), na poziom glutationu, profil związków fenolowych i aktywność enzymów związanych z ich metabolizmem (P8) oraz na poziom wybranych markerów stresu oksydacyjnego (P9) w owocach maliny podczas przechowywania w temperaturze pokojowej.

W odniesieniu do dotychczas dostępnej literatury opisującej jedynie poziom związków bioaktywnych, głównie kwasu askorbinowego, i aktywności antyoksydacyjnej w owocach jagodowych poddanych ozonowaniu, Habilitant podjął bardziej szczegółowe badania mające na celu wyjaśnienie przyczyn i mechanizmów przemian biochemicznych związanych ze statusem oksydacyjnym owoców, co pozwoli na bardziej precyzyjne dozowanie ozonu jako środka dezynfekującego, jednocześnie zachowując wysoką jakość i biologiczną aktywność surowców.

W swoich badaniach w zakresie niskocząsteczkowych antyoksydantów i markerów stresu oksydacyjnego w owocach jagodowych, Habilitant wykorzystał owoce borówek wysokich, malin, truskawek, jeżyn oraz czarnych porzeczek, w których poziom polifenoli, w tym antocyjanów, wpływa na ich aktywność przeciwutleniającą, jak również kształtuje ich cechy sensoryczne. W wyniku

przeprowadzonych badań, Habilitant stwierdził, że ozonowanie owoców po zbiorze przyczyniło się do zahamowania utraty związków polifenolowych, a nawet do wzrostu ich zawartości, w porównaniu z próbą kontrolną (np. dla borówek w P4 i malin w P9). Wykazano bowiem, że w trakcie przechowywania ozonowanych owoców zwiększyła się ekspresja genów F3H (hydroksylaza 3 β -flawanonu) czy amoniakolizazy fenyloalaniny, związanych ze szlakiem metabolicznym biosyntezy flawonoidów i kwasów fenolowych (P2, P8, P9). W zależności od zastosowanego surowca i metody ozonowania, zmiany te były zróżnicowane, zależnie od stężenia i czasu działania ozonu (np. dla mini-kiwi w P1). Kolejnym, zaobserwowanym w badaniach, mechanizmem ochronnego działania ozonu było jego oddziaływanie na regulację syntezy glutationu czyli naturalnego systemu antyoksydacyjnego w komórkach. Wysoki poziom glutationu wspomaga utrzymanie odpowiedniego stanu redox komórki, neutralizując wolne rodniki, które są jedną z głównych przyczyn obniżania się jakości owoców w trakcie przechowywania. Habilitant wykazał, że poddane ozonowaniu owoce jagodowe (P6), charakteryzowały się zwiększoną aktywnością syntazy glutationowej i wyższym poziomem glutationu o 40-50%. Dodatkowo stwierdzono także, że ozonowanie zapobiegało obniżaniu się stosunku zawartości glutationu zredukowanego do utlenionego w porównaniu w owocami kontrolnymi (P2). Wykazano ponadto, że ozonowanie wpłynęło na obniżenie aktywności oksydazy polifenolowej w owocach w trakcie przechowywania, co również przyczyniło się do wyższej zawartości związków polifenolowych. Regulacja metabolizmu niskocząsteczkowych antyoksydantów, poprzez aktywację ich biosyntezy lub hamowanie ich degradacji, wpłynęła generalnie na zwiększenie poziomu aktywności przeciwutleniającej owoców ozonowanych w porównaniu do prób kontrolnych (P1, P2, P4-6).

Kolejnym aspektem analizowanym przez Habilitanta w ocenianym cyklu prac, jest wpływ ozonowania owoców po zbiorze na ich metabolizm energetyczny w trakcie przechowywania. Do prawidłowego funkcjonowania wszystkich komórek, w tym w warunkach stresu po zbiorze i w czasie przechowywania surowców, niezbędna jest energia wytwarzana na drodze oksydacyjnej fosforylacji, zgromadzona w postaci ATP. W niniejszych pracach (P1-P4, P6, P7), we wszystkich analizowanych owocach, po zabiegu ozonowania stwierdzono wyższy poziom ATP, wartość ładunku energetycznego i aktywność enzymów szlaku oksydacyjnej fosforylacji, o kilkadziesiąt lub nawet paręset procent, zależnie od gatunku owocu, dawki i czasu działania ozonu, w porównaniu do prób odniesienia, w których te wskaźniki wykazywały tendencję spadkową. Stąd można sadzić, że wyższy poziom energii komórkowej dostępnej w postaci ATP w owocach po zabiegu ozonowania, wpływa na wyższy potencjał antyoksydacyjny i tym samym na utrzymanie dobrej jakości owoców w czasie przechowywania.

Przemiany energetyczne komórki analizowano także na podstawie metabolizmu związków NAD⁺ oraz NADH, uczestniczących w reakcjach w łańcuchu oddechowym (P1, P2). Wyniki tych analiz pozwoliły Habilitantowi potwierdzić hipotezę, że zabieg ozonowania wpływa też na poziom tych związków.

Stwierdzono bowiem, że w owocach potraktowanych gazowym ozonem, poziom NAD^+ oraz NADH był istotnie wyższy w porównaniu do prób kontrolnych. Działanie tych związków jest powiązane z aktywnością antyoksydacyjną komórki i wpływa na sprawne funkcjonowanie mechanizmów chroniących komórki przed stresem oksydacyjnym, pozwalając na poprawę jakości i zdolności przechowalniczej owoców poddanych ozonowaniu. Wiadomym jest, że reakcją komórki na stresowe warunki wewnętrzne lub zewnętrzne jest odpowiedź w formie procesu fizjologicznego lub enzymatycznego, co wiąże się z indukcją ekspresji określonych genów. Nie inaczej dzieje się w sytuacji stresu oksydacyjnego, pod wpływem reaktywnych form tlenu, jakie mogą tworzyć się w wyniku ozonowania. W prezentowanym cyklu badań, Habilitant stwierdził, że we wszystkich owocach poddanych ozonowaniu, w stopniu zależnym od stężenia, czasu i sposobu dozowania ozonu, zwiększyła się aktywność enzymów związanych z ochroną komórki przed stresem oksydacyjnym, takich jak SOD (dysmutaza ponadtlenkowa), CAT (katalaza), APOX (peroksydaza askorbinianowa), GPX (peroksydaza glutationowa) i GR (reduktaza glutationowa), w stosunku do prób nietraktowanych ozonem. Poziom reaktywnych form tlenu, wytwarzanych w mitochondriach komórek owoców pod wpływem ozonowania, był zależny od gatunku, ale w każdym przypadku był niższy w owocach traktowanych niż w kontrolnych.

Kolejnym analizowanym aspektem oddziaływania ozonu była ocena jego wpływu na stabilność jędrności owoców jagodowych. Cecha ta, obok barwy, jest jednym z podstawowych wyróżników decydujących o jakości owoców jagodowych z punktu widzenia konsumentów, którzy z nabytego doświadczenia wiedzą, że owoce zbyt miękkie są najczęściej stare i/lub przejrzałe, szybciej się psują itd. Mięknienie owoców jest oznaką dojrzewania i działania w surowcu enzymów hydrolitycznych rozkładających związki wysokocząsteczkowe, co prowadzi do rozkładu blaszki środkowej pomiędzy komórkami oraz zmiany konsystencji tkanki. Jest to związane m.in. z działaniem etylenu wydzielanego przez owoce podczas dojrzewania i przechowywania. Efekt działania etylenu można wyeliminować stosując środki blokujące jego receptory w owocach, jak np. 1-MCP. W celu zachowania dobrej jakości mikrobiologicznej i jędrności owoców po zbiorze i w trakcie przechowywania, jak również utleniania etylenu stosuje się też ozonowanie. W pracy P3, w wyniku analizy poziomu enzymów degradujących składniki ścian komórkowych w ozonowanych owocach truskawki, stwierdzono zmniejszoną aktywność tych enzymów, czego bezpośrednim odzwierciedleniem było zachowanie pożądanej twardości owoców podczas 3-dniowego przechowywania w temperaturze pokojowej. Zdaniem Habilitanta, wynika to również pośrednio z wpływu ozonu na poprawę metabolizmu energetycznego komórek i tym samym wzrostu odporności ozonowanych owoców na stres oksydacyjny, niższy poziom reaktywnych form tlenu oraz zachowanie integralności błon komórkowych, co wpływało na stabilność jędrności owoców truskawek podczas całego okresu przechowywania.

Do szczególnie cennych wyników przedstawionych w „osiągnięciu” , z naukowego i praktycznego punktu widzenia, zaliczyć można:

- Ozon korzystnie działa na przedłużenie trwałości owoców jagodowych, nie tylko pod względem jakości sensorycznej i mikrobiologicznej, ale również ich wysokiego potencjału antyoksydacyjnego.
- Ozonowanie reguluje biosyntezę niskocząsteczkowych antyoksydantów, co prowadzi do utrzymania i/lub zwiększenia ich poziomu w owocach, które, zgodnie z zaleceniami żywieniowymi, powinny być głównym źródłem naturalnych przeciwutleniaczy w naszej diecie.
- Ozonowanie, poprzez poprawę metabolizmu energetycznego, zwiększenie aktywności enzymów uczestniczących w oksydacyjnej fosforylacji i poziomu NAD^+ i NADH w owocach, zapobiega oksydacyjnym uszkodzeniom ich tkanek i przyczynia się do utrzymania wysokiej jakości shelf-life owoców po zbiorze.

W podsumowaniu „osiągnięcia” Habilitanta pragnę zwrócić uwagę na bardzo dużą jednorodność tematyczną publikacji wchodzących w skład cyklu. Wszystkie te prace konsekwentnie nawiązują do wiodącej hipotezy badawczej, zgodnie z którą na poprawę jakości i/lub przedłużenie trwałości przechowalniczej owoców jagodowych wpływają nie tylko właściwe warunki przechowywania czy stopień dojrzałości owoców, ale także ozonowanie jako jedna z technik alternatywnych, niekonwencjonalnych, która reguluje metabolizm energetyczny w komórkach i potencjał antyoksydacyjny, co przyczynia się pośrednio i bezpośrednio do kształtowania jakości ozonowanego surowca. Zagadnienia omawiane w osiągnięciu mają istotne znaczenie nie tylko w zakresie poprawy jakości przechowywanych owoców, ale również dla profilaktyki zdrowia konsumenta. W moim przekonaniu Habilitant w pełni zrealizował zakładane cele badawcze przedstawionego do oceny „osiągnięcia”, a uzyskane wyniki poszerzają dotychczasową wiedzę z dyscypliny technologia żywności i żywienia, w zakresie wpływu zabiegu ozonowania na jakość owoców jagodowych.

3.3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych, w tym realizowanych w więcej niż jednej jednostce naukowej

Obszar zainteresowań i badań naukowych dr. inż. Tomasza Piechowiaka jest bardzo szeroki, związany m.in. z tematyką związków bioaktywnych w surowcach oraz produktach ubocznych pochodzenia roślinnego, procesów regulujących potencjał antyoksydacyjny komórek roślinnych, przemian fizyko-chemicznych podczas uprawy i przechowywania surowców roślinnych oraz przedłużania ich trwałości.

Habilitant realizował swoje prace badawcze w kilku ośrodkach naukowych, m.in. w Instytucie Podstaw Chemii Żywności Politechniki Łódzkiej w ramach pracy doktorskiej, co spełnia ustawowy wymóg

aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej (Art. 219 pkt. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.). Po studiach doktoranckich, dr Piechowiak współpracował z naukowcami z Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, w ramach badań związanych m.in. z adipogenezą czy wykorzystaniem terapeutycznego działania nanocząsteczek srebra, prowadzonych metodą *in vitro* na liniach komórkowych (zał. 16-18). Dr Piechowiak współpracuje również z naukowcami z kilku jednostek swojego macierzystego Uniwersytetu.

Tematyka badań naukowych, które Habilitant prowadził lub nadal prowadzi obejmuje ponadto:

- charakterystykę biochemiczną płatków zbożowych oraz możliwości wykorzystania ozonu w przechowywalnictwie i przetwórstwie zbóż,
- ocenę możliwości wykorzystania łuski cebuli w produkcji żywności funkcjonalnej oraz powłok antyoksydacyjnych, częściowo zaprezentowane w pracy doktorskiej,
- ocenę możliwości wykorzystania ozonu jako niekonwencjonalnej metody przedłużania trwałości owoców, w zakresie kształtowania jakości mikrobiologicznej i bioaktywnej, częściowo zaprezentowane w „osiągnięciu naukowym” na stopień doktora habilitowanego,
- badania przechowalnicze nad wykorzystaniem ozonu w przedłużaniu trwałości i poprawie jakości surowców roślinnych (świadośliwa, jabłka, rokitnik, rabarbar, ziemniaki, pędy sosny, szczaw, majeranek) oraz badania uprawowe nad wpływem nawożenia i stosowania pochodnych kwercetyny na status oksydacyjny roślin uprawnych w warunkach stresowych (jęczmień, kukurydza, pszenica);
- ocenę możliwości wykorzystania powłok jadalnych w kształtowaniu jakości mikrobiologicznej i antyoksydacyjnej owoców jagodowych podczas przechowywania.

Udział Doktora Piechowiaka w projektach badawczych obejmuje kierownictwo projektu „Rola metabolizmu energetycznego mitochondriów w kształtowaniu jakości owoców jagodowych przechowywanych w atmosferze ozonu” w ramach programu OPUS, finansowanego przez NCN (2020r.). Obecnie jest to realizacja grantu „Badania nad wykorzystaniem młodych pędów sosny jako źródła związków bioaktywnych do wytwarzania wyrobów cukierniczych” w ramach projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości, gdzie Habilitant pełni rolę kierownika zespołu badawczego w zadaniu „Badania nad modyfikacją procesów wytwarzania i składu w celu zwiększenia potencjału biologicznego żywności”. Ponadto był wykonawcą w czterech innych projektach badawczo-rozwojowych, finansowanych m.in. przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości czy Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

Habilitant był uczestnikiem krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych, na których 10-krotnie prezentował wyniki swoich prac badawczych w formie wygłoszonych referatów lub posterów.

Wielokrotnie powierzano Panu Doktorowi recenzowanie publikacji w międzynarodowych czasopismach naukowych (53 recenzje publikacji, w tym z wydawnictwa Elsevier, Springer i MDPI). Przez ostatni rok pełnił funkcję recenzenta-wolontariusza w trzech czasopismach wydawnictwa MDPI. Od 2021 r. Dr Piechowiak jest edytorem gościnnym w czasopiśmie wyd. MDPI „Horticulture” w wydaniu specjalnym „Postharvest Physiology and Disease of Fruits” oraz edytorem recenzującym w czasopiśmie wyd. Frontiers Media „Frontiers in Plant Science”, sekcji „Plant Physiology”.

Dopełnieniem dorobku naukowego jest również współautorstwo sześciu zgłoszeń patentowych dotyczących efektów przeprowadzonych badań, m.in. nad farmaceutycznym wykorzystaniem młodych pędów sosny, otrzymywaniem ekstraktu z łupin cebuli czy modyfikacją uprawy i przechowywania owoców pomidora.

Dość skromny jest natomiast udział Pana Doktora w stażach naukowych. Jedynym opisanym w autoreferacie jest krótkoterminowy (7-dniowy) staż naukowy z zakresu technik biologii molekularnych odbyty w Katedrze Biotechnologii i Biologii Komórki Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie (zał. 19).

Doktor T. Piechowiak nie był dotychczas opiekunem pracy doktorskiej, ani nie pełnił funkcji promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim.

Za swoją działalność naukową i badawczo-rozwojową, dr Piechowiak został kilkakrotnie uhonorowany, w tym Złotym Medalem na XIV Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG 2021 oraz wyróżnieniem Ministra Edukacji i Nauki podczas XV Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG 2022, za prezentowany na w/w targach wynalazek. W roku 2020 otrzymał stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców, a w 2021 r. stypendium START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej dla wybitnych młodych naukowców.

Doktor Tomasz Piechowiak, poza pracami ujętymi w osiągnięciu naukowym (9) jest autorem/współautorem 50 oryginalnych prac twórczych, w tym 37 prac opublikowanych w czasopismach wymienionych w Journal Citation Reports, 13 prac bez współczynnika wpływu. Dopełnieniem dorobku naukowego jest 10 prac w materiałach konferencyjnych oraz 6 zgłoszeń patentowych. Łączny dorobek publikatorski (wyluczając „osiągnięcie”) obejmuje więc 66 pozycji.

Wartościowe analizowanie dorobku naukowego Habilitanta wskazuje, że (poza „osiągnięciem”) sumaryczny Impact Factor, zgodnie z rokiem wydania wynosi 150,25 (po uzyskaniu stopnia doktora 143,96), wartość punktowa MEiN 4510 (po uzyskaniu stopnia doktora 4080), wg wykazu MEiN z 1.12.2021 r. Wg danych WoS w momencie składania wniosku na dzień 30.11.2022 r., wszystkie prace

były cytowane 265 razy, a Indeks Hirscha wynosił 9. Taki dorobek ilościowo i wartościowo należy uznać za znaczący i odpowiedni dla naukowca ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego.

Publikacje ukazały się łącznie w 32 różnych czasopismach, w tym w 28 z listy JCR. Opublikowanie manuskryptów w tylu różnych czasopismach wskazuje, że prace dr. Piechowiaka zyskały pozytywną ocenę wielu edytorów i recenzentów, co świadczy o wysokim poziomie tych prac. Publikacje z listy JCR to prace zbiorowe z udziałem od 2-9 współautorów. Habilitant jest w nich 16 razy pierwszym autorem. Liczba współautorów prac świadczy o owocnej współpracy dr. Piechowiaka z wieloma ośrodkami i zespołami badawczymi.

Przedstawiony do oceny dorobek naukowy jest znaczący, zarówno jakościowo, jak i ilościowo, ukierunkowany na ocenę jakości i przedłużanie trwałości surowców i produktów żywnościowych pochodzenia roślinnego, w tym kształtowanie ich wartości bioaktywnej i bezpieczeństwa mikrobiologicznego.

3.4. Ocena działalności dydaktycznej

Działalność dydaktyczna dr inż. Tomasza Piechowiaka obejmuje prowadzenie zajęć w formie ćwiczeń i wykładów dla studentów kierunku Technologia żywności i żywienie człowieka Uniwersytetu Rzeszowskiego, z przedmiotów takich jak: Inżynieria procesowa w przemyśle spożywczym, Biochemia żywności, Analiza żywności, Procesy enzymatyczne w produkcji żywności, Analityka substancji smakowo-zapachowych, na kierunku Odnawialne źródła energii i gospodarka odpadami zajęcia np. z Podstawy inżynierii procesowej i Systemy kontrolno-pomiarowe, zaś na kierunku Dietetyka z przedmiotu Analiza i ocena jakości żywności. Jest koordynatorem przedmiotu Współczesne kierunki w analizie żywności na kierunku TŻiŻCZ. Szkoda, że nie przedstawiono dokładniejszych informacji w zakresie wymiaru godzinowego prowadzonych zajęć, w tym podziału na godziny wykładowe i ćwiczeniowe.

Habilitant pełnił dotychczas funkcję promotora w 10 pracach dyplomowych (5 inż. i 5 mgr) oraz recenzenta 15 prac dyplomowych na kierunku Technologia żywności i żywienie człowieka.

Przedstawiony dorobek dydaktyczny oceniam pozytywnie i stwierdzam, że spełnia on wymagania dla kandydatów ubiegających się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

3.5. Ocena działalności organizacyjnej i popularyzującej wiedzę

Do działalności organizacyjnej dr. Tomasza Piechowiaka zaliczyć można członkostwo w Radzie Młodych Naukowców Uniwersytetu Rzeszowskiego (od 2020 r.), w Komisji ds. oceny uczelnianych grantów dla młodych naukowców UR (od 2021 r.), w Komisji ds. opracowania Strategii Rozwoju Kolegium Nauk

Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego. Ponadto Habilitant uczestniczył w organizacji konferencji naukowej pt. „III Podkarpacka Konferencja Młodych Naukowców” w Rzeszowie 12-14 października 2017 r.

W ramach popularyzowania wiedzy, Habilitant prowadził warsztaty naukowe dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych podczas Pierwszego Międzyszkolnego Konkursu „Doświadczenia wokół nas” (2017 r.) oraz Dnia Technologa Żywności na Uniwersytecie Rzeszowskim (2022 r.).

Ponadto, podczas realizacji projektu OPUS 18 „Rola metabolizmu energetycznego mitochondriów w kształtowaniu jakości owoców jagodowych przechowywanych w atmosferze ozonu”, udzielił na ten temat wywiadu w Polskim Radiu Rzeszów (2021 r.)

W ramach działalności popularyzującej naukę, Habilitant wskazał również opublikowanie trzech artykułów przeglądowych, z zakresu zdolności antyoksydacyjnej produktów roślinnych, wykorzystania ozonu w przechowywaniu owoców oraz wartości wypiekowej mąki, które ukazały się w czasopismach branżowych wydawnictwa Sigma-Not, w latach 2016-17 (zał. 40-42). W mojej ocenie artykuły te lepiej byłoby zaliczyć do naukowych prac przeglądowych, zwłaszcza pozycję dotyczącą metod pomiaru aktywności antyoksydacyjnej.

Przedstawione powyżej dokonania spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, w zakresie działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej.

3.6. Uwagi

Zapoznając się z autoreferatem i materiałami w wersji elektronicznej nasunęło mi się kilka uwag. W rozdziale 6.3. autoreferatu, do działalności popularyzatorskiej Habilitant zaliczył udział w konferencjach naukowych (prezentowanie referatów i posterów z prac naukowych), pełnienie funkcji edytora w czasopismach naukowych oraz recenzowanie artykułów naukowych. W moim przekonaniu działania te należy zaliczyć do dorobku naukowego. Wskazane w autoreferacie artykuły popularnonaukowe (zał. 40-42), moim zdaniem nie spełniają definicji tego rodzaju prac i należałoby je zaliczyć do naukowych prac przeglądowych. Ponadto numery kilku załączników w autoreferacie nie odpowiadają numeracji w materiałach elektronicznych, a skany poszczególnych stron w paru artykułach są „wklejone” do plików w odwróconej pozycji („do góry nogami”). Jednocześnie chciałbym podkreślić, że uwagi te w żaden sposób nie umniejszają wartości merytorycznej przedstawionego dorobku.

4. Ocena końcowa

W podsumowaniu powyższych ocen stwierdzam, że dokumentacja dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego dr. inż. Tomasza Piechowiaka oraz monotematyczny cykl publikacji naukowych pt.: „Badanie przemian biochemicznych zachodzących w owocach jagodowych podczas przechowywania w atmosferze ozonu”, przedstawiony w celu uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego spełnia warunki zawarte w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zmianami).

Oceniając całokształt przedstawionego do oceny dorobku dr. inż. Tomasza Piechowiaka, w działalności naukowej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej pragnę podkreślić, że:

- Przedstawiony cykl publikacji stanowiący „osiągnięcie” ma znaczącą wartość naukową, związaną z aktualnymi trendami kształtowania jakości surowców i produktów żywnościowych z wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod przedłużania trwałości podczas przechowywania, co przekłada się na dużą wartość aplikacyjną tych prac;
- Pozostały dorobek naukowy również spełnia wymogi stawiane Kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, poszerza zakres wiedzy o produkcji surowców i produktów żywnościowych o wysokim potencjale prozdrowotnym i bezpieczeństwie mikrobiologicznym oraz wykorzystaniu roślinnych związków bioaktywnych w preparatach farmaceutycznych i profilaktyce zdrowotnej;
- Dokonania dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie są wystarczające i potwierdzają doświadczenie edukacyjne, umiejętność współpracy z innymi zespołami badawczymi i jednostkami otoczenia uczelnianego i gospodarczego;
- Dokonania Habilitanta wnoszą znaczący wkład poznawczy i praktyczny w rozwój nauk o żywności i żywieniu.

Popieram wniosek dr. inż. Tomasza Piechowiaka o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie technologia żywności i żywienia. W związku z powyższym przedkładam wniosek do Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie Pana dr. inż. Tomasza Piechowiaka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



dr hab. Dorota Walkowiak-Tomczak, prof. UPP

Poznań, 2 maja 2023 r.