Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa
(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego, wybranego do przeprowadzenia postępowania)
za pośrednictwem:
Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Anna Sadowska
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 02.06.2022

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie **nauki rolnicze**

w dyscyplinie **technologia żywności i żywienia**[1]

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Ocena wybranych właściwości bioaktywnych, technologicznych i sensorycznych proszków z owoców jagodowych otrzymanych innowacyjną metodą strumieniowo-fluidyzacyjnego rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem w odniesieniu do innych najczęściej stosowanych metod oraz ich zastosowanie w projektowaniu składu funkcjonalnych napojów regenerujących.

Wnioskuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~**tajnym**~~**/jawnym***[2]

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl , tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.

[1] Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

[2] * Niepotrzebne skreślić.

232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

Anna Sadowska
.....
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora.
2. Dane wnioskodawcy.
3. Autoreferat w języku polskim.
4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny
5. Kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia wraz z oświadczeniami współautorów, publikacje powstałe w więcej niż jednej jednostce naukowej
6. Forma elektroniczna wniosku wraz z załącznikami – 2 szt. pendrive.

Załącznik 3

Autoreferat

Dr inż. Anna Sadowska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej

Warszawa, 2022

Spis treści

1. Imię i nazwisko 3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe 3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych 3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.)....4
   4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego 4
   4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego 4
   4.3. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania 7
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej 36
   5.1. Ocena cech jakościowych i przydatności kulinarnej mięsa wołowego pochodzącego od zwierząt rasy mięsnej i mlecznej oraz ocena sensoryczna mięsa wieprzowego w zależności od zastosowanej metody kastracji 38
   5.2. Ocena właściwości fizykochemicznych, sensorycznych i bioaktywnych składników żywności funkcjonalnej oraz projektowanie i ocena jej składu.... 41
   5.3. Inna działalność naukowa.... 44
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę 49
   6.1. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych.... 49
   6.2. Informacja o osiągnięciach organizacyjnych i popularyzujących naukę.... 51
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej 51
   7.1. Wskaźniki dokonań naukowych.... 51
   7.2. Udział w konferencjach naukowych 53
   7.3. Udział i rola w projektach badawczych i innych pracach naukowo-badawczych 53
   7.4. Inne istotne informacje dotyczące kariery naukowej 54

1. Imię i nazwisko

Anna Sadowska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

2014 Doktor inżynier nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, praca doktorska pt. „Analiza uwarunkowań jakości sensorycznej i wartości odżywczej mięsa wołowego" wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Franciszka Świderskiego

2013 Podyplomowe Studia Przygotowania Pedagogicznego Nauczycieli (trzy-semestralne), Wydział Nauk Społecznych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

2009 Magister inżynier, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, praca magisterska pt. „Właściwości przeciwutleniające i zawartość związków polifenolowych w rynkowych sokach warzywnych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej", wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Franciszka Świderskiego

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

01.10.2016 – obecnie Adiunkt
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

15.09.2011 – 01.10.2016 Asystent
Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.)

Osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) stanowi jeden monotematyczny cykl publikacji naukowych, składający się z sześciu publikacji.

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Ocena wybranych właściwości bioaktywnych, technologicznych i sensorycznych proszków z owoców jagodowych otrzymanych innowacyjną metodą strumieniowo-fluidyzacyjnego rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem w odniesieniu do innych najczęściej stosowanych metod oraz ich zastosowanie w projektowaniu składu funkcjonalnych napojów regenerujących.

4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

O.1. Sadowska A., Świderski F., Hallmann E. (2020): Properties of raspberry powder obtained by a new method of fluidised-bed jet milling and drying compared to other drying methods, Journal of the Science of Food and Agriculture, 100, 11, 4303-4309.

Punkty MEiN[1] = 100; IF^{2}_{2020} = 3,639; $IF_{5\text{-letni}}$ = 3,547

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu technologicznych i większości badań analitycznych, analizie uzyskanych wyników, przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 85%.

O.2. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R., Hallmann E. (2019): Comparison of quality and microstructure of chokeberry powders prepared by different drying methods, including innovative fluidised bed jet milling and drying, Food Science and Biotechnology, 28, 4, 1073-1081.

Punkty MEiN = 40; IF_{2019}= 1,513; $IF_{5\text{-letni}}$ = 2,468

[1] Punkty MEiN według: komunikatu z dn. 31.07.2019, 18.12.2019 i 18.02.2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych

[2] Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu badań technologicznych i większości badań analitycznych, analizie uzyskanych wyników, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 85%.

O.3. Sadowska A., Świderski F., Hallmann E., Świąder K. (2021): Assessment of Chokeberry Powders Quality Obtained Using an Innovative Fluidized-Bed Jet Milling and Drying Method with Pre-Drying Compared with Convection Drying, Foods, 10, 2, 1-17.

Punkty MEiN = 70; IF_{2021} = 4,350; $IF_{5\text{-letni}}$ = 4,957

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu większości badań analitycznych i technologicznych, analizie uzyskanych wyników, udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 80%.

O.4. Sadowska A., Rakowska R., Świderski F., Kulik K., Hallmann E. (2019): Properties and microstructure of blackcurrant powders prepared using a new method of fluidized-bed jet milling and drying versus other drying methods, CyTA-Journal of Food, 17, 1, 439-446.

Punkty MEiN = 40; IF_{2019} = 1,653; $IF_{5\text{-letni}}$ = 2,350

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu większości badań analitycznych i technologicznych, analizie i zestawieniu wyników w formie tabelarycznej, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy szacuję na 80%.

O.5. Sadowska A., Świderski F., Laskowski W. (2020): Osmolality of Components and Their Application in the Design of Functional Recovery Drinks, Applied Sciences-Basel, 10, 21, 1-12.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 2,679; $IF_{5\text{-letni}}$ = 2,736

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu badań technologicznych i analitycznych, analizie i zestawieniu wyników w formie tabelarycznej, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy szacuję na 90%.

O.6. Sadowska A., Świderski F., Kulik K., Waszkiewicz-Robak B. (2021): Designing Functional Fruit-Based Recovery Drinks in Powder Form That Contain Electrolytes, Peptides, Carbohydrates and Prebiotic Fiber Taking into Account Each Component'S Osmolality, Molecules, 26, 18, 1-15.

Punkty MEiN = 100; IF_{2021} = 4,412; $IF_{5\text{-letni}}$ = 4,189

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wiodącym udziale w opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu badań technologicznych i większości badań analitycznych, analizie uzyskanych wyników, udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 80%.

Sumaryczny Impact Factor (IF) dla szesciu publikacji naukowych, stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, wynosi: 18,246 ($IF_{5\text{-letni}}$ 20,247).
Suma punktów według punktacji MEiN wynosi: 420.
We wszystkich sześciu pracach jestem pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym.
Kopie prac wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe wraz z oświadczeniami współautorów określających ich wkład w powstanie każdej publikacji stanowią Załącznik 5.

4.3. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Wstęp

Producenci żywności wykazują coraz większe zainteresowanie proszkami owocowymi, które mogą być źródłem składników bioaktywnych lub stanowić naturalne dodatki smakowo-zapachowe i barwiące, zastępując szeroko stosowane aromaty i barwniki znakowane symbolem „E". Spośród nich największym uznaniem cieszą się proszki z grupy owoców określanych jako tzw. „superfruits", mogące znaleźć zastosowanie w produkcji żywności funkcjonalnej i suplementów diety o różnym przeznaczeniu, jako źródło składników bioaktywnych, takich jak witamina C, związki polifenolowe oraz karotenoidy. Do grupy owoców „superfruits", o wysokiej zawartości składników bioaktywnych i wysokim potencjale antyoksydacyjnym, zalicza się również owoce jagodowe, takie jak: aronia, czarna porzeczka, truskawka, malina, które, jak wykazały nasze badania, zastosowane w postaci proszku już w niewielkiej ilości (10-30g) mogą pokryć dzienne zapotrzebowanie organizmu na witaminę C.

Zawartość składników bioaktywnych oraz właściwości antyoksydacyjne proszków zależą od metody suszenia surowców, z których się je otrzymuje (Wojdyło i wsp., 2009; Si i wsp., 2016). Powszechnie stosowanymi metodami otrzymywania proszków z owoców jest ich suszenie do uzyskania niskiej aktywności wody (aw<0,3) z wykorzystaniem metody konwekcyjnej, próżniowej i sublimacyjnej, a następnie rozdrabnianie uzyskanych suszów do pożądanej dla proszków granulacji. Szeroko stosowane jest również suszenie soków (rzadziej przecierów) metodą rozpyłową, przy której niezbędne jest zastosowanie nośnika (zwykle maltodekstryny w ilości 50-60%) (Gawełek i wsp., 2017). Często stosowaną metodą jest suszenie konwekcyjne, przy czym metoda ta powoduje dużą degradację składników bioaktywnych wskutek konieczności długotrwałego suszenia do osiągnięcia niskiej aw i zawartości wody umożliwiającej rozdrabnianie owoców do postaci proszku. Owoce zawierają w swoim składzie pektyny oraz cukry na dość wysokim poziomie, które powodują zlepianie się cząstek utrudniając znacznie ich suszenie i rozdrabnianie (Kulling i Rawel, 2008). Wysokie zachowanie składników bioaktywnych i potencjału antyoksydacyjnego owoców i otrzymanych z nich proszków zapewnia suszenie sublimacyjne, przy czym proces ten jest kilkakrotnie droższy od innych powszechnie stosowanych metod suszenia (Ratti, 2001).

W literaturze można znaleźć wiele badań dotyczących możliwości stosowania szeregu innych metod kombinowanych, w których wykorzystuje się m.in. mikrofale, pulsujące pole elektryczne, ultradźwięki, zwykle połączone z suszeniem konwekcyjnym oraz połączone metody oparte na pulsacyjnym polu elektrycznym oraz ultradźwiękach (Beaudry i wsp., 2003; Reyes i wsp., 2008; Wojdyło i wsp., 2009; Wiktor i wsp. 2022). Techniki te budzą duże zainteresowanie naukowców i inżynierów, przy czym w przemyśle spożywczym stosowane są w ograniczonym zakresie (Arvanitoyannis i wsp., 2017).

Duże zainteresowanie budzi wykorzystanie metody strumieniowo-fluidyzacyjnej (s-Jet) do mikronizacji materiałów twardych (Joshi, 2011), a ostatnio również do mikronizacji z równoczesnym ich suszeniem (Neztsch, https://grinding.netzsch.com/en/products-and-solutions/dry-grinding/s-jet-steam-jet-mill). W metodzie strumieniowo-fluidyzacyjnej przy zastosowaniu młyna strumieniowego ze złożem fluidalnym następuje mikronizacja materiału zdolnego do fluidyzacji do drobnych lub ultradrobnych cząstek w wyniku rozprężania sprężonego gazu w komorze fluidyzacyjnej. W metodzie s-Jet wprowadzony do komory fluidyzacyjnej gaz wprawia w drgania cząsteczki materiału, w wyniku wzajemnych zderzeń wysokoenergetycznych cząstek materiału w strumieniu powietrza (lub gazu obojętnego lub pary) następuje rozdrabnianie ich do pożądanej wielkości. Pożądaną wielkość cząstek uzyskuje się poprzez regulację wzajemnych zderzeń cząstek oraz ich segregację. Silny przepływ wysokoenergetycznego strumienia powietrza powoduje szybkie odparowanie wody z mikronizowanego materiału. Powstałe cząstki wydzielają ciepło i zwiększają energię strumienia powietrza w wyniku działania dwóch przeciwstawnych sił: siły masy i siły oporu. Prędkość suszącego powietrza zależy od prędkości strumienia i temperatury, które są związane z częstotliwością zderzeń rozdrabnianych cząstek materiału (Joshi, 2011).

Ostatnio firma Netzsch Vakumix GmbH (Niemcy) (https://www.netzsch-grinding.com/en/products-solutions/dry-grinding/s-jet-steam-jet-mill/) wprowadziła na rynek innowacyjne urządzenie do mikronizacji z jednoczesnym suszeniem oparte na systemie s-Jet, gdzie jako gaz wykorzystuje się przegrzaną parę wodną (s-Jet steam). Producent zaleca stosowanie tej metody przede wszystkim do rozdrabniania twardych materiałów do rozmiarów nano, m.in. do produktów ceramicznych, minerałów, farmaceutyków i kosmetyków bez potrzeby ich dosuszania. Brak jest danych, aby metoda ta była stosowana już w przemyśle spożywczym do otrzymywania proszków z materiału roślinnego. W Polsce zostały zainstalowane podobne eksperymentalne urządzenia wykorzystujące energię fluidalną do rozdrabniania z możliwością jednoczesnego suszenia, dostosowane konstrukcyjnie do

otrzymywania proszków z materiału roślinnego z zastosowaniem zamiast przegrzanej pary silnego strumienia powietrza o niższej prędkości (ok. 50 m/s) niż w metodzie s-Jet steam (ok. 550 m/s) (Specyfikacja linii otrzymywania proszków metodą strumieniowo-fluidyzacyjną, 2017). Metoda ta, zwana metodą strumieniowo-fluidyzacyjnego rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem (ang. fluidized bed jet milling and drying method; FBJD) pozwala uzyskać pożądane rozdrobnienie materiału roślinnego z jednoczesnym suszeniem do niskiej aktywności wody (<0,3). Zasada działania tej metody jest podobna do wyżej omówionego systemu s-Jet. W metodzie tej odparowanie wody z surowca rozdrobnionego do postaci cząstek może odbywać się w szerokim zakresie temperatur, w tym poniżej 50 °C. W proszkach otrzymywanych z owoców lub warzyw nie jest wymagana ich wysoka mikronizacja. Zwykle pożądane wartości wielkości cząstek wahają się od 10 do 500 μm, a aktywność wody zabezpieczającej ich trwałość wynosi <0,3. Dlatego też w metodzie FBJD zastosowano znacznie niższe wartości energii strumienia powietrza (prędkość i temperatura) niż w metodzie s-Jet, gdzie wymagany jest wysoki stopień mikronizacji (<10 μm) rozdrabnianego materiału. W celu zwiększenia wydajności procesu producent zaleca wstępne podsuszanie materiału o wysokiej aktywności wody (np. metodą konwekcyjną).

W dostępnej literaturze brak jest danych porównujących zawartość związków bioaktywnych w proszkach otrzymanych z surowców roślinnych nową metodą strumieniowo-fluidyzacyjną (FBJD) z innymi metodami, tj. metodą konwekcyjną (ang. convective drying; CD), próżniową (ang. vaccum drying; VD), czy sublimacyjną (ang. freeze-drying; FD) oraz z proszkami otrzymanymi metodą suszenia rozpyłowego (ang. spray drying; SD). Wstępne badania dotyczące możliwości zastosowania metody FBJD do otrzymywania proszków z warzyw oraz aronii (o dość twardej teksturze) na zainstalowanej linii eksperymentalnej, wykonane pod moim kierunkiem, były bardzo obiecujące, gdyż uzyskane proszki charakteryzowały się wysoką jakością sensoryczną i zachowaniem składników bioaktywnych (Sadowska i wsp., 2015, 2017). Było to przesłanką do podjęcia szerszych badań wchodzących w skład niniejszego osiągnięcia z zastosowaniem trudnych do wysuszenia owoców, ze względu na podatność do zlepiania się cząstek, tj. maliny, czarnej porzeczki, aronii, charakteryzujących się jednocześnie wysoką zawartością składników bioaktywnych i aktywnością przeciwutleniającą. Wykonane z moim udziałem badania były bardzo pomocne w optymalizacji procesu suszenia i rozdrabniania metodą FBJD w pracach wdrożeniowych. Obecnie badana metoda jest w końcowym etapie testowania na zmodyfikowanej linii eksperymentalnej i można spodziewać się, że wkrótce będzie mogła znaleźć szersze

zastosowanie. Przeprowadzone badania mogą mieć duże znaczenie zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i aplikacyjnego, gdyż wskażą uwarunkowania i przydatność testowanej innowacyjnej metody strumieniowo-fluidyzacyjnej (FBJD) do produkcji proszków z materiału roślinnego o zróżnicowanej teksturze oraz wskażą możliwość szerszego wykorzystania proszków z owoców jagodowych w wyrobach funkcjonalnych o wysokiej wartości odżywczej.

Proszki owocowe szczególnie z grupy „superfriuts" mogą być cennym źródłem składników odżywczych, a szczególnie witaminy C i polifenoli, gdyż występują one w proszkach w postaci skoncentrowanej, w ilości 7-9 razy większej niż w świeżych owocach. Mogą również stanowić naturalne źródło związków poprawiających barwę, smak i zapach projektowanej z ich udziałem żywności (Sadowska i wsp., 2017). W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących projektowania składu napojów funkcjonalnych w postaci proszku o kontrolowanej osmolalności, zawierające w swoim składzie istotny z punktu żywieniowego, dodatek proszków owocowych, które mogłyby być przeznaczone dla osób aktywnych fizycznie (sportowców), jako napoje regenerujące stosowane po intensywnym wysiłku. Dostępne dane literaturowe dotyczą głównie ustalenia wpływu osmolalności węglowodanów pochodzących z różnych źródeł na fizjologiczne nawodnienie organizmu (Urdampilleta i wsp., 2015; Faria i wsp., 2017; Pound i wsp., 2017). Inne dane (Brouns i Kovacs, 1997; Stasiuk i Przybyłowski, 2017) dotyczą charakterystyki niektórych parametrów składu, takich jak: pH, kwasowość i osmolalność różnych napojów rynkowych. Dlatego też w niniejszym osiągnieciu podjęto badania dotyczące możliwości zaprojektowania innowacyjnego, nieprodukowanego dotychczas funkcjonalnego napoju w postaci proszku, przeznaczonego do spożycia po rozcieńczeniu wodą, o właściwościach regenerujących organizm osób po intensywnym wysiłku fizycznym (w tym sportowców) o określonej, wymaganej osmolalności zapewniającej właściwe nawodnienie organizmu oraz jednocześnie dostarczającego odpowiedniej ilości węglowodanów, elektrolitów, składników bioaktywnych i białkowych, wykorzystując dostępne dane literaturowe dane z tego zakresu (Rehrer i wsp., 1992; Wagenmakers i wsp., 1993; Brouns i Kovacs, 1997; Mettler i wsp., 2006). Przy projektowaniu składu recepturowego napojów regeneracyjnych o zalecanej dla tego typu napojów osmolalności, zbadano możliwość wykorzystania zależności regresyjnych pomiędzy stężeniem a oznaczoną osmolalnoscią komponentów wchodzących w ich skład. Założono, że znajomość w/w zależności będzie bardzo pomocne przy opracowaniu składu recepturowego projektowanych wyrobów, zastępując stosowaną dotychczas pracochłonną metodę kolejnych przybliżeń.

4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań:

Cel osiągnięcia naukowego, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) przedstawiono poniżej.

Cel główny osiągniecia stanowiącego cykl monotematycznych publikacji:

Celem badań wchodzących w skład niniejszego osiągnięcia była ocena wybranych właściwości funkcjonalnych proszków otrzymanych z owoców jagodowych, których suszenie do niskiej aktywności wody jest utrudnione ze względu na podatność cząstek do zlepiania się, otrzymanych dotychczas niestosowaną do tego celu metodą strumieniowo-fluidyzacyjnego rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem (ang. fluidized bed jet milling and drying method; FBJD) w odniesieniu do innych najczęściej stosowanych metod oraz zastosowanie proszków z owoców jagodowych w projektowaniu składu funkcjonalnych napojów regenerujących o wysokiej wartości odżywczej i określonej osmolalności przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie.

W pracy postawiono hipotezę, że proszki otrzymane metodą FBJD z owoców z grupy tzw. „superfruits", ze względu na stosowany krótki kilkuminutowy czas procesu rozdrabniania i jednoczesnego suszenia w złożu fluidalnym oraz wstępne podsuszanie w temperaturze powodującej inaktywację enzymów oksydacyjnych, będą charakteryzowały się wysoką zawartością składników bioaktywnych, jakością sensoryczną i właściwościami technologicznymi porównywalnymi do proszków otrzymywanych przez liofilizację owoców i ich rozdrabnianie oraz wyższymi od proszków otrzymanych metodą konwekcyjną, próżniową, czy rozpyłową. Założono również, że proszki te, podobnie jak otrzymane metodą liofilizacji będą mogły być wykorzystane jako źródło składników bioaktywnych w projektowanych funkcjonalnych napojach regenerujących o kontrolowanej osmialności przeznaczonych do spożycia przez osoby aktywne fizycznie, w tym sportowców po zakończonym treningu.

Cele szczegółowe monotematycznego cyklu publikacji:

1. Ocena wybranych właściwości bioaktywnych, technologicznych, sensorycznych i mikrostruktury proszków otrzymanych z owoców jagodowych metodą FBJD w porównaniu do innych najczęściej stosowanych metod suszenia owoców, tj. metody konwekcyjnej (ang. convective drying; CD), próżniowej (ang. vaccum drying; VD), sublimacyjnej (ang. freeze-drying; FD), a następnie doprowadzenia wysuszonych owoców do postaci proszku oraz w

porównaniu do proszku uzyskanego po suszeniu rozpyłowym soku owocowego (ang. spray drying; SD).

2. Zastosowanie proszków z owoców jagodowych jako komponentów projektowanych funkcjonalnych napojów regenerujących przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie.

Ad 1. Ocena wybranych właściwości technologicznych, sensorycznych i mikrostruktury proszków otrzymanych z owoców jagodowych metodą FBJD w porównaniu do innych najczęściej sosowanych metod (O.1, O.2, O.3., O.4.)

W przeprowadzonych badaniach wchodzących w skład osiągnięcia oceniono właściwości technologiczne, takie jak: aktywność wody (aw), wodochłonność (WHC), rozpuszczalność (WSI), barwę, granulację, jakość mikrobiologiczną i sensoryczną oraz mikrostrukturę proszków z owoców jagodowych otrzymanych innowacyjną metodą FBJD w odniesieniu do w/w cech proszków otrzymanych najczęściej stosowanymi w przemyśle metodami suszenia, takimi jak: konwekcyjną, sublimacyjną, próżniową i rozpyłową. Do badań wybrano owoce jagodowe (aronia, czarna porzeczka, malina) o wysokiej zawartości cukrów i pektyn i miękkiej teksturze, których suszenie do niskiej aktywności wody jest utrudnione. Badane w pracy owoce znane są z wysokiej zawartości składników bioaktywnych (zaliczane są często do grupy tzw. „superfruits"), co jest ważne z punktu widzenia możliwości ich zastosowania podczas projektowania żywności funkcjonalnej i suplementów diety.

Aktywność wody jako miernik określający właściwości proszków

W przypadku otrzymywania proszków owocowych (szczególnie z owoców jagodowych) bardzo ważnym miernikiem określającym ich właściwości jest aktywność wody (aw) oraz rozpuszczalność, która warunkuje ich właściwości technologiczne (sypkość, podatność na zlepianie się) oraz określa możliwość, łatwość rozdrabniania materiału do postaci proszku. Aktywność wody wpływa również na takie właściwości technologiczne jak wodochłonność i barwa proszków oraz jakość mikrobiologiczna i trwałość przechowalnicza.

Wykonane badania dotyczące możliwości otrzymania proszków z owoców jagodowych na przykładzie aronii, poprzez ich rozdrabnianie/mikronizację wykazały, że do uzyskania proszków o odpowiednich w/w właściwościach niezbędne jest ich wysuszenie do aw <0,3, optymalnie <0,2 (przy suszeniu metodą owiewową-konwekcyjną). Przy wyższej aw (>0,4) rozdrabniane owoce mają postać lepkiej, zbrylającej się masy owocowej, znacznie odbiegającej od postaci proszków. Wysuszenie owoców jagodowych do aw <0,3 wymaga długiego czasu ich suszenia, który w przypadku suszenia konwekcyjnego, w przeprowadzonych badaniach, w

zależności od stosowanych warunków suszenia wynosił od 16 h w temp. 70 °C do 28 h w temp 50 °C. Dane literaturowe podają podobny lub krótszy czas suszenia owoców jagodowych, co uwarunkowane jest zarówno składem chemicznym suszonych owoców jak również rozwiązaniami konstrukcyjnymi suszarni (Samoticha i wsp., 2016). Tak długi czas suszenia owoców jest niekorzystny zarówno z punktu widzenia ich właściwości fizykochemicznych, jak również wartości odżywczej, a szczególnie zawartości składników bioaktywnych. Dlatego też uzasadnione jest zbadanie możliwości zastosowania podanej w osiągnięciu innowacyjnej metody FBJD, w której proces technologiczny przebiega w znacznie krótszym czasie.

Metoda strumieniowo-fluidyzacyjna (s-Jet steam) jest stosowana dotychczas do rozdrabniania materiałów twardych, a ostatnio polecana również do rozdrabniania i suszenia materiałów o wilgotności <50% (Netzsch, https://www.netzsch-grinding.com/en/products-solutions/dry-grinding/s-jet-steam-jet-mill/). Wykonane badania własne (O.1. – O.4.) wykazały, że w przypadku materiałów roślinnych, a szczególnie owoców jagodowych, zastosowanie metody FBJD wymaga ich wstępnego podsuszania w celu uzyskania niższej aw i twardszej tekstury owoców. Jako odpowiednią aw zapewniającą właściwą teksturę owoców umożliwiającą rozdrobnienie i jednoczesne dosuszenia tą metodą przyjęto aw wynoszącą 0,4. W przypadku warzyw charakteryzujących się twardą teksturą i niską wilgotnością, niewykazujących znacznej tendencji do zbrylania się cząstek, proces podsuszania wstępnego może nawet być pominięty. W przypadku jarmużu przyjęto jako odpowiednią zawartość wody równą 20% (Sadowska i wsp. 2017). W innych przypadkach wskazane jest prowadzenie wstępnego podsuszania, lecz do znacznie wyższej aw i w krótszym czasie.

Zastosowanie metody FBJD ze wstępnym podsuszaniem prawie dwukrotnie skraca czas otrzymywania proszków z owoców jagodowych, ponieważ w pierwszym etapie suszenia znacznie łatwiejsze jest usunięcie wody wolnej z materiału suszonego, szczególnie o miękkiej, delikatnej teksturze, niż w dalszym suszeniu do wymaganej dla proszków aw <0,3. Proces suszenia i rozdrabniania materiału podsuszanego w strumieniu fluidalnym w metodzie FBJD jest bardzo krótki, trwa zaledwie kilkanaście minut i może być prowadzony w niskiej temperaturze (<50 °C).

Jakość mikrobiologiczna podsuszanych owoców i otrzymanych z nich proszków

Przeprowadzone przeze mnie badania jakości mikrobiologicznej owoców aronii i otrzymanych z niej proszków metodą FBJD, z wstępnym podsuszaniem owoców do aw 0,4, metodą konwekcyjną, przy zastosowaniu przemysłowej suszarni z silnym owiewem powietrza, w temperaturach 50, 60 i 70 °C, w czasie wynoszącym odpowiednio 12, 10 i 8 godzin, wykazały

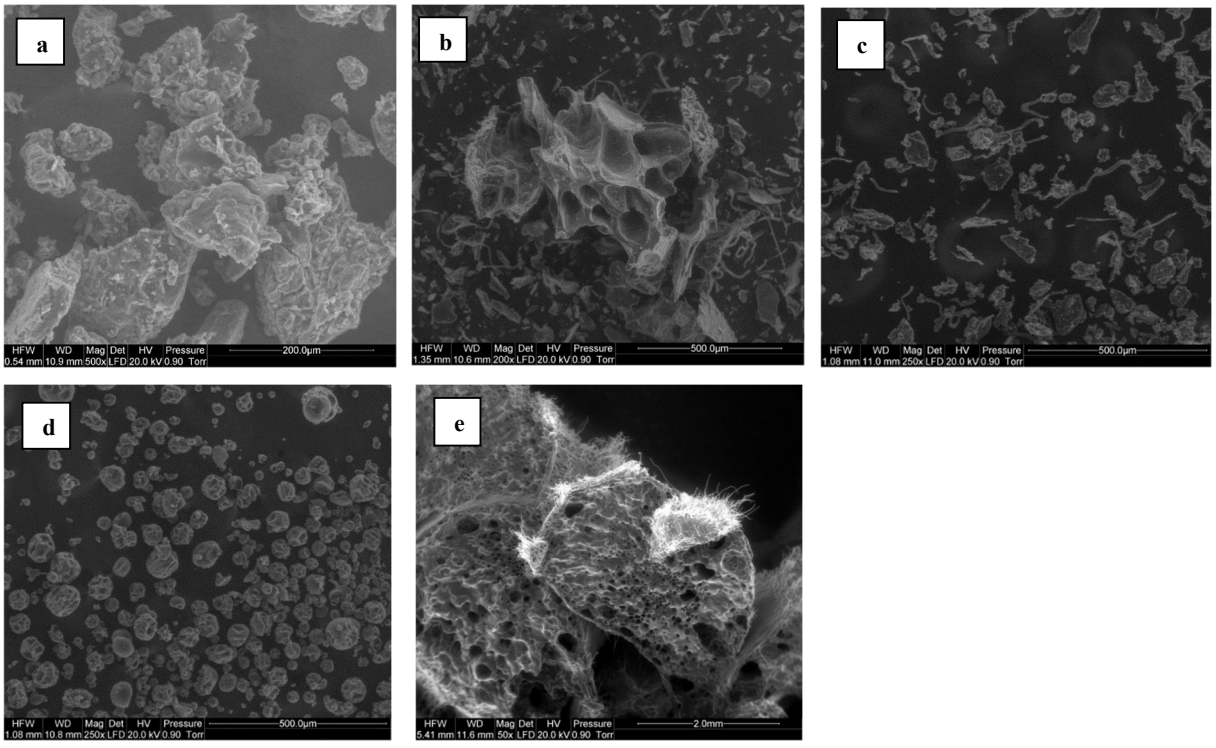
niską liczbę pleśni i drożdży (<10 jtk/g) w owocach suszonych w temp. 60 i 70 °C. Owoce suszone w temp. 50 °C do aw 0,4 posiadały znacznie wyższą zawartość zarówno drożdży, pleśni, jak i wyższą całkowitą liczbę bakterii mezofilnych. Można to wytłumaczyć wolniejszym przenikaniem ciepła do wnętrza owoców i utrzymaniem się przez dłuższy czas optymalnej temperatury do ich rozwoju. Również w badaniach Charpe i wsp. (2019) stwierdzono, że owoce aronii suszone w temp. 50 °C, a następnie rozdrabniane, posiadały znacznie wyższą zawartość drobnoustrojów niż owoce świeże, co autor tłumaczy sprzyjającymi warunkami temperaturowymi do ich rozwoju. Badania zawartości drobnoustrojów w proszkach otrzymanych metodą FBJD z wstępnym podsuszaniem owoców aronii w temp. 50, 60 i 70 °C wykazały wyższą w odniesieniu do owoców (o jeden rząd logarytmiczny), ale akceptowalną ich zawartość, przy czym najwyższe wartości uzyskano w przypadku podsuszania w temp. 50 °C. Wzrost ten można tłumaczyć sprzyjającymi warunkami do rozwoju mikroorganizmów (temp < 50 °C) w złożu fluidalnym. Wszystkie badane proszki charakteryzowały się niską aw (<0,3), co powinno zapewnić dobrą stabilność mikrobiologiczną podczas długiego okresu przechowywania w opakowaniach o odpowiedniej barierowości. Uważa się, że bezpieczną wartością aw, która może redukować zawartość drobnoustrojów, w tym drożdży osmofilnych w suszach jest wartość poniżej 0,6 (Samoticha i wsp., 2016).

Rozpuszczalność i zdolność wiązania wody a mikrostruktura proszków

Ważnymi właściwościami fizykochemicznymi określającymi przydatność technologiczną wysuszonego materiału jest jego zdolność do całkowitej rehydratacji (Hammami, Rene i Martin, 1999), wyrażaną poprzez badania zdolności absorpcji wody (WHC) oraz wskaźnik rozpuszczalności (WSI), definiowany jako ilość rozpuszczalnej substancji w wodzie. Badane proszki otrzymane z owoców jagodowych metodą FBJD oraz metodami suszenia konwekcyjnego (CD), próżniowego (VD) i sublimacyjnego (FD) charakteryzowały się niskimi, porównywalnymi wartościami WHC (2,7–2,9%), różniły się natomiast rozpuszczalnością, wahającą się od 48% dla proszków CD do 62% dla proszków VD, w przypadku proszków FD i FBJD odpowiednio 47% i 57%. Proszki otrzymane metodą SD z soków owocowych były całkowicie rozpuszczalne (WSI ok 100%). Uzyskane wartości WSI i WHC mogły wynikać z różnic w ich mikrostrukturze (rys. 1). Porównywalne wartości WSI dla proszków FD i FBJD mogły być wynikiem mniej zwartej struktury proszków, które częściowo wykazywały gąbczastą strukturę, co ułatwiało rozdział agregatów utworzonych z drobnych cząstek w porównaniu do proszków CD, gdzie mikrostruktura komórkowa została bardzo uszkodzona. W badaniach Michalskiej i wsp. (2017) proszki z owoców jeżyny cechowały się

podobną rozpuszczalnością (45% dla proszków CD, 41% dla proszków suszonych metodą mikrofalowo-próżniową) do rozpuszczalności badanych przeze mnie proszków z czarnej porzeczki.

Mikrostruktura proszków z owoców uzyskanych metodą SD różniła się od mikrostruktury proszków otrzymanych innymi metodami, gdzie cząstki charakteryzowały się okrągłymi i owalnymi kształtami z licznymi zgnieceniami i pęknięciami oraz innymi odkształceniami wynikającymi z szybkiego parowania wody z rozpylanych kropel soku. Podobne obrazy zaobserwowano dla proszków przygotowanych z soku z aronii przy użyciu tej samej metody w badaniu Gawełka i wsp. (2017). Porównując uzyskane wyniki WSI i WHC badanych proszków z danymi literaturowymi (Rati, 2001) dotyczącymi rehydratacji owoców liofilizowanych i suszonych konwekcyjnie, niepoddawanych rozdrobnieniu, uzyskano znacznie niższy stopień ich uwodnienia, co może wynikać z dużego uszkodzenia struktury rozdrabnianiach owoców. Biorąc pod uwagę rozpuszczalność i zdolność wiązania wody badanych proszków można powiedzieć, że proszki otrzymane metodą SD mogą być szeroko wykorzystywane w napojach typu „instant", w których wyczuwalność cząstek owoców jest niepożądana, natomiast proszki otrzymywane metodą FBJD i pozostałymi metodami, gdzie WSI wynosiło od 47-56%, w produktach, w których obecność cząstek jest korzystna.



Rysunek 1. Mikrostruktura proszków z owoców maliny otrzymanych różnymi metodami, a. FBJD, b. FD c. CD, d. SD oraz świeżej maliny (e.) obserwowana pod mikroskopem skaningowym.

Barwa proszków

Ważnym parametrem jakościowym produktów spożywczych jest ich barwa. Badania dotyczące wpływu metody otrzymywania proszków z owoców jagodowych na zachowanie barwy wykonano na przykładzie proszków z aronii (O.1) Zastosowane metody suszenia (suszenie strumieniowe w złożu fluidalnym, sublimacyjne, próżniowe i konwekcyjne) wywarły zróżnicowany wpływ na parametry barwy L*, a* i b* otrzymanych proszków. Proszki z aronii otrzymane metodą FBJD charakteryzowały się wyższymi wartościami parametrów barwy L*, a* i b*, co oznacza że proszki te były jaśniejsze, cechowały się intensywniejszą barwą żółtą i czerwoną niż proszki FD, VD i CD, co mogło wynikać zarówno z zastosowanego procesu suszenia (FD, VD, CD), jak i z konieczności rozdrabniania owoców po ich wysuszeniu do niskiej aw z zastosowaniem młynów udarowych w atmosferze powierza. We wcześniejszych badaniach porównawczych barwy proszku otrzymanego z jarmużu metodą strumieniowo-fluidyzacyjną i sublimacyjną (Sadowska i wsp., 2017) uzyskano niższe parametry barwy L* i a* i wyższe b* w przypadku proszków otrzymanych metodą strumieniowo-fluidyzacyjną, co oznacza że proszki te charakteryzowały się ciemniejszym zabarwieniem i intensywniejszą barwą zieloną, co jest korzystniejsze z punktu widzenia ich zastosowania. Według Konczak i Zhang (2004) w przypadku proszków z jarmużu barwa zależy od zawartości chlorofilu, natomiast w przypadku proszku z aronii od zawartości antocyjanów. Uzyskane wyniki badań świadczą o niższych stratach związków bioaktywnych, warunkujących barwę proszków, w przypadku proszków FBJD w porównywaniu z proszkami FD, co potwierdzono w badaniach wchodzących w skład osiągnięcia.

Ocena jakości sensorycznej proszków

Jakość sensoryczną proszków z owoców jagodowych otrzymanych różnymi metodami (FBJD, FD, CD, SD) badano na modelowych napojach zawierających 5% dodatek cukru. Ocenę prowadzono metodą profilową. Napoje przygotowane na bazie owoców jagodowych, wykazały największe statystycznie istotne różnice w wartościach uzyskanych dla cech tekstury i barwy. Najbardziej jednolity wygląd, największą gładkość i najmniejszy stopień pozostałości proszku w jamie ustnej zaobserwowano w napojach przygotowanych z proszków SD, które wykazywały również najwyższe wartości rozpuszczalności (WSI). Jednocześnie napoje te były najsłodsze, najmniej owocowe i najmniej kwaśne spośród wszystkich ocenianych napojów. Napoje zawierające proszki FBJD i FD charakteryzowały się istotnie statystycznie wyższą gęstością, intensywniejszą czerwoną barwą oraz intensywniejszymi owocowym zapachem i smakiem w porównaniu z napojami przygotowanymi z proszków CD. Najczęściej

wskazywanymi cechami zapachowymi i smakami (oznaczonymi na skali jako „inny") był smak i zapach świeżych owoców, który był najintensywniejszy dla napojów zawierających proszek FBJD. Ogólna ocena zharmonizowania wszystkich ocenianych parametrów nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy proszkami otrzymanymi różnymi metodami. We wcześniejszych badaniach dotyczących oceny proszków z jarmużu nie zauważono znacznych różnic w ocenie sensorycznej pomiędzy proszkami otrzymywanymi metodą FBJD i FD (zarówno proszki, jak i napoje cechowały się podobnymi notami zapachu i smaku, jak również podobną wyczuwalnością proszku w jamie ustnej) (Sadowska i wsp., 2017). Metoda FD pozwala na najlepsze zachowanie związków aromatycznych i barwy żywności poddanej procesowi suszenia, pod warunkiem zastosowania odpowiednich warunków jej przechowywania (Bazyma i wsp. 2006). Uzyskane wyniki wskazują że oceniana metoda FBJD pozwala uzyskać proszki z owoców jagodowych, charakteryzujące się porównywalną jakością sensoryczną z proszkami otrzymywanymi metodą liofilizacji, uznawaną jako najlepszą ale jednocześnie najdroższą metodę utrwalania.

Właściwości bioaktywne proszków

W otrzymanych różnymi metodami proszkach z owoców jagodowych, jak również w świeżym, niepoddanym suszeniu materiale, oznaczano zawartość wybranych związków bioaktywnych, takich jak polifenole (ilość ogólną i wybrane grupy), witamina C oraz oznaczano aktywność przeciwutleniającą (tab. 1). Zawartość związków bioaktywnych w badanych próbkach była zróżnicowana w zależności od zastosowanej metody otrzymywania proszków. Proszki otrzymane innowacyjną metodą FBJD charakteryzowały się porównywalną lub w niektórych przypadkach nawet wyższą zawartością badanych związków z proszkami FD oraz znacznie wyższą niż w przypadku proszków otrzymanych metodą CD i SD. Zawartość polifenoli ogółem w proszkach otrzymanych z badanych owoców otrzymanych metodą FBJD była wyższa o ok. 10-17% od zawartości tych związków w proszkach otrzymanych metodą suszenia sublimacyjnego. Podobne zależności zauważono w przypadku antocyjanów (odpowiadających za intensywną barwę owoców).

Wykazano, że na zawartość polifenoli w proszkach otrzymanych z owoców jagodowych metodą FBJD duży wpływ wymierał proces wstępnego podsuszania owoców a szczególnie stosowana temperatura i z nią związany czas trwania procesu. Porównując zawartość polifenoli w proszkach FBJD z poziomem tych związków w proszkach CD stwierdzono duże różnice pomiędzy otrzymanymi wartościami. Proszki FBJD wykazywały od 15% (proszki z aronii) do nawet 2,5 razy wyższy poziom omawianych związków (proszki z czarnej porzeczki). Jeszcze

wyższe różnice zauważono w przypadku zawartości antocyjanów (od ok. 76 aż do ok. 260%). Tak duże różnice mogły wynikać głównie ze zróżnicowanego czasu suszenia/podsuszania konwekcyjnego owoców do uzyskania odpowiedniej aktywności wody, umożliwiającej rozdrabnianie wysuszonych owoców do postaci proszków. Antocyjany są frakcją polifenoli najbardziej narażoną na utlenianie, a zatem w największym stopniu ulegającą rozkładowi podczas prowadzonych obróbek cieplnych (Konczak i Zhang, 2004). Największe różnice w zawartościach polifenoli, w tym antocyjanów, między proszkami FBJD i CD uzyskano w przypadku owoców czarnej porzeczki, które ze względu na grubą, twardą skórkę wymagały długiego czasu suszenia do uzyskania odpowiednio niskiej aw (0,1-0,3), pozwalającej na doprowadzenie suszu do postaci proszku. Zawartość polifenoli w proszku z aronii otrzymanym metodą FBJD, we wstępnym etapie badań (Sadowska i wsp., 2017) różniła się znacznie od wyższej wymienionych zawartości, gdyż była aż o 61% niższa niż w przypadku proszku FD, co można tłumaczyć zbyt długim czasem wstępnego podsuszania owoców aronii w niskiej temp. (<50° C), przy niskiej prędkości owiewu powietrza w suszarni przemysłowej, co mogło wpłynąć na uaktywnienie enzymów rozkładających polifenole (Lopez-Nicolas i Garcıa-Carmona, 2010). W kolejnym etapie badań, O.3, w którym ustalono korzystne warunki wstępnego podsuszania owoców (temperatura, czas, prędkość owiewu), uzyskano znaczne zmniejszenie strat polifenoli oraz innych związków bioaktywnych w proszkach otrzymywanych ocenianą metodą FBJD.

Zawartość witaminy C w proszkach z badanych owoców jagodowych otrzymanych metodą FBJD, po zoptymalizowaniu procesu podsuszania, była porównywalna jak w metodzie FD, natomiast prawie dwukrotnie wyższa niż w metodzie CD (tab. 1). Pomimo, że do badań wybrano owoce o zróżnicowanych cechach gatunkowych, tj. malinę cechującą się delikatną, miękką teksturą, aronię i czarną porzeczkę o twardej skórce i bardziej zwartej teksturze oraz w przypadku jarmużu łatwego do wysuszenia (Sadowska i wsp., 2017), to w większości przypadków uzyskano podobne zależności w stratach składników bioaktywnych, w zależności od zastosowanej metody suszenia, przy jednocześnie dużych różnicach w zawartości poszczególnych składników w zależności od rodzaju badanych owoców i ich tekstury. Delikatna, łatwo rozpadająca się tekstura malin, pozbawionych twardej otoczki (skórki) nie miała większego wpływu na różnice w stratach składników bioaktywnych w proszkach w porównaniu z proszkami z innych, badanych owoców uzyskanych tymi samymi metodami. W przypadku suszenia CD wystąpiły nawet dwukrotnie większe straty witaminy C i antocjanów w porównaniu z innymi metodami (tab. 1).

Biorąc pod uwagę aktywność przeciwutleniajacą proszków z badanych owoców jagodowych otrzymanych różnymi metodami suszenia stwierdzono, że proces suszenia CD wywarł duży wpływ na obniżenie aktywnosci przeciwutleniajacej. Najwyższe, bo ponad dwukrotne obniżenie aktywności przeciwutleniającej wystąpiło w przypadku proszków CD z malin w porównaniu z proszkami FBJD i FD, natomiast nie zauważono wiekszych różnic w proszkach otrzymanych metodami FBJD i FD.

Proszki otrzymane metodą SD cechowały się niższymi poziomami oznaczanych składników bioaktywnych i aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu do proszków FBJD, FD i CD, co można wytłumaczyć dodatkiem maltodekstyrny w ilości 50-60% do soku owocowego, w celu zmniejszenia lepkości roztworu podczs suszenia rozpyłowego. Należy zaznaczyć, że uzyskane wyniki zawartości związków bioaktywnych i aktywności przeciwutleniajacej w proszkach otrzymanych metodą SD nie mogą służyć do oceny porównawczej wpływu metod suszenia na zawartość w/w skałdników, gdyż w metodzie tej stosuje się sok a nie całe owoce i dodatkowo sok jest rozcieńczany wskutek zastosowania nośnika. Określaja one jedynie zawartosć tych związków w proszkach otrzymanych tą metodą.

Uzyskane wyniki zawartości witaminy C, polifenoli i aktywności przeciwutleniającej wskazują, że najlepszą metodą pozyskiwania proszków z owoców jagodowych, a także warzyw, co wykazano we wcześniejszych badaniach (Sadowska i wsp., 2017), pozwalającą na zachowanie składników bioaktywnych na najwyższym poziomie jest metoda FD i oceniana metoda FBJD, polegająca na jednoczesnym suszeniu i rozdrabnianiu surowca po uprzednim jego podsuszeniu do odpowiedniej aw, w której to metodzie proces równoczesnego suszenia i rozdrabniania przebiega w krótkim czasie, wynoszącym zaledwie kilkanaście minut. Otrzymanie proszków metodami FD i CD wymaga uprzedniego wysuszenia owoców do bardzo niskiej aw, a następnie ich rozdrobnienia po zakończonym procesie suszenia owców, co przyczynia się również do zwiększenia strat składników bioaktywnych. Straty tych składników uzależnione są od dostępu powietrza (reakcje utleniania) i temperatury (Oszmiański i Wojdyło, 2005).

Warto podkrślić, że badane prszki otrzymane metodą FBJD i FD stanowią cenne źródło składników bioaktywnych. Niewielka ilość badanych proszków z czarnej porzeczki oraz maliny, wynosząca odpowiednio od 10-30 dla proszków FD i FBJD do 20-60 g dla proszków CD i SD pokrywa dzienne zapotrzebowanie na witaminę C (Rozp. Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1169/2011z dnia 25 października 2011 r.).

Tabela 1. Zawartość związków biaoktywnych w wybranych owocach jagodowych oraz otrzymanych z nich proszkach róznymi metodami.

Materiał do badań		Polifenole [mg GAE/100 g s.m.]	Antocyjany [mg/100 g s.m.]	witamina C [mg/100 g s.m.]	Aktywność przeciwulteniająca [mmol Trolox/100 g s.m.]
malina					
owoc		1134,2±35,9 ^{e}	1053,8±35,9 ^{e}	361,5±9,9 ^{e}	612,0±15 ^{e}
proszki	FBJD	996,7±39,5 ^{d}	775,5±28,3 ^{d}	270,5±1,7 ^{c}	479,4±4,8 ^{d}
	FD	852,4±16,8 ^{c}	495,4±14,0 ^{c}	273,5±3,2 ^{c}	449,1,5±16,11 ^{c}
	CD	605,0±20,1 ^{b}	438,6±20,7 ^{b}	139,3±6,5 ^{a}	270,8±10,81 ^{b}
	SD	217,0±7,1 ^{a}	137,1±4,3 ^{a}	258,3±2,0 ^{b}	112,4±8,4 ^{a}
czarna porzeczka					
owoc		1794,4 ±8,2 ^{e}	1480,5 ±10,6 ^{e}	1083,0± 2,5 ^{d}	b.d.
proszki	FBJD	1577,2 ±20,8 ^{d}	1202,5±1,3 ^{d}	849,8± 24,9 ^{c}	41,5±0,8 ^{c}
	FD	1436,7 ±14,4 ^{c}	1090,0± 1,2 ^{c}	861,2± 56,1 ^{c}	42,2±0,9 ^{c}
	CD	613,7 ±18,8 ^{a}	336,5±19,3 ^{a}	620,5± 48,3 ^{b}	33,8±0,1 ^{b}
	SD	781,3±6,5 ^{b}	512,3±1,5 ^{b}	445,2±8,3 ^{a}	26,6±0,9 ^{a}
aronia					
owoc		2680,1±82,1 ^{c}	b.d.	95,1±9,6 ^{d}	59,4±3,3 ^{d}
proszki	FBJD	2484,6 ±83,3 ^{b}	1086,9±51,1 ^{c}	80,6±7,8 ^{c}	58,9±1,3 ^{c}
	FD	2255,9 ±75,4 ^{a}	904,2±41,5 ^{b}	79,8±5,7 ^{c}	58,4±1,9 ^{c}
	CD	2147,2 ±89,6 ^{a}	421,6±2,6 ^{a}	32,9±6,2 ^{a}	48,9±0,8 ^{a}
	VD	2148,9±145,9 ^{a}	845,6±53,2 ^{b}	62,14±3,3 ^{b}	55,63±0,6 ^{b}

b.d. – brak danych; n.w. – nie wykryto danych; a-e – wartości oznaczone różnymi literami w obrębie badanych owoców/jarmużu różnią się istotnie ($p<0,05$) między sobą

Podsumowanie pierwszej części osiągnięcia dot. oceny wybranych właściwości technologicznych, sensorycznych i mikrostruktury proszków otrzymanych z owoców jagodowych metodą FBJD w porównaniu do innych najczęściej sosowanych metod (O.1, O.2, O.3., O.4.)

Oceniana innowacyjna metoda strumieniowo-fluidyzacyjna (FBJD) umożliwiająca jednoczesne rozdrabnianie i suszenie materiałów o twardej teksturze, może być również stosowana do otrzymywania proszków z materiału roślinnego o teksturze miękkiej, podatnych na sklejanie cząstek w procesie suszenia wynikającego z dużej zawartości cukrów i pektyn (owoce jagodowe). Zastosowanie tej metody wymaga uprzedniego podsuszenia owoców do odpowiedniej aktywności wody, uzależnionej od ich składu chemicznego, wilgotności i tekstury. W metodzie FBJD proces rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem materiału (po jego podsuszeniu) jest bardzo krótki, wynosi zaledwie kilka do kilkunastu minut i jest prowadzony w niskiej temperaturze <50 °C, co jest korzystne z punktu widzenia cech jakościowych otrzymanych proszków. Przeprowadzone badania dotyczące ustalenia parametrów podsuszania owoców jagodowych (na przykładzie aronii), wykazały że najkorzystniejsze jest wstępne podsuszanie metodą konwekcyjną prowadzoną w temp. 60-70 °C. Pozwala ono na uzyskanie

odpowiedniej jakości proszków otrzymanych badaną metodą FBJD. Zawartość drobnoustrojów w owocach podsuszonych w tych temperaturach oraz w otrzymanych proszkach była istotnie niższa niż w owocach podsuszanych w temp 50 °C, co można tłumaczyć szybszą inaktywacją enzymów oksydacyjnych przy stosowaniu wyższych temperatur. Proszki otrzymane z badanych owoców metodą FBJD w porównaniu do innych metod (FD, CD, VD i SD) charakteryzowały się porównywalnymi lub lepszymi właściwościami technologicznymi, takimi jak aw, zdolnością absorbcji wody, rozpuszczalnością, barwą oraz dobrymi cechami sensorycznymi. Badane proszki z owoców jagodowych otrzymane metodą suszenia rozpyłowego z soków z udziałem niezbędnego nośnika (maltodekstryny), charakteryzowały się korzystnym, wysokim (99,8%) współczynnikiem rozpuszczalności, który dla proszków otrzymanych metodą FBJD oraz innych metod, w których stosuje się rozdrabnianie owoców wysuszonych wynosił od 48 do 62%. Badane proszki otrzymane w/w metodami cechowały się porównywalnym współczynnikiem absorpcji wody. Jakość sensoryczna oraz barwa proszków otrzymanych badaną metodą FBJD była porównywalna do proszków otrzymanych metodą suszenia sublimacyjnego oraz wyżej oceniona od proszków otrzymanych metodą konwekcyjną i próżniową. Przeprowadzone badania mikrostruktury proszków wskazały na duże jej zróżnicowanie w zależności od metody otrzymania proszku i wykazały jej powiązanie z badanymi właściwościami technologicznymi (szczególnie WSI i WHC), co wskazuje na celowość stosowania tej metody w charakterystyce porównawczej badanego materiału.

Zawartości witaminy C i polifenoli oraz właściwości przeciwutleniające proszków otrzymanych metodą FBJD były porównywalne do poziomu tych związków w proszkach otrzymanych metodą suszenia sublimacyjnego oraz znacznie wyższe niż w proszkach otrzymanych metodą konwekcyjną, próżniową i suszenia rozpyłowego.

Zachowanie witaminy C w proszkach otrzymanych metodą FBJD i suszenia sublimacyjnego wynosiło w przypadku proszków z owoców jagodowych od ok. 70 do 80%, a w przypadku proszków otrzymanych metodą konwekcyjną od ok. 40 do 50%.

Badana metoda pozwala na zachowanie polifenoli ogółem oraz poszczególnych ich frakcji, w tym antocyjanów, na wysokim poziomie porównywalnym do zawartości w proszkach otrzymanych za pomocą suszenia sublimacyjnego (straty polifenoli ogółem wynosiły od ok. 13 do 20%). W przypadku suszenia konwekcyjnego straty te były znacznie wyższe (od ok. 60 do 70%). Właściwości przeciwutleniające badanych proszków z owoców jagodowych oraz jarmużu otrzymane metodą FBJD były wysokie, porównywalne z właściwościami proszków

suszonych metodą sublimacyjną. Suszenie konwekcyjne powodowało obniżenie tych właściwości od ok. 20 do 50% w porównaniu do proszków suszonych metodą FBJD, czy FD.

Biorąc powyższe pod uwagę można stwierdzić, że badana innowacyjna metoda FBJD pozwala na otrzymanie proszków z trudnych do suszenia owoców jagodowych w znacznie krótszym czasie niż w przypadku suszenia konwekcyjnego, które charakteryzują się zadawalającą jakością sensoryczną, odpowiednimi badanymi właściwościami technologicznymi i czystością mikrobiologiczną oraz zachowaną na wysokim poziomie zwartością składników bioaktywnych. Proszki te podobnie, jak proszki otrzymane metodą suszenia sublimacyjną, uznawaną za bardzo dobrą metodę pod względem zachowania składników bioaktywnych, mogą znaleźć szerokie zastosowanie w produkcji żywności funkcjonalnej i suplementów diety, zwierających cenne z punktu żywieniowego składniki bioaktywne pochodzenia naturalnego występujące w postaci skoncentrowanej, 6-9 razy wyższej niż w owocach surowych. Niewielka ilość proszku (9-60 g) umożliwia pokrycie dziennego zapotrzebowania na witaminę C, ponadto proszki ze względu na zachowaną barwę, mogą poza funkcją żywieniową spełniać dodatkową funkcję, tj. naturalnych dodatków barwiących, zastępujących barwniki syntetyczne znakowane symbolem „E". Badana metoda FBJD może być konkurencyjna w stosunku do innych metod ze względu na krótki, kilkunastominutowy czas jednoczesnego rozdrabniania i suszenia w złożu fluidalnym materiału o twardej teksturze, a w przypadku badanych proszków otrzymanych z owoców jagodowych po ich uprzednim podsuszeniu.

Ad 2. Zastosowanie proszków z owoców jagodowych jako komponentów projektowanych funkcjonalnych napojów regenerujących przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie (O.5, O.6)

Zaprojektowanie napojów funkcjonalnych o właściwościach regenerujących w postaci proszku (gotowych do spożycia po rozpuszczeniu w wodzie) dla osób aktywnych fizycznie wymaga spełnienia szeregu kryteriów/wymagań, jakimi powinny charakteryzować się zarówno zaprojektowane napoje jak również komponenty wchodzące w ich skład. Dotyczy to szczególnie ich osmolalności, rozpuszczalności, jakości sensorycznej oraz wartości odżywczej. Przyjęto, że zaprojektowane napoje powinny charakteryzować się odpowiednią dla tego typu napojów osmolalnoscią oraz powinny zawierać w swoim składzie elektrolity (Na^+, K^+) w odpowiedniej ilości oraz węglowodany w zalecanej dla napojów dla sportowców ilości 60-80 g/100 ml. Założono, że wartością dodaną zaprojektowanych napojów będzie wysoka zawartość

składników bioaktywnych naturalnego pochodzenia z zastosowaniem proszków z owoców jagodowych, takich jak: polifenole i witamina C oraz dodatkowo zostaną one wzbogacone w komponenty białkowe, co umożliwiałoby uzupełnienie utraconych z potem składników azotowych.

Głównymi czynnikami określającymi przydatność proszków jako komponentów bazowych napojów regenerujących w proszku są: zawartość składników bioaktywnych (witamina C, polifenole, właściwości przeciwutleniające), właściwości technologiczne (WSI, WHC, barwa) i jakość sensoryczna. W/w właściwości proszków są ściśle uzależnione od rodzaju owoców oraz metody otrzymywania proszków. W niniejszych badaniach oceniano przydatność proszków z owoców jagodowych (czarna porzeczka, malina) otrzymanych metodą FBJD, sublimacyjną i rozpyłową. Innymi badanymi komponentami projektowanych napojów były: sole, będące źródłem elektrolitów (chlorki sodu i potasu, cytryniany sodu, potasu i magnezu), węglowodany (glukoza, sacharoza, maltodekstryna (DE 23-32), izomaltuloza), rozpuszczalny błonnik o właściwościach prebiotycznych (inulina), preparaty białkowe (izolat białek serwatkowych, zhydrolizowane enzymatycznie białka kolegenu).

Przy projektowaniu napojów przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie, w tym sportowców, gdzie niezbędne jest określenie ich wymaganej osmolalności zapewniającej właściwe nawodnienie ogranizmu, konieczne jest zbadanie osmolalności poszczególnych komponentów. Dane te są niezbędne do ustalenia odpowiednich składników recepturowych oraz poziomu ich dodatku do napojów, aby zachować wymagane parametry osmolalności, które w przypadku tego typu napojów wynoszą zwykle 373 – 690 mOsm/kg H_2O (Mettler i wps., 2006). Założono również, że znajomość osmolalności poszczególnych komponentów wchodzących w skład projektowanych napojów będzie pomocna przy szybkim ustalaniu składu napojów poprzez określenie matematycznych zależności (równań regresji) pomiędzy osmlalnością zaprojektowanych napojów a osmoalnością stosowanych komponentów. Metoda ta byłaby bardzo wskazana, gdyż pozwalałaby ustalić ich skład bez konieczności wykonywania licznych, pracochłonnych technologicznych prób optymalizacyjnych metodą kolejnych przybliżeń stosowaną obecnie.

Określenie zależności regresyjnych pomiędzy osmolalnością komponentów napojów regenerujących a ich stężeniem w roztworach wodnych oraz określenie ich przydatności w projektowaniu składu napojów

Uzyskanie odpowiedniej osmolalności regenerujących napojów funkcjonalnych wymaga doboru i określenia odpowiednich stężeń dodanych komponentów, tj. związków mineralnych (elektrolitów), węglowodanów uzupełniających straty energetyczne, jednocześnie niezbędnych do zapewnienia właściwego smaku słodkiego oraz preparatów białkowych wyrównujących bilans azotowy po przebytym wysiłku fizycznym. W niniejszym badaniu zmierzono osmolalność komponentów napojów wybranych z wyżej wymienionych grup w roztworach wodnych w ustalonych zakresach, które mogłyby być stosowane w projektowanych regenerujących napojów funkcjonalnych. Jako składniki zwiększające smakowitość i jednocześnie dostarczające związków bioaktywnych i częściowo węglowodanów zastosowano proszki z owoców czarnej porzeczki i maliny, bogate w składniki bioaktywne. Uzyskane zależności osmolalności od stężenia proszków w roztworach wodnych przedstawiają otrzymane liniowe zależności. Zależności te obrazują następujące równania:

- czarna porzeczka FD: osmolalność = 15,33 + 29,19 · stężenie (%)
- czarna porzeczka SD: osmolalność = 7,00+24,55 · stężenie (%)
- malina FBJD: Osm = −22,53+34,96· stężenie (%)
- malina FD: Osm = −50,55 + 32,23· stężenie (%)
- malina SD: Osm = −43,05 + 31,96 · stężenie (%).

Osmolalność proszków, otrzymanych w/w metodami, wykazywała podobne wartości pomimo dużych różnic technologicznych pomiędzy poszczególnymi metodami. Ustalono, że osmolaność roztworu wodnego charakterystycznego dla napoju izotonicznego (270 – 300 mOsm/kg H_2O) uzyskuje się przy dodatku proszku owocowego na poziomie ok. 10 %, niezależnie od rodzaju owocu oraz metody otrzymywania. W przypadku napojów, regenerujących, gdzie osmolalność może być znacznie wyższa, dodatek proszków owocowych mógłby być jeszcze większy. Tak wysokie poziomy dodatku proszków nie byłyby jednak wskazane ze względów sensorycznych, szczególnie zbyt kwaśnego smaku napoju. Biorąc powyższe pod uwagę można powiedzieć, że proszki owocowe mogłyby być stosowane przy projektowaniu napojów funkcjonalnych o kontrolowanej osmolalności, przy jednoczesnym możliwym udziale innych niezbędnych składników napojów, w dość wysokich z żywieniowego punktu widzenia ilościach, w szczególności elektrolitów i węglowodanów, które dostarczają energii i są niezbędne do zapewnienia pożądanej jakości sensorycznej napoju.

Osmolalność roztworów elektrolitów mierzono w zakresie stężeń od 0,1 do 2,0% dla chlorku sodu, od 0,1 do 4,0% dla chlorku potasu, od 0,17 do 5,5% dla cytrynianu sodu, od 0,2

do 6,5% dla cytrynianu potasu i od 0,5 do 3,3% dla cytrynianu magnezu. Uzyskano następujące równania regresji:

- chlorek sodu: osmolalność = 8,30 + 330,42 · stężenie (%)
- chlorek potasu: osmolalność = 13,11 + 244,87 · stężenie (%)
- cytrynian sodu: osmolalność = 5,25 + 46,32· stężenie (%)
- cytrynian potasu: osmolalność = −0,29 + 41,97· stężenie (%)
- cytrynian magnezu: osmolalność = 5,20 + 43,11· stężenie (%).

Zaobserwowano statystycznie istotną, liniową zależność między osmolalnością a stężeniem wodnych roztworów badanych soli (ze współczynnikiem korelacji r^2 na poziomie 0,99). Uzyskane wyniki wskazują, że badane sole charakteryzują się dość zróżnicowaną osmolalnością. Osmolalność elektrolitów (Na^+, K^+, Mg^{2+}) przy zalecanym poziomie ich dodatku była dość niska. Porównując osmolalność badanych soli cytrynianu sodu ($Na_3C_6H_5O_7$) i potasu ($K_3C_6H_5O_7$) oraz osmolalność chlorku sodu (NaCl) i chlorku potasu (KCl) dla stosowanych w niniejszym badaniu stężeniach (0,1% i 0,05%) uzyskano 2-3 krotnie niższe wartości osmolalności dla soli cytrynianu sodu i potasu, co świadczy o ich dobrej przydatności jako komponentów napojów regenerujących wieloskładnikowych, gdzie trudno jest uzyskać odpowiednio niską osmolalność zalecaną dla tego typu napojów. Odpowiednie stężenie roztworów NaCl i KCl, odpowiadające roztworom izotonicznym wynosi dla NaCl około 0,8%, dla KCl 1,2%, dla cytrynianów sodu i potasu zaś ok. 3%. Zalecana maksymalna zawartość jonów Na^+ i K^+ w napojach przeznaczonych dla sportowców jest znacznie niższa i wynosi odpowiednio 1100 mg/L i 225 mg/L (Brouns i Kovacs, 1997), co odpowiada 2820 mg/L (0,2%) NaCl i 426 mg/L (0,04%) KCl. W/w stężenia zwiększają osmolalność napojów wodnych o około 30 – 50 mOsm/kg H_2O. Te dość niskie dodatki soli stosowane w napojach dla sportowców, w porównaniu z tzw. „soloną żywnością", gdzie zwykle zawartość NaCl wynosi powyżej 1% (np. buliony i zupy), zapewniają napojom odpowiedni smak, jak i odpowiednie nawodnienie organizmu osób aktywnych fizycznie.

W grupie cukrów o molalność oznaczano dla wodnych roztworów glukozy, sacharozy, wysoko scukrzonej Malto dekstryny (DE 23-32) oraz Malto dekstryny, charakteryzującej się obniżonym IG w porównaniu do innych cukrów prostych. Oznaczono również o molalność wybranego błonnika – inuliny o znanych właściwościach periodycznych, dobrze rozpuszczalnego w wodzie charakteryzującego się jednocześnie delikatnie słodkim smakiem (Akram i wsp., 2019). Zależności te obrazują następujące równania:

- glukoza: osmolalność = 8,73 + 52,92 · stężenie (%)

- sacharoza: osmolalność = 4,89 + 31,72 · stężenie (%)
- wysokoscukrzonej maltodekstryny (DE 23-32): osmolalność = 28,80 + 17,70 · stężenie (%)
- izomaltuloza: osmolalność = −14,19 + 33,35 · stężenie (%)
- inulina: osmolalność = −14,19 + 33,35 · stężenie (%).

Podobnie, jak w przypadku elektrolitów uzyskano liniową zależność między osmolalnością a stężeniem badanych węglowodanów w zakresie, od 1 do 10% dla glukozy, od 1 do 15% dla sacharozy, od 1 do 30% dla maltodekstryny oraz dla inuliny, od 1 do 15%. Wszystkie korelacje były istotne statystycznie ($p < 0,05$), a uzyskane zależności pomiędzy badanymi parametrami były prawie pełne (współczynnik korelacji r^2 na poziomie 0,99). Badane związki charakteryzowały się zróżnicowaną osmolalnością. Dla tych samych stężeń najwyższe wyniki uzyskano w przypadku glukozy, następnie sacharozy i izomaltulozy, najniższe zaś dla maltodekstryny i inuliny. Uzyskane dane są zgodne z wynikami otrzymanymi przez Santos i wsp. (2011) dla glukozy i sacharozy oznaczonej w roztworach wody kokosowej. Osmolalność izomaltulozy była porównywalna z osmolalnością sacharozy oraz jednocześnie 3-4 razy wyższa niż osmolalność inuliny. Uzyskane wyniki wskazują, że badane węglowodany i inulina, mogą być stosowane w dość wysokich stężeniach, umożliwiając osiągnięcie zarówno odpowiedniej osmolalności, jak i zadowalającej jakości sensorycznej napojów z dodatkiem elektrolitów, maskując jednocześnie ich niekorzystny słono-gorzki smak. Aby osiągnąć osmolalność napoju izotonicznego należy przygotować 5% roztwór glukozy lub 8,5% roztwór sacharozy lub izomaltulozy, 18% roztwór maltodekstryny, bądź 25% roztwór inuliny. Brouns i Kovacs (1997) podali, że stężenie węglowodanów w napojach regenerujących powinno wahać się w granicach od 60 do 80 g/L napoju, ponieważ takie ilości umożliwiają zarówno szybkie wchłanianie płynów, jak i dostarczanie energii na odpowiednim poziomie.

Badane w pracy preparaty białkowe, takie jak koncentrat białek serwatkowych i hydrolizowane enzymatycznie białka kolagenowe, wykazywały dodatnią, istotną statystycznie ($p<0,05$) korelację pomiędzy osmolalnością a stężeniem w roztworach wodnych w zakresie od 2,5% do 10%, wynoszącą $r^2 = 0,99$. Uzyskano następujące równania regresji:

- koncentrat białek serwatkowych: osmolalność = −5,47 + 3,82 · stężenie (%)
- zhydrolizowane enzymatycznie białka kolagen.: osmolalność = −3,92 + 8,73 · stężenie (%).

Osmolalność badanych białek była dość niska, zróżnicowana w zależności od ich stężenia. Uzyskane wyniki wskazują, ze hydrolizat białek kolagenowych może być bardziej przydatny podczas projektowania napojów funkcjonalnych zarówno ze względu na dość niską osmolalność (wynoszącą dla 5% roztworu 40 mOsm/kg H_2O), pozwalającą na jego

zastosowanie łącznie z dodatkiem elektrolitów, proszków owocowych i węglowodanów na różnym poziomie, jak również ze względu na jego stabilność w środowisku kwaśnym, co umożliwia jego udział w napojach owocowych o niskim pH w przeciwieństwie do białek serwatkowych ulegających wytrąceniu w punkcie izoelektrycznym.

Podsumowanie drugiej części osiągnięcia dot. określenia zależności regresyjnych pomiędzy osmolalnością komponentów napojów regenerujących a ich stężeniem w roztworach wodnych oraz ich przydatności w projektowaniu składu napojów

Przeprowadzone badania osmolaności komponentów, które potencjalnie mogłoby wchodzić w skład recepturowy projektowanych napojów regenerujących, wykazały istotną zależność pomiędzy osmolalnością a ich stężeniem w roztworach wodnych, którą przedstawiono w postaci równań regresji. Stwierdzono duże zróżnicowanie osmolalności zarówno pomiędzy badanymi grupami komponentów, jak również w obrębie badanej grupy. Porównując osmolalność poszczególnych komponentów przy ustalonych, zalecanych w tego typu napojach, poziomach dodatku stwierdzono, że najwyższą osmolalnością charakteryzowały się cukry proste, takie jak glukoza, dwucukry sacharoza i izomaluloza. Przy 5 i 10% stężeniu glukozy uzyskano osmolalność wynoszącą odpowiednio 185 i 580 mOsm/kg H_2O, osmolalność sacharozy i izomaltulozy była zbliżona i wynosiła dla 5% stężenia 150 mOsm/kg H_2O. Znacznie niższą, porównywalną osmolalnbością charakteryzowały się maltodekstryna (DE 23-32) i inulina ok. 60 mOsm/kg H_2O dla 5% stężenia. Badane proszki owocowe (czarna porzeczka, malina) posiadały zbliżoną osmolalność przy tych samych stężeniach. Dla 3% stężenia proszków osmolalność była dość niska i wahała się od 10 do 80 mOsm/kg H_2O. Wzrost stężenia proszków do 5% powoduje duży wzrost osmolalności wynoszący od 110 do 150 mOsm/kg H_2O. Osmolalność badanych preparatów białkowych była dość niska, wahała się od 40 do 80 mOsm/kg H_2O przy 5 i 10% stężeniu zhydrolizowanych białek kolagenowych. Osmolalność elektrolitów (Na^+, K^+, Mg^{2+}) przy zalecanym poziomie ich dodatku była niska i wynosiła od 4 mOsm/kg H_2O dla cytrynianu magnezu do 41 mOsm/kg H_2O dla chlorku sodu w 0,1% stężeniach. Uzyskane dane wskazują, że na osmolalność napojów funkcjonalnych decydujący wpływ wywierają zastosowane węglowodany. W przypadku napojów regenerujących przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie, w tym sportowców, wymagana jest kontrola osmolalności, która nie powinna przekraczać wartości 600 mOsm/kg H_2O. Wymaga to ograniczenia ilości stosowanej glukozy/sacharozy poprzez zastąpienie węglowodanami o niższej osmolalności, np. maltodekstryną i/lub proszkami owocowymi,

zawierającymi węglowodany, przy czym ich dodatek nie może być zbyt wysoki ze względów sensorycznych (zbyt kwaśny smak). Biorąc pod uwagę skoncentrowaną postać komponentów owocowych w proszku można powiedzieć że 5% udział proszku owocowego (FBJD, FD) w napoju odpowiada ok. 40% soku w gotowym do spożycia napoju, co jest satysfakcjonujące z punktu widzenia żywieniowego.

Badania dotyczące ustalenia składu projektowanych funkcjonalnych napojów regenerujących przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie na bazie proszków owocowych, zawierających elektrolity, i inne komponenty wzbogacające ich wartość odżywczą

W oparciu o przeprowadzone badania w niniejszym osiągnięciu i dane literaturowe zaprojektowano skład recepturowy, podanych w tabeli 2, dwóch głównych wersji napojów owocowych w postaci skoncentrowanej, łatwych w dystrybucji i przygotowaniu do spożycia, przeznaczonych do regeneracji organizmu po intensywnym wysiłku fizycznym. Przy projektowaniu składu pod uwagę wzięto zależności regresyjne między osmolalnością a stężeniami wybranych komponentów, takich jak: proszki owocowe, elektrolity (Na^+ i K^+), glukoza, sacharoza, izomaltuloza, zhydrolizowane białka kolagenowe oraz inulina. Poniżej podano skład recepturowy przykładowych dwóch wersji napojów regenerujących – podstawową i wzbogaconą, z zastosowaniem trzech różniących się składem proszków otrzymanych metodą FBJD, FD i SD, w przeliczeniu na 100 g proszku oraz na 100 g napoju po rozpuszczeniu proszku w wodzie.

Tabela 2. Skład recepturowy przykładowych, zaprojektowanych napojów regenerujących (g/100 g proszku lub g/100 g napoju).

	Wersja podstawowa napojów:			**Wersja wzbogacona napojów:**		
	Komponenty	**g/100 proszku**	**g/100 g napoju**	**Komponenty**	**g/100 proszku**	**g/100 g napoju**
Przykład 1	• proszek FD • sacharoza • chlorek sodu • chlorek potasu • woda	44 55 1,0 0,3 -	4 5 0,1 0,025 90,875	• proszek FBJD • izomaltuloza • białko kolagenowe • inulina • cytrynian magnezu • cytrynian sodu • cytrynian potasu • woda	21 42 16 16 5 1 0,3 -	4 8 3 3 1 0,1 0,05 81
Przykład 2	• proszek SD • glukoza • chlorek sodu • chlorek potasu • woda	66 33 1,0 0,3 -	6 3 0,1 0,025 90,875	• proszek SD • izomaltuloza • białko kolagenowe • inulina • cytrynian magnezu • cytrynian sodu • cytrynian potasu • woda	38 28 14 14 5 0,5 0,2 -	8 6 3 3 1 0,1 0,05 79

Przy doborze stężenia poszczególnych komponentów kierowano się ich osmoalnością oraz wartościami podanymi w literaturze (Brouns i Kovacs, 1997) dotyczącymi zalecanych poziomów dodatku składników. W przypadku soli magnezu przyjęto, że jej dodatek odpowiadał będzie zapotrzebowaniu na magnez na poziomie 30% RWS (Rozp. Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1169/2011z dnia 25 października 2011 r.) w 100 g gotowego do spożycia napoju. Ustalono, że maksymalne poziomy osmolalności zaprojektowanych napojów nie powinny przekraczać 600 mOsm/kg H_2O. Założono, że opracowane kompozycje napojów powinny zapewniać zarówno odpowiednie nawodnienie po intensywnym wysiłku fizycznym, jak również odpowiednią ilość energii potrzebnej do regeneracji organizmu, co uzyskano poprzez zastosowanie proszków owocowych zawierających w znaczniej ilości węglowodany oraz niezbędny ze względów sensorycznych dodatek glukozy/sacharozy lub izomaltulozy (w zależności od wersji napoju). Przy wyborze izomaltulozy, jako zamiennika glukozy/sacharozy kierowano się tym, że cechuje się intensywnością smaku słodkiego podobną do w/w cukrów a jednocześnie posiada znacznie niższy IG wynoszący 32, podczas gdy IG glukozy i sacharozy wynosi odpowiednio 100 i 60 (Atkinson i wsp., 2021). Izomaltuloza to wolno trawiony węglowodan, który zapewnia stały i trwały dopływ energii do krwioobiegu. Przeprowadzone badania wykazały mniejszy wzrost (o około 50%) poziomu cukru i insuliny we krwi po spożyciu posiłków lub napojów, w których źródło cukru zostało zastąpione izomaltulozą. Ponadto przyjmowanie izomaltulozy wiąże się z większym spalaniem tłuszczu zarówno po spożytym posiłku, jak i wysiłku fizycznym (Arai i wsp., 2007; Holub i wsp., 2010).

Ocena osmolalności poszczególnych składników wchodzących w skład zaprojektowanych napojów wskazywała, że ogólna osmolalność otrzymanych napojów zależy głównie od zawartości w nich węglowodanów, tj. glukozy, sacharozy lub izomaltulozy oraz bogatych w węglowodany proszków owocowych. Ilości stosowanych proszków były w znacznym stopniu uwarunkowane względami sensorycznymi, a szczególnie intensywnym smakiem słodkim i kwaśnym. Zastosowane w pracy proszki z czarnej porzeczki i maliny zawierały wysoki poziom przeciwutleniaczy, takich jak polifenole i witamina C łagodzące skutki stresu oksydacyjnego wywołanego nadmiernym wysiłkiem fizycznym. W/w poziomy dodatku proszków owocowych zostały ustalone na podstawie badań wstępnych, uwzględniając dodatek cukru w celu zapewnienia odpowiednio zbilansowanego smaku i odpowiedniej osmolalności napojów. Zawartość proszku owocowego otrzymanego metodą SD w napojach gotowych do spożycia, po rozpuszczeniu w wodzie, wahała się od 6 do 8%, a proszków FD oraz FBJD od 3 do 4%; co w przeliczeniu na sok odpowiada od 16 do 25% soku w napoju.

Dodatek większych ilości proszków negatywnie wpływał na smak napojów, co wymagało wyższego poziomu dodatku substancji słodzących – glukozy, sacharozy lub izomaltulozy. Pozostałe składniki tj. zhydrolizowane białko kolagenowe i błonnik zostały ustalone w ilości odpowiedniej z punktu widzenia żywieniowego, tj. na 3% poziomie w gotowym do spożycia napoju. Zastosowane enzymatycznie zhydrolizowanych białka kolagenowe posiadały dość niską osmolaność, ponadto zachowywały wysoką stabilność w roztworze wodnym, także przy niskim pH, charakterystycznym dla napojów owocowych. Preparaty kolagenowe znajdują obecnie coraz szersze zastosowanie w suplementach diety przeznaczonych dla szerokiej grupy populacji, w tym w profilaktyce i leczeniu schorzeń kostno-stawowych, przez sportowców obciążonych dużym wysiłkiem fizycznym oraz w preparatach kosmetycznych. Utrzymują również w dobrej kondycji naczynia krwionośne, skórę, włosy i paznokcie (Moskowitz, 2000). Otrzymane w badaniach wartości osmolalności projektowanych napojów przedstawiono w tabeli 3. Uzyskane wyniki wahały się w zakresie od 388 do 607 mOsm/kg H_2O. Wartości osmolaności obliczone na podstawie równań regresji składników napojów, były niższe o ok. 5-22% niż osmolalność napojów zmierzona instrumentalnie, co może wynikać z interakcji między poszczególnymi składnikami napoju (Urdampilleta i wsp., 2015). Przy zastosowaniu tej szybkiej metody do oceny osmolalności napojów należałoby uwzględnić w/w różnice oraz dodatkowo kontrolować osmolalność napojów (np. w wersjach końcowych napojów) metodą instrumentalną.

Tabela 3. Osmolalność zaprojektowanych różnych wersji recepturowych napojów, obliczona na podstawie równań regresji osmolalności poszczególnych komponentów i oznaczona instrumentalnie w funkcjonalnych napojach regenerujących (mOsm/kg H_2O).

Wersje recepturowe zaprojektowanych napojów	Osmolalność obliczona	Osmolalność oznaczona instrumentalnie
Wersja podstawowa		
1	470	557,7±0,6
2	466	564,0±1,0
3	326	425,6±0,6
4	301	401,3±0,6
5	382	436,3±0,6
Wersja wzbogacona		
1	502	595,3±5,0
2	367	398,3±3,5
3	463	593,0±6,0
4	331	411,7±3,1
5	530	607,0±5,0
6	357	388,0±2,0

Oceniając otrzymane napoje regenerujące stwardzono, że charakteryzują się one odpowiednimi dla tego typu napojów właściwościami, zarówno pod względem wymaganej osmolaności, jak i zawartości węglowodanów i elektrolitów oraz dodatkowo (w wersji wzbogaconej) zawierają korzystny z punktu żywieniowego dodatek komponentów białkowych i prebiotyczny błonnik – inulinę. Uzyskane wartości osmolalności napojów regenerujących były korzystne, kształtowały się poniżej 600 mOsm/kg H_2O, wartości uznanej za odpowiednią dla właściwego nawodnienia organizmu po intensywnym wysiłku. W związku z powyższym zaprojektowane napoje mogą być zaklasyfikowane jako napoje hipertoniczne, polecane do spożycia po zakończonym treningu.

Poziom ekstraktu oznaczonego refraktometrycznie w zaprojektowanych napojach zawierających dodatek proszków owocowych oraz glukozy/sacharozy lub izomaltulozy był zróżnicowany w zależności od wersji recepturowej, wahał się od 7,5 do 20,5%. Napoje funkcjonalne przeznaczone dla sportowców w celu zwiększenia tempa nawadniania i opóźnienia zmęczenia powinny zawierać od 40 do 80 g węglowodanów/L napoju (optymalnie 60 do 80 g/L) (Brouns i Kovacs, 1997). Ilości węglowodanów większe niż 80 g/L napoju mogą spowalniać opróżnianie żołądka i zmniejszać wchłanianie wody w porównaniu z napojami o niższym stężeniu węglowodanów (Brouns i Kovacs, 1997; Urdampilleta i wsp., 2015). Uzyskane wartości są porównywalne z poziomami węglowodanów w dostępnych na rynku napojach regenerujących (od 9,1 do 18,0 g/100 g napoju) (Mettler i wsp., 2006). Poziomy dodatku elektrolitów Na^+ i K^+ do projektowanych napojów w postaci soli NaCl i KCl o stężeniu wynoszącym odpowiednio 0,1 i 0,2% (400 i 800 mg Na^+/l) oraz 0,025% (130 mgK^+/l) były zgodne z poziomami rekomendowanymi dla tego typu napojów w badaniach innych autorów (Brouns i Kovacs, 1997; Urdampilleta i wsp., 2015, Pound i Blair, 2017). Brouns i Kovacs (1997) podają, że zawartość sodu w napojach regenerujących powinna być wyższa niż 400 mg/L (optymalnie >600 mg/L), zaś maksymalne zawartości Na^+ i K^+ wynoszą odpowiednio 1100 i 225 mg/L napoju.

Opracowane napoje regenerujące charakteryzowały się wysoką zawartością składników bioaktywnych, takich jak wit. C i polifenole. Zawartość witaminy C w zaprojektowanych napojach była wysoka, wahała się od 8 do 36 mg/100 g w zależności od rodzaju zastosowanego proszku owocowego i metody otrzymywania, co oznacza że spożycie ok. 300 g porcji napoju wystarczy do pokrycia 30-100% zapotrzebowania organizmu na tę witaminę (Rozp. Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1169/2011z dnia 25 października 2011 r.). Zaprojektowane napoje charakteryzowały się również wysoką zawartością polifenoli i wysoką aktywność

przeciwutleniającą, najwyższą w przypadku owoców z czarnej porzeczki. Zaprojektowane napoje w wersji wzbogaconej różnią się od obecnie produkowanych napojów rynkowych zawartością łatwo przyswajalnych białek kolagenowych w formie zhydrolizowanej, dodanej w ilości istotnej żywieniowo (ok. 9 g na 300 g porcję gotowego do spożycia napoju), co jest ekwiwalentne z zalecanym dziennym spożyciem tych białek w rynkowych suplementach diety (do 10 g dziennie). Napoje te wyróżnia również dodatek błonnika (ok. 3 g na 100 g gotowego do spożycia napoju) o właściwościach prebiotycznych, co pozwala na zastosowanie oświadczenia żywieniowego „źródło błonnika" (Rozp. Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1924/2006 z dnia 20 grudnia 2006 r.).

Oceniane napoje charakteryzowały się dość zróżnicowaną jakością sensoryczną o której decydowała zawartość proszków owocowych i węglowodanów. Najwyższą smakowitością cechowały się napoje zawierające większe ilości węglowodanów oraz 4% dodatek proszków owocowych otrzymanych metodą FBJD lub FD.

Podsumowanie części drugiej osiągnięcia dot. ustalenia składu projektowanych funkcjonalnych napojów regenerujących przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie na bazie proszków owocowych, zawierających elektrolity i inne komponenty wzbogacające ich wartość odżywczą

Przeprowadzone badania wykazały, że istnieje możliwość zaprojektowania owocowych napojów regenerujących w postaci skoncentrowanej (proszku), łatwych do przygotowania (po rozpuszczeniu w wodzie), o zalecanej osmolalności, zawierających odpowiedni dla tego typu napojów poziom elektrolitów oraz węglowodanów, charakteryzujących się jednocześnie wysoką wartością odżywczą oraz odpowiednią jakością sensoryczną. Zaprojektowano 2. główne wersje recepturowe napojów w postaci sproszkowanej zawierające w swoim składzie jako bazowy komponent, proszki z owoców jagodowych, bogate w składniki bioaktywne, takie jak wit. C i polifenole w znacznych z punktu widzenia żywieniowego ilościach. Zawartość wit. C w zaprojektowanych wersjach napojów przygotowanych na bazie proszków owocowych z malin i czarnej porzeczki była wysoka, wahała się w zakresie (uwarunkowanym rodzajem owoców i metodą ich otrzymywania) od 8 do 36 mg/100 g napoju, co oznacza że spożycie 300 g porcji napoju może pokryć zapotrzebowanie na tę witaminę w 30 do 100%. Opracowane napoje regenerujące zawierają odpowiednią zalecaną dla tego typu napojów zawartość węglowodanów, pochodzących z proszków owocowych uzupełnioną dodatkiem cukrów glukozy/sacharozy/izomaltulozy. Zaprojektowane napoje w wersji wzbogaconej różnią się od

napojów rynkowych, tym że zawierają w swoim składzie izomaltulozę o podobnej wartości energetycznej i właściwościach słodzących, lecz charakteryzującą się znacznie niższym IG w porównaniu z powszechnie stosowaną glukozą i sacharozą. Napoje w wersji wzbogaconej poza w/w składnikami zawierają dodatkowo łatwo przyswajalne zhydrolizowane enzymatycznie białka kolagenowe, uzupełniające rezerwy białkowe organizmu podczas jego regeneracji oraz dodatek błonnika rozpuszczalnego w postaci inuliny o cennych właściwościach prebiotycznych. Napoje przygotowane na bazie proszków otrzymanych metodami FBJD i FD cechowały się lepszymi cechami jakościowymi niż napoje zawierające dodatek proszków otrzymanych metodą rozpyłową z soków zawierających znaczny dodatek nośnika. Właściwości sensoryczne zaprojektowanych napojów regenerujących były zadowalające, pomimo dodatku elektrolitów o słono-gorzkim smaku. Poziom zawartości proszków owocowych w napojach jest ograniczony względami sensorycznymi (zbyt kwaśnym smakiem). Stwierdzono, że poziom dodatku badanych komponentów napojów regenerujących jest liniowo skorelowany ($p<0,05$) z osmolalnością ogólną napojów oraz że istnieje możliwość ustalania składu recepturowego napojów o kontrolowanej osmolaności w oparciu o znajomość osmolaności poszczególnych komponentów składowych napojów, co umożliwia znacznie szybsze projektowanie ich składu w porównaniu z dotychczas stosowaną metodą „kolejnych przybliżeń".

Podsumowanie całości osiągnięcia

Postawiona w osiągnięciu hipoteza, dotycząca możliwości zastawania innowacyjnej metody strumieniowo-fluidyzacyjnego rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem (FBJD) w przemyśle spożywczym do otrzymywania proszków z owoców jagodowych oraz możliwości ich zastosowania w projektowaniu napojów regenerujących została pozytywnie zweryfikowana. W oparciu o przeprowadzone badania, stwierdzono że proszki otrzymane metodą FBJD z owoców jagodowych z grupy tzw. „superfruits", charakteryzującej się krótkim kilkunastominutowym czasem procesu rozdrabniania i jednoczesnego suszenia w złożu fluidalnym po uprzednim podsuszeniu w ustalonej temperaturze powodującej inaktywację enzymów oksydacyjnych, charakteryzują się wyższą lub porównywalną zawartością badanych składników bioaktywnych oraz porównywalnymi właściwościami technologicznymi i jakością sensoryczną do proszków otrzymanych przez liofilizację owoców a następnie ich rozdrabnianie oraz wyższymi od proszków otrzymanych metodą konwekcyjną, próżniową, czy rozpyłową. Proszki te, podobnie jak otrzymane metodą liofilizacji, uznaną za drogą metodę suszenia, mogą znaleźć szerokie zastosowanie jako źródło składników bioaktywnych, w tym w

zaprojektowanych innowacyjnych funkcjonalnych napojach regenerujących przeznaczonych do spożycia przez osoby aktywne fizycznie, w tym sportowców po zakończonym treningu, z możliwością ich dodatkowego wzbogacenia w zhydrolizowane enzymatycznie białka kolagenowe oraz błonnik o właściwościach prebiotycznych. Przeprowadzone badania są ważne zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i aplikacyjnego, gdyż wykazały możliwość wykorzystania, dotychczas nie stosowanej w przemyśle spożywczym innowacyjnej metody FBJD do produkcji proszków z owoców jagodowych, trudnych w otrzymywaniu, charakteryzujących się jednocześnie wysoką zawartością składników bioaktywnych. Metoda ta może być bardzo konkurencyjna do obecnie stosowanych metod otrzymywania proszków nie tylko z owoców jagodowych ale również innych surowców roślinnych szczególnie o twardej teksturze, gdzie nie jest konieczne stosowanie uprzedniego podsuszania.

Spis literatury

1. Akram W., Garud N., Joshi R. (2019). Role of inulin as prebiotics on inflammatory bowel disease. Drug Discov. Ther., 13, 1–8.
2. Arai H., Mizuno A., Sakuma M., Fukaya M., Matsuo K., Muto K., Sasaki H., Matsuura M., Okumura H., Yamamoto H. i wsp. (2007). Effects of a palatinose-based liquid diet (Inslow) on glycemic control and the second-meal effect in healthy men. Metabolism, 56, 115–121.
3. Arvanitoyannis I., Kotsanopoulos K., Savva A. (2017). Use of ultrasounds in teh field of the food industry – methods and effects on quality, safety, and ogranoleptic characteristics of food: a review. Crit Rev Food Sci Nutr, 57, 109-128.
4. Atkinson F., Brand-Miller J., Foster-Powell K., Buyken A., Goletzke J. (2021). International tables of glycemic index and glycemic load values 2021: A systematic review. Am. J. Clin. Nutr. 31, 2281–2283.
5. Bazyma L., Guskov V., Basteev A., Lyashenko A., Lyakhno V., Kutovoy V. (2006). The investigation of low temperature vacuum drying proces of agricultural materials. J Food Eng. 2006, 74, 410–415.
6. Beaudry C., Raghavan G., Rennie T. (2003). Microwave finish drying of osmotically dehydrated cranberries. Dry. Technol., 21, 1797–1810.
7. Brouns F., Kovacs E. (1997). Functional drinks for athletes rewiev. Trends Food Sci. Technol. 8, 414–421.
8. Charpe A., Sedani S., Murumkar R., Bhad R. (2019). Effect of temperature on microbial growth in food during storage. Multilogic Sci. 8, 56–58.
9. Faria D., Mendes M., Sumita N. (2017). The measurement of serum osmolality and its application to clinical practice and laboratory: Literature review. J. Bras. Patol. Med. Lab., 53, 38–45.
10. Gawełek J., Domian, E., Ryniecki A., Bakier S. (2017). Effects of the spray drying conditions of chockeberry (Aronia melanocarpa L.) juice concentrate on the physicochemical properties of powders. Int J of Food Sci Technol, 52, 1933–1941.
11. Hammami C., René F., Marin M. (1999). Process-quality optimization of the vacuum freeze drying of apple slices by the response surface method. Int J Food Sci Technol. 34, 145–160.
12. Holub I., Gostner A., Theis S., Nosek L., Kudlich T., Melcher R., Scheppach W. (2010). Novel findings on the metabolic effects of the low glycaemic carbohydrate isomaltulose (Palatinose™). Br. J. Nutr., 103, 1730–1737.
13. https://www.netzsch-grinding.com/en/products-solutions/dry-grinding/s-jet-steam-jet-mill/(dostęp 20.10.2021)
14. https://grinding.netzsch.com/en/products-and-solutions/dry-grinding/s-jet-steam-jet-mill(dostęp 20.10.2021)

15. Joshi J. (2011). A review on micronization techniques. J Pharm Sci Technol. 3(7), 651–681.
16. Konczak I., Zhang W. (2004). Anthocyanins – more than nature's colours. J Biomed Biotechnol. 1(5), 239–240.
17. Kulling S., Rawel H (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A review on the characteristic components and potential health effects. Planta Med., 2008, 74, 1625-1634.
18. Lopez-Nicolas J., Garcıa-Carmona F. (2010). Enzymatic and Nonenzymatic Degradation of Polyphenols. [w:] Fruit and Vegetable Phytochemicals Chemistry, Nutritional Value, and Stability, [red.:] Rosa L., Alvarez-Parrilla E., González-Aguilar G., Blackwell Publishing: Hoboken, NJ, USA, s. 101–129.
19. Mettler S., Rusch C., Colombani P. (2006). Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland. Schweizerische Zeitschrift für "Sportmedizin und Sporttraumatologie", 54(3), 92–95.
20. Michalska A.,Wojdyło A., Łysiak G., Lech K., Figiel, A. (2017). Functional relationships between phytochemicals and drying conditions during the processing of blackcurrant pomace into powders. Adv Powder Technol. 28, 1340–1348.
21. Moskowitz, R. (2000). Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease. Semin. Arthritis Rheum. 30, 87–99.
22. Oszmiański J., Wojdyło A. (2005). Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. European Food Res and Technol,, 221, 809–813.
23. Pound C., Blair B., Boctor D., Casey L., Critch J., Farrell C., Gowrishankar M., Kim J., Roth D., Sant'Anna A. i wsp. (2017). Energy and sports drinks in children and adolescents. Paediatr. Child Health, 22, 406–410.
24. Ratti C. (2001). Hot air anf freeze-drying of high-value foods: a review. J. Food Eng. 49: 311-319.
25. Rehrer N., Wagenmakers A., Beckers E., Halliday D., Leiper J., Brouns F., Maughan R., Westerterp K., Saris W. (1992). Gastric emptying, absorption, and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. Appl. Physiol. 72, 468–475.
26. Reyes A. Vega R. García G. (2008). Drying sawdust in a pulsed fluidized bed. Dry. Technol., 26, 476–486.
27. Rozporządzenie (WE) nr 1169/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z dnia 25 października 2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (dostęp 1 grudnia, 2020).
28. Rozporządzenie (WE) nr 1924/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności (dostęp 1 grudnia, 2020).
29. Sadowska A., Rakowska R., Świderski F., Hoffmann M., Wasiak-zys G. (2015): Cechy jakościowe proszków warzywnych otrzymanych innowacyjną metodą suszenia w niskich temperaturach z równoczesną mikronizacją, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 63-67.
30. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R., Hallmann E. (2017). The functional properties of chokeberry and kale powders obtained by an innovative method of fluidised-bed jet milling with drying compared to freeze drying, Int. J. Food Eng. 6 (13).
31. Samoticha J., Wojdyło A., Lech K. (2016). The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. LWT Food Sci. Technol., 66, 484–489.
32. Santos L., Ferreira-Bonomo R., Lemos A., da Costa Ilheu Fontain R. Santos W., Veloso C., Souza, M. (2011) Influence of concentration and type of sugar additives on the osmolality and acceptance of coconut water. UNOPAR Cient Ciênc Biol. Saúde, 13, 29–32.
33. Si X., Chen Q., Bi J., Wu X., Yi J., Zhou L., Li Z. (2016). Comparison of different drying methods on the physical properties, bioactive compounds and antioxidant activity of raspberry powders. J. Sci. Food Agric. 96, 2055–2062.
34. Specyfikacja eksperymentalnej linii otrzymywania proszków metodą strumieniowo-fluidyzacyjną, 2017 (dane do producenta).
35. Stasiuk E, Przybyłowski P. (2017). Osmolality of isotonic drinks in the aspect of their authenticity, Pol J Natur Sc. 32(1), 161–168.

36. Urdampilleta A., Gómez-Zorita S., Soriano J., Martínez-Sanz J., Medina S., Gil-Izquierdo A.(2015). Hydration and chemical ingredients in sport drinks: Food safety in the European context. Nutr. Hosp. 31, 1889–1899.
37. Wagenmakers A., Brouns F., Saris W., Halliday D. (1993). Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. J. Appl. Physiol. 75, 2774–2780.
38. Wiktor A., Parniakov O., Witrowa-Rajchert D. (2022). Drying Improving by Pulsed Electric Fields. [w:] Raso J., Heinz V., Alvarez I., Toepfl S. (red.) Pulsed Electric Fields Technology for the Food Industry. Food Engineering Series. Springer, Cham.
39. Oszmiański J., Wojdyło A. (2005). Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. European Food Res and Technol,, 221, 809–813.
40. Wojdyło A., Figiel A., Oszmianski, J. (2009). Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. J Agri Food Chem. 57, 1337–1343.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Pracą naukową zajmuję się od 2009 r., w którym rozpoczęłam Stacjonarne Studia Doktoranckie na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie. W tym samym roku zostałam zatrudniona w projekcie badawczym pt. Optymalizacja produkcji mięsa wołowego w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody", finansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach operacyjnego programu Innowacyjna Gospodarka (Działanie1.3. Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe). W ramach tego projektu realizowałam badania, które zostały wykorzystane w pracy doktorskiej wykonanej pod promotorstwem prof. dr hab. Franciszka Świderskiego. Pracę doktorską pt. „*Analiza uwarunkowań jakości sensorycznej i wartości odżywczej mięsa wołowego"* obroniłam przed Radą Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji w dniu 26.04.2014 r.

Główna tematyka prowadzonych przeze mnie badań naukowych i prac rozwojowych obejmuje:

1. ocenę cech jakościowych i przydatności kulinarnej mięsa wołowego pochodzącego od zwierząt rasy mięsnej i mlecznej oraz ocenę sensoryczną mięsa wieprzowego w zależności od zastosowanej metody kastracji
2. ocenę właściwości fizykochemicznych, sensorycznych i bioaktywnych składników żywności funkcjonalnej oraz projektowanie i ocenę jej składu.

W ramach w/w tematyki współpracowałam z jednostkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi, takimi jak: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży, Vytautas Magnus University (Kowno, Litwa), National Chung Hsing University (Taichung, Taiwan), Klinika Nefrologii, Hipertensjologii i Transplantologii Nerek - Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Klinika Chorób Wewnętrznych, Endokrynologii i Diabetologii Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA w Warszawie.

W ramach współpracy z jednostkami naukowymi opublikowano 8. artykułów naukowych (łączny IF = 17,240; punkty MEiN = 450), prowadzono badania w 2. projektach badawczych oraz przygotowano projekt naukowo-badawczy przeznaczony do realizacji w ramach Szybkiej Ścieżki – Agrotech, programu operacyjnego Inteligentny Rozwój, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (tabela 4).

Tabela 4. Wykaz współpracy z jednostkami krajowymi i zagranicznymi

Jednostka współpracująca	Rodzaj współpracy
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mlecznego	**Udział w projekcie:** „Optymalizacja produkcji mięsa wołowego w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody". Projekt finansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach operacyjnego programu Innowacyjna Gospodarka (Działanie1.3.), 2009-2011 **Praca doktorska:** „Analiza uwarunkowań jakości sensorycznej i wartości odżywczej mięsa wołowego" **Publikacje:** • Sadowska A., Świderski F., Rakowska R., Kostyra E., Piotrowska A. (2015): Przydatność metody ilościowej analizy opisowej (QDA) i Analizy Składowych Głównych (PCA) w ocenie jakości mięsa wołowego, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4, 99-112. Punkty MEiN 20; IF_{2015} 0,256 • Sadowska A., Świderski F., Kostyra E., Rachtan Janicka J., Najman K. (2020): Effect of ageing time on quality characteristics of different bovine muscles, International Journal of Food Science and Technology, 2020, vol. 55, nr 3, s.1189-1198. Punkty MEiN 70; IF_{2020} 3,713 • Rakowska R., Sadowska A., Waszkiewicz-Robak B. (2017): Influence of pre- and post-slaughter factors on the reduced glutathione content of beef muscles, Meat Science, 124: 48-53. Punkty MEiN 40 IF2017 2,821 • Rakowska R., **Sadowska A**., Waszkiewicz-Robak B., Batogowska J. (2017): Influence of chosen pre- and post-slaughter factors on heme iron content in selected beef muscles of crossbred bulls and steers. Journal of Food - CyTA, 15, 4, 544-552. Punkty MEiN 20 IF_{2017} 1,371.
National Chung Hsing University (Taichung, Taiwan)	**Publikacja:** Świąder K., Wegner K., Piotrowska A., Tan F-J., **Sadowska A**. (2019): Plants as a source of natural high-intensity sweeteners: A review, Journal of Applied Botany and Food Quality, 2019, vol. 92, s.160-171. Punkty MEiN 40 IF_{2019} 0,953.
Vytautas Magnus University (Kowno, Litwa)	**Publikacja:** Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N., Blinstrubiene A., Sawicka B., **Sadowska A**., Hallmann E. (2021): Studies of the Variability of Sugars, Vitamin C, and Chlorophylls in Differently Fermented Organic Leaves of Willowherb (Chamerion angustifolium (L.) Holub), Applied Sciences-Basel, 2021, vol. 11, nr 21, s.1-8. Punkty MEiN 100, IF_{2021} 2,697.

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu	**Publikacja:** Najman K., **Sadowska A**., Buczak K., Leontowicz H., Leontowicz M. (2022). Effect of heat treated garlic (Allium sativum L.) on growth parameters, plasma lipid profile and histological changes in the ileum of atherogenic rats, Nutrients, 2022, vol. 14, nr 2, s.1-20. Punkty MEiN 140, IF_{2022} 5,429.
Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży	**Publikacja: Sadowska A**., Świderski F., Rakowska R., Waszkiewicz-Robak B., Żebrowska-Krasuska M., Dybkowska E. (2017): Beverage osmolality as a marker for maintaining appropriate body hydration. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 68, 2, 167-173. Punkty MEiN 20.
Institute for Agricultural and Fisheries Research (Belgia), Pig Research Centre (Dania), French National Institute for Agricultural Research (Francja), Wageningen University (Holandia), Kmetijski Institute Slovenije and University of Ljubljana – Veterinary Faculty (Słowenia),University of Hohenheim (Niemcy)	**Udział w projekcie:** „Zrównoważenie w produkcji wieprzowiny z immunokastracji", finansowanego w ramach Horyzont 2020 ERA-NET Co-Fund, 2018-2019.
Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Szpital Kliniczny MSWiA w Warszawie	**Przygotowanie projektu naukowo-badawczego:** „Opracowanie technologii produkcji innowacyjnych funkcjonalnych napojów regenerujących oraz napojów o działaniu diuretycznym i przeciwzapalnym" w ramach Szybkiej Ścieżki – Agrotech, programu operacyjnego Inteligentny Rozwój, NCBiR, 2019-2021

5.1. Ocena cech jakościowych i przydatności kulinarnej mięsa wołowego pochodzącego od zwierząt rasy mięsnej i mlecznej oraz ocena sensoryczna mięsa wieprzowego w zależności od zastosowanej metody kastracji

Ocena cech jakościowych i przydatności kulinarnej mięsa wołowego pochodzącego od zwierząt rasy mięsnej i mlecznej

Badania dotyczące oceny cech jakościowych i przydatności kulinarnej mięsa wołowego pochodzącego od zwierząt rasy mięsnej i mlecznej realizowałam w ramach w/w projektu badawczego „Optymalizacja produkcji mięsa wołowego w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody" finansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach operacyjnego programu Innowacyjna Gospodarka (Działanie1.3.) (Załącznik 4, pkt. II, 9.2.2). Projekt był realizowany w ramach konsorcjum, we współpracy dwóch jednostek naukowych, tj. Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie i Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz Polskiego Zrzeszenia Producentów Bydła Mlecznego. W ramach tego projektu wykonałam badania, których znaczna część została wykorzystana w mojej procy doktorskiej. Wykonane przy moim udziale badania dotyczyły

głównie oceny wpływu wybranych uwarunkowań jakości sensorycznej, wartości odżywczej i zawartości związków bioaktywnych w mięsie wołowym pozyskanym od zwierząt otrzymanych poprzez krzyżowanie towarowe bydła ras mlecznych ze zwierzętami ras mięsnych – Limusine, Hareford i Charolaise, których hodowla była prowadzona w kontrolowanych warunkach przez pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Ocena obejmowała określenie jakości mięsa w zależności od czynników przedubojowych, takich jak: rasa ojcowska, sposób żywienia, status hormonalny i wiek zwierząt oraz czynników poubojowych związanych z procesem dojrzewania mięsa. Materiał badawczy stanowiły różne mięśnie poddane dojrzewaniu „na mokro". Badane mięśnie poddawane były ocenie sensorycznej, badaniom chemicznym oraz ocenie parametrów fizycznych. Charakteryzowały się zróżnicowaną wartością odżywczą i jakością sensoryczną w zależności od: sposobu żywienia, statusu hormonalnego (wolce, buhaje) i wieku ubojowego zwierząt. Żywienie zwierząt zgodnie z zasadami chowu półintensywnego przyczyniło się do otrzymania mięsa o niższej zawartości kolagenu oraz tłuszczu charakteryzującego się korzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych w porównaniu do mięsa otrzymanego od zwierząt żywionych intensywnie. Zwierzęta ubijane w młodszym wieku wykazywały niższy udział tłuszczu śródmięśniowego, bez istotnych różnic w zawartości kwasów tłuszczowych. Jakość sensoryczna i przydatność kulinarna poszczególnych badanych mięśni uzależniona była od czasu trwania dojrzewania i wykazywała zróżnicowanie w zależności od rodzaju mięśnia. Porównując cechy jakościowe mięśni pozyskanych od wolców i buhajów stwierdzono, że mięśnie pozyskane od wolców charakteryzowały się intensywniejszymi cechami smakowo-zapachowymi, wyższą soczystością, kruchością oraz sensoryczną jakością ogólną względem mięsa buhajów. Jednocześnie mięśnie te wykazywały niższy udział kolagenu, wyższą zawartość tłuszczu śródmięśniowego oraz jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z mięsem buhajów. Na podstawie realizowanych z moim udziałem badań dotyczących zawartości związków bioaktywnych, tj. żelaza hemowego i glutationu w mięsie wołowym w zależności od czynników przed i po ubojowych wykazano, że czynniki przedubojowe, takie jak rasa ojcowska, wiek ubojowy, sposób żywienia oraz status hormonalny zwierząt wpływają na zawartość żelaza hemowego w wybranych do badań mięśniach wołowych. Znacznie większą zawartość żelaza hemowego znajdowało się w mięśniu pochodzącym od starszych zwierząt. W odniesieniu do rasy ojcowskiej, wyższą zawartość żelaza zaobserwowano w mięśniu uzyskanym od zwierząt rasy ojcowskiej Hereford, w porównaniu z rasą Charolaise i Limuzyne. Mięśnie pozyskane od buhajów i zwierząt żywionych półintensywnie zawierały wyższy

poziom omawianego składnika w porównaniu z mięśniami pozyskanymi od wolców i zwierząt żywionych intensywnie. W przypadku zredukowanego glutationu, wśród czynników przedubojowych, jedynie rasa ojcowska zwierząt wpłynęła na poziom tego składnika. Biorąc pod uwagę czynniki poubojowe, takie jak dojrzewanie mięsa i przeprowadzoną obróbkę cieplną mięsa – grillowanie, zauważono zróżnicowany wpływ tych procesów na zawartość żelaza hemowego i zredukowanego glutationu w wybranych do badań mięśniach. Dojrzewanie mięsa spowodowało znaczny spadek zawartości żelaza, wzrost zaś poziomu glutationu, natomiast grillowanie przyczyniło się do istotnego obniżenia zawartości badanych składników bioaktywnych, wynoszącej około 19% i 40% odpowiednio dla zawartości żelaza hemowego i zredukowanego glutationu. Część uzyskanych wyników z tego zakresu zostało opublikowanych w czasopismach naukowych (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.1, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.9) oraz były prezentowane na międzynarodowych konferencjach (Załącznik 4, pkt. II, 7.12, 7.13, 7.15, 7.16, 7.17).

Ocena sensoryczna mięsa wieprzowego w zależności od zastosowanej metody kastracji

Zdobyte doświadczenie w badaniach mięsa wołowego miało wpływ na mój udział w realizacji międzynarodowego projektu pt. „Zrównoważenie w produkcji wieprzowiny z immunokastracji" (2018-2019) pod kątem realizacji ocen sensorycznych. Projekt był realizowany w ramach konsorcjum Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z 5. ośrodkami naukowymi, takimi jak: Institute for Agricultural and Fisheries Research (Belgia), SEGES Pig Research Centre (Dania), French National Institute for Agricultural Research (Francja), Wageningen University (Holandia), Kmetijski Institute Slovenije and University of Ljubljana – Veterinary Faculty (Słowenia), pod koordynacją University of Hohenheim (Niemcy). Projekt był finansowany w ramach Horyzont 2020 ERA-NET CO-Fund w ramach programu Horyzont (Załącznik 4, pkt. II, 9.2.3). Badania prowadzone przy moim udziale dotyczyły oceny sensorycznej mięsa wieprzowego pochodzącego od zwierząt niepoddanych kastracji oraz poddanych chirurgicznej i immunologicznej kastracji z wykorzystaniem metody profilowania (QDP). Oceniano zarówno świeże mięso poddane obróbce kulinarnej, jak również przetwory z niego otrzymane.

5.2. Ocena właściwości fizykochemicznych, sensorycznych i bioaktywnych składników żywności funkcjonalnej oraz projektowanie i ocena jej składu

Ocena właściwości fizykochemicznych i sensorycznych roślin bogatych w składniki bioaktywne oraz w naturalne substancje słodzące

W ramach współpracy z Vytautas Magnus University (Kowno, Litwa) brałam udział w badaniach dotyczących oceny zawartości związków bioaktywnych w liściach wierzbówki (*Chamerion angustifolium (L.) Holub*).). Wierzbówka jest bardzo popularną rośliną zarówno na Litwie, jak i w wielu innych krajach. Roślina ta jest używana zwykle jako zioło o właściwościach przeciwbakteryjnych, stosowana m.in. przy schorzeniach skórnych oraz chorobach prostaty. Bardzo ważne jest opracowanie odpowiedniej metody obróbki technologicznej zapewniającej zachowanie właściwości bioaktywnych, tak aby uzyskać jak najlepsze efekty prozdrowotne. Przeprowadzone badania wykazały że dobrą metodą jest fermentacja liści wierzbówki w fazie stałej, którą można prowadzić zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych, w ustalonym w badaniach czasie. Mój udział w prowadzonych badaniach dotyczył części analitycznej. Wyniki z tych badań zostały opublikowane (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.12).

W ramach współpracy z Instytutem Medycyny Weterynaryjnej SGGW oraz Katedrą i Kliniką Chirurgii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu zostały wykonane badania dotyczące prozdrowotnego oddziaływania czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej w badaniach na zwierzętach. Efektem tych badań była publikacja, której jestem współautorem (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.15). W przeprowadzonych badaniach wykazano, że suplementacja diety czosnkiem działa zapobiegawczo i leczniczo w chorobach układu krążenia, ale może również uszkadzać błonę śluzową jelit, powodując upośledzenie wchłaniania składników odżywczych. Przetwarzanie czosnku, w tym obróbka cieplna, zmienia aktywność biologiczną czosnku, dlatego tak ważne jest znalezienie metod przetwarzania żywności, które zachowają prozdrowotne właściwości czosnku, jednocześnie minimalizując jego negatywny wpływ na układ pokarmowy. Dlatego w niniejszej pracy badano wpływ czosnku na parametry wzrostu, profil lipidowy osocza i parametry morfologiczne w jelicie krętym szczurów rasy Wistar poddanych różnym rodzajom obróbki cieplnej (blanszowanie, gotowanie, smażenie, działanie mikrofal). Stosowano dietą aterogenną z 1%. dodatkiem cholesterolu. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że dodatek czosnku poddanego obróbce cieplnej miał wpływ na zwiększenie spożycia diety przez zwierzęta i ich wzrost w zależności od rodzaju i czasu obróbki

cieplnej czosnku. Najwyższe spożycie odnotowano w grupach aterogennych suplementowanych czosnkiem, poddanych dłuższej obróbce cieplnej, a następnie poddanej działaniu mikrofal. Krótkotrwała obróbka cieplna czosnku powodowała znaczną poprawę profilu lipidowego osocza szczurów. Wydłużenie czasu obróbki termicznej czosnku i jego mikrofalowanie znacznie osłabiło działanie czosnku w organizmie, ale nadal zachowało jego działanie hipolipidemiczne. Największy wpływ na zmiany strukturalne błony śluzowej jelita szczurów, objawiające się zwyrodnieniem błony śluzowej, skróceniem długości kosmków jelitowych, uszkodzeniem rąbka szczoteczkowego, a tym samym upośledzeniem wchłaniania jelitowego, miała suplementacja czosnkiem poddanym krótkotrwałej obróbce cieplnej. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki potwierdzają, że dobór odpowiedniej metody obróbki termicznej czosnku może pozwolić na zachowanie profilaktycznej i terapeutycznej skuteczności czosnku w chorobach układu krążenia, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo jego długotrwałego stosowania w kontekście chorób zwyrodnieniowych i zmiany w przewodzie pokarmowym.

Współpraca z National Chung Hsing University (Taichung, Taiwan) dotyczyła oceny przydatności roślin bogatych w naturalne substancje intensywnie słodzące, które nie są obecnie dopuszczone do stosowania w Unii Europejskiej, pomimo, że są od wielu lat tradycyjnie wykorzystywane w krajach strefy gorącej, w których występują naturalnie. Dotychczas z moim udziałem przygotowano artykuł, w którym dokonano charakterystyki najważniejszych roślin tropikalnych, wykazujących wysokie właściwości słodzące (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.7). Spośród opisanych w pracy roślin najwyższe właściwości słodzące wykazuje mirakulina, uzyskana z *Synsepalum dulcificum* (400 000 razy słodsza od sacharozy), następnie monatyna (1200 - 3000) i pentadyna (500 do 2000 razy słodsza). Niektóre z tych substancji mogą również modyfikować smak, np. zmieniać smak kwaśny w słodki (mirakulina i neokulina). Dużym zainteresowaniem cieszy się również substancja słodząca mogrozyd uzyskana z Siraitia grosvenorii (zwany Luo Han Guo) (300 razy słodsza od sacharozy) dopuszczona do stosowania przez FDA (posiada status GRAS) w USA. Należy się spodziewać, że wkrótce mogrozyd zostanie również dopuszczony do stosowania w Unii Europejskiej, jako substancja dodatkowa, co wzbogaci dość ubogi asortyment substancji intensywnie słodzących na rynku. Obecnie stosowanymi, dopuszczonymi w Unii Europejskiej naturalnymi substancjami intensywnie słodzącymi są glikozydy stewiolowe i taumatyna (odpowiednio 300 razy i 3500 słodsze od sacharozy).

Projektowanie składu i ocena żywności funkcjonalnej

Ważnym zagadnieniem z zakresu badań żywności funkcjonalnej, jakim zajmowałam się w ostatnich latach, było projektowanie funkcjonalnych napojów regenerujących przeznaczonych dla różnych grup populacyjnych we współpracy z Kliniką Nefrologii, Hipertensjologii i Transplantologii Nerek Uniwersytetu Medyczną w Łodzi, Kliniką Chorób Wewnętrznych, Endokrynologii i Diabetologii Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA w Warszawie oraz Instytutem Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej Politechniki Wrocławskiej. Współpraca dotyczyła ustalenia koncepcji, a następnie wykonania badań dotyczących technologii produkcji innowacyjnych funkcjonalnych napojów regenerujących oraz napojów o działaniu diuretycznym i przeciwzapalnym o ukierunkowanym działaniu prozdrowotnym, których obserwuje się brak lub występują w ograniczonej ilości na rynku krajowym i europejskim. Pod moim kierunkiem wspólnie z w/w jednostkami naukowymi przygotowano projekt naukowo-badawczy przeznaczony do realizacji w ramach Szybkiej Ścieżki – Agrotech, programu operacyjnego Inteligentny Rozwój, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Przygotowany projekt dotyczył opracowania technologii produkcji napojów regenerujących przeznaczonych dla dużych grup populacyjnych, głównie takich jak: osoby obciążone wysiłkiem fizycznym, w tym sportowcy, osoby o dużym wysiłku umysłowym oraz osoby z niedoborami składników odżywczych różnego pochodzenia. Drugą grupę stanowiły napoje zawierające składniki naturalnego pochodzenia o uznanym działaniu diuretycznym i przeciwzapalnym. Założono, że opracowane napoje będą bazowały na naturalnych komponentach, odpowiednią w zależności od przeznaczenia wartością odżywczą oraz zawartością składników bioaktywnych o ukierunkowanym działaniu prozdrowotnym. Zachowanie naturalności, wysokiej wartości odżywczej oraz składników bioaktywnych miało być zapewnione dzięki projektowanej innowacyjnej linii, w której planowano zastosowanie utrwalanie napojów nietermiczną metodą HPP. Zaplanowano, że właściwości prozdrowotne napojów będą potwierdzone w badaniach na potencjalnych odbiorcach projektowanych wyrobów, prowadzonych w klinikach medycznych. Wykonane na potrzeby projektu badania wstępne dotyczyły oceny właściwości funkcjonalnych wybranych komponentów planowanych do wykorzystania w projektowanych napojach funkcjonalnych. Stopień zaawansowania badań wstępnych określony w projekcie odpowiadał III poziomowi technicznemu. Część z uzyskanych wyników z tych badań została opublikowana w trzech artykułach (Załącznik 4, pkt. I, 1.5, 1.6, pkt. II, 4.2.17).

5.3. Inna działalność naukowa

Poza wyżej omówią tematyką, moja działalność naukowa koncentruje się głównie na ocenie właściwości bioaktywnych i technologicznych produktów pochodzenia mikrobiologicznego i roślinnego oraz ich składników, które można zaliczyć do żywności funkcjonalnej lub suplementów diety, bądź ich komponentów. Z tego zakresu opublikowano 12 artykułów (łączny IF = 20,574; punkty MEiN = 660).

Żywność pochodzenia mikrobiologicznego

Ważnym zagadnieniem związanym z zagospodarowaniem materiałów odpadowych przemysłu spożywczego jest wykorzystanie do celów spożywczych pofermentacyjnych drożdży. Drożdże pofermentacyjne są produktem ubocznym przy produkcji piwa i wina stosowanym przez wiele lat głównie jako dodatek paszowy. Zawierają one w swym składzie wiele cennych składników bioaktywnych stąd też obserwuje się duże zainteresowanie ich wykorzystaniem. Zagadnieniem tym zajmowałam we współpracy z firmą Inter Yeast Sp. z o.o., wiodącą w produkcji i badaniach drożdży spożywczych i ich przetworów. Z tego zakresu opublikowano dwa artykuły badawcze oraz jeden przeglądowy (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.2, 4.2.12, 4.2.18). Opublikowane artykuły dotyczyły otrzymania autolizatów z pofermentacyjnych drożdży piwowarskich (*Saccharomyces cerevisiae*) oraz zastosowania tych autolizatów, jak i ekstraktów drożdżowych jako naturalnych i wartościowych składników żywności funkcjonalnej oraz suplementów diety. Stwierdzono, że oceniane autolizaty i ekstrakty charakteryzują się wysoką zawartością aminokwasów egzogennych, przewyższającą poziomy tych aminokwasów w białku referencyjnym wzorca FAO/WHO. Jakość sensoryczna badanych autolizatów zależała od stopnia autolizy białka drożdży, co determinuje ich zastosowanie w produkcji żywności. Stopień autolizy białek pozwala na uzyskanie komponentów o zaprojektowanych właściwościach funkcjonalnych, charakteryzujących się pożądaną zawartością wolnych aminokwasów oraz peptydów o określonej masie cząsteczkowej. Ustalono, że drożdże pofermentacyjne mogą być cennym półproduktem do przygotowania autolizatów oraz ekstraktów drożdżowych, wykazujących wartościowy pod względem zawartości składników bioaktywnych skład oraz że ekstrakty drożdżowe mogą jednocześnie korzystnie wpływać na jakość sensoryczną projektowanych wyrobów. Uzyskane wyniki wskazały na możliwość wykorzystania badanych autolizatów i ekstraktów jako źródła wolnych aminokwasów i peptydów w projektowaniu żywności funkcjonalnej i suplementów

diety. Ponadto wykazały, że pofermentacyjne drożdże piwowarskie są cennym źródłem β-glukanów, które mogą być stosowane jako suplementy diety oraz jako komponenty żywności funkcjonalnej, wykazujące cenne właściwości prozdrowotne, m.in. immunomodulujące, wpływające na profil lipidowy krwi oraz wykazujące oddziaływanie prebiotyczne i antyoksydacyjne.

Produkty pochodzenia roślinnego

Badania z tego zakresu dotyczyły oceny właściwości bioaktywnych i technologicznych proszków z owoców i warzyw otrzymywanych w warunkach przemysłowych i laboratoryjnych. Stanowiły one uzupełnienie badań omówionych w osiągnieciu, pkt. 4. Ponadto wychodząc naprzeciw potrzebom producentów żywności i konsumentów, przeprowadzono badania dotyczące właściwości bioaktywnych i technologicznych kiełków warzywnych i termizowanego czosnku, które to produkty można zaliczyć do żywności funkcjonalnej.

Ocena właściwości funkcjonalnych proszków owocowych i warzywnych

Przeprowadzone badania wykonano na proszkach rynkowych otrzymanych z wybranych owoców i warzyw metodą liofilizacji w ściśle kontrolowanych warunkach na urządzeniach przemysłowych (Załącznik 4, pkt. II, 4.2.16) oraz dla porównania na wybranych proszkach (nieomówionych w osiągnięciu, pkt.4) otrzymanych w warunkach laboratoryjnych z owoców jagodowych, takich jak truskawka i aronia oraz warzywa – jarmużu (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.3, 4.1.10).

Otrzymywanie proszków z surowców suszonych sublimacyjnie w warunkach laboratoryjnych, różni się znacznie od warunków przemysłowej produkcji, gdzie stosuje się urządzenia o dużej wydajności z ogrzewanymi półkami, co pozwala znacznie skrócić czas liofilizacji, nawet 2-3 krotnie. Również proces rozdrabniania owoców w warunkach przemysłowych odbiega znacznie od laboratoryjnego, co może mieć wpływ na zawartość składników bioaktywnych, a szczególnie na zawartość witaminy C. Dostępne dane literaturowe dotyczą zwykle oceny metod suszenia oraz oceny otrzymanych liofilizatów (z pominięciem procesu ich mikronizacji). Dlatego też założono, że wykonanie badań dotyczących oceny zawartości związków bioaktywnych w proszkach otrzymanych w warunkach przemysłowych przeznaczonych do sprzedaży w odniesieniu do otrzymywanych w warunkach laboratoryjnych będzie cennym uzupełnieniem badań przedstawionych w osiągnięciu (pkt. 4).

Porównujac uzyskane wyniki zawartości związków bioaktywnych i właściwości przeciwutleniające z danymi literaturowymi, w tym z badaniami omówionymi w osiągnięciu

(pkt. 4), stwierdzono że proszki otrzymane metodą liofilizacji w skali przemysłowej charakteryzowały się wysoką, porównywalną zawartością składników bioaktywnych, takich jak witamina C, polifenole oraz właściwościami przeciwutleniającymi z ich zawartością w proszkach z owoców otrzymanych przy wykorzystaniu liofilizatora laboratoryjnego, a następnie poddanych rozdrobnieniu. Wykazano, że proszki otrzymane z aronii, borówki czernicy i żurawiny, z warzyw – jarmużu oraz badane mieszanki owoców czerwonych i warzyw otrzymanych z owoców liofilizowanych w skali przemysłowej są bogate w składniki bioaktywne i mogą być polecane jako źródło składników bioaktywnych w projektowanych napojach funkcjonalnych. Wykonane badania dotyczące oceny proszków z truskawek, (otrzymanych w warunkach laboratoryjnych) wykazały, że proszki te znacznie różniły się zawartością badanych związków bioaktywnych i właściwościami technologicznymi w zależności od metody ich otrzymania, co zostało omówione w publikacji (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.10). Proszki z truskawek otrzymane metodą FD, można zaklasyfikować jako żywność o wysokiej zawartości składników bioaktywnych, ponieważ już niewielka ich ilość ok 20 g pokrywa dzienne zapotrzebowanie organizmu na witaminę C, a niewielki dodatek do żywność (ok. 5-15 g na porcję) uprawnia do umieszczania na etykiecie informacji o wartości odżywczej „wysoka zawartość witaminy C”. W przypadku proszków CD i SD ich dodatek powinien być 2–3 razy większy, aby umożliwić znakowanie wyżej wymienionym oświadczeniem. Proszki w zależności od metody otrzymywania, wykazywały istotnie różną zdolność wiązania wody i rozpuszczalność. Wskaźnik WSI był najwyższy dla proszków SD, co wskazuje że mogą być one stosowane jako składniki żywności „błyskawicznej”, w tym klarownych napojów owocowych. Biorąc pod uwagę wysoką zawartość składników bioaktywnych oraz wysokie koszty otrzymywania proszków metodą FD, proszki te powinny być stosowane głównie jako cenny składnik wysokowartościowych produktów spożywczych, suplementów diety oraz projektowanych w osiągnięciu napojów regenerujących. Proszki truskawkowe otrzymane metodami CD i SD mogą być również wykorzystywane do wzbogacania żywności, w tym napojów regenerujących, w witaminę C pochodzenia naturalnego, wymaga to jednak 2–4 razy wyższych poziomów dodatku w porównaniu z proszkami FD. Proszki te przede wszystkim powinny być szeroko stosowane jako naturalne dodatki do żywności, zastępując substancje dodatkowe pochodzenia chemicznego, w tym oznaczone symbolem „E” oraz jako komponenty poprawiające właściwości sensoryczne, w tym smak i barwę produktów.

Badania dotyczące właściwości funkcjonalnych kiełków warzywnych oraz czosnku poddanych zróżnicowanej obróbce technologicznej

Z w/w zakresu badań opublikowano 4 artykuły, dotyczące oceny właściwości funkcjonalnych kiełków z czerwonej kapusty oraz tzw. „czarnego czosnku".

W ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie konsumentów spożywaniem warzyw w postaci kiełków, cechujących się wysokimi walorami odżywczymi. Wadą kiełków są straty związków bioaktywnych zachodzące podczas przechowywania oraz stosunkowo krótka przydatność do spożycia związana z tym, że są one dobrą pożywką dla drobnoustrojów, a szczególnie drożdży i pleśni**.** Celem pracy było porównanie zawartości polifenoli, właściwości przeciwutleniających, barwy oraz jakości mikrobiologicznej kiełków z kapusty czerwonej utrwalonych przez zastosowanie łagodnych kwasów organicznych: cytrynowego, askorbinowego, mlekowego, octowego i nadoctowego (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.13). Biorąc pod uwagę zawartość polifenoli oraz potencjał antyoksydacyjny kiełków stwierdzono, że dodatek badanych kwasów organicznych przyczynił się do zachowania tych związków w czasie ich 14 dniowego przechowywania w warunkach chłodniczych wynoszącego, w zależności od rodzaju zastosowanego kwasu organicznego, od 71% do 86% w przypadku polifenoli oraz od 75% do 96% w przypadku właściwości przeciwutleniających. Najlepsze efekty uzyskano traktując kiełki kwasem nadoctowym oraz kwasem askorbinowym, odpowiednio w stężeniu 80 ppm oraz 1%. Przeprowadzone badania dotyczące możliwości przedłużenia trwałości przechowalniczej i zachowania właściwości bioaktywnych kiełków świeżych wykazały, że zastosowanie kwasu nadoctowego w postaci roztworu wodnego podczas obróbki wstępnej (płukanie, natryskiwanie) pozwala obniżyć zawartość drobnoustrojów o jeden rząd logarytmiczny. Biorąc pod uwagę zawartość składników bioaktywnych, jak również jakość mikrobiologiczną kiełków świeżych można powiedzieć, że istnieje duża celowość zastosowania łagodnych kwasów organicznych w czasie obróbki wstępnej kiełków w celu zachowania na wysokim poziomie składników prozdrowotnych w czasie ich przechowywania, co może przyczynić się jednocześnie do przedłużenia ich trwałości.

Znane są właściwości prozdrowotne czosnku, niewiele jest jednak badań dotyczących oceny właściwości bioaktywnych czosnku poddanego długotrwałej obróbce cieplnej, tzw. „czarnego czosnku", cieszącego się ostatnio dużym zainteresowaniem wśród konsumentów. Dlatego też w pracy zbadano wpływ stosowanej przy jego stosowaniu obróbki cieplnej (temperatura 70°C; wilgotność 80%; 45 dni) na zawartość związków bioaktywnych (suma polifenoli, wybranych kwasów fenolowych i flawonoidów), aktywność przeciwutleniającą oraz

właściwości fizykochemiczne czosnku z uprawy konwencjonalnej i/lub ekologicznej (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.11, 4.1.14, 4.1.16). Surowy czosnek z uprawy konwencjonalnej wykazywał istotnie niższą zawartość składników fenolowych i aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z surowym czosnkiem z upraw ekologicznych. Zachodzące przemiany podczas zastosowanej długotrwałej obróbki czosnku zwiększyły ponad dwukrotnie zawartość polifenoli ogółem oraz potencjał antyoksydacyjny. Stosowana obróbka cieplna spowodowała duże zmiany zarówno właściwości fizykochemicznych, jak i bioaktywnych, wynikających z dekompozycji składu chemicznego surowego czosnku. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę dalszych badań z tego zakresu, szczególnie pod kątem prozdrowotnego oddziaływania otrzymanego produktu.

Ocena właściwości wybranych komponentów żywności funkcjonalnej i suplementów diety – resweratrol i krzem

Z tego zakresu opublikowano 2 artykuły przeglądowe (Załącznik 4, pkt. II, 4.1.8, 4.2.20). Jeden z nich dotyczył charakterystyki różnych źródeł krzemu, ich biodostępności oraz bezpieczeństwa stosowania, ze szczególnym uwzględnieniem źródeł stosowanych w żywności funkcjonalnej i suplementach diety. Krzem to mikroelement, który pełni w organizmie człowieka szereg ważnych funkcji, w tworzeniu i utrzymaniu prawidłowego stanu tkanki łącznej, takiej jak: skóra, włosy i paznokcie oraz wykazuje korzystny wpływ na zapobieganie chorobom sercowo-naczyniowym i neurodegeneracyjnym. Dieta europejska i północnoamerykańska jest na ogół uboga w krzem, co koreluje z dietą bogatą w żywność wysoko przetworzoną. Niedobór krzemu w diecie można zniwelować poprzez spożywanie pokarmów bogatych w krzem oraz stosowanie suplementów krzemu. Dobra forma suplementacji to kwas ortokrzemowy, zwykle stabilizowany przez wprowadzenie grupy metylowej, choliny lub waniliny. Kwas ortokrzemowy występuje naturalnie w ziemi okrzemkowej w postaci amorficznej krzemionki i ekstraktów z roślin bogatych w krzem, np. skrzyp polny i pokrzywa. Ze względu na wysoką zawartość krzemu i obiecujące wielokierunkowe działanie prozdrowotne amorficznej krzemionki, może być ona ważnym składnikiem żywności funkcjonalnej i suplementów diety, a także może być stosowana jako ważny dodatek do paszy zwierząt gospodarskich.

W ciągu ostatnich lat wzrosło zainteresowanie biologicznie czynnymi związkami pochodzenia roślinnego, które mogłyby ograniczyć rozwój chorób nowotworowych. Do najważniejszych z nich zalicza się resweratrol, występujący w większej ilości w skórce

winogron, pomidorów i czerwonym winie. Resweratrol wykazuje korzystne oddziaływanie profilaktyczne i terapeutyczne na organizm. Przeciwnowotworowe działanie reswerastrolu związane jest z jego zdolnością do neutralizowania reaktywnych form tlenu oraz modulującym oddziaływaniem na procesy apoptozy, proliferacji i różnicowania komórek nowotworowych. W publikacji przedstawiono charakterystykę resweratrolu jako związku bioaktywnego pochodzenia naturalnego o działaniu przeciwnowotworowym, który dzięki szerokiemu spektrum działania biologicznego może mieć zastosowanie w chemoprewencji nowotworów. Przeciwnowotworowa aktywność tego związku została dowiedziona w licznych badaniach in vitro oraz na zwierzętach, w których wykazano działanie zapobiegawcze resweratrolu w stosunku do nowotworów: jelita grubego, gruczołu krokowego, piersi, a także płuc. Przedstawiono również jego korzystne oddziaływanie wspomagające standardowe leczenie nowotworów przy zastosowaniu chemioterapii i radioterapii.

Resweratol jest substancją biologicznie czynną pochodzenia naturalnego, bezpieczną w użyciu i dlatego powinien być znacznie szerzej spożywany w postaci produktów bogatych w ten składnik i/lub jako suplement diety, gdzie występuje w postaci skoncentrowanej w zalecanej ilości (1 g/dzień). Istnieje zatem potrzeba popularyzacji wiedzy o korzystnych właściwościach resweratolu i jego działaniu prozdrowotnym, a szczególnie i przeciwnowotworowym. Konwencjonalna chemioterapia powinna być wspierana poprzez zwiększenie spożycia resweratolu w postaci produktów stanowiących jego źródło a także w postaci suplementów diety.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

6.1. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych

W 2013 r. ukończyłam trzy-semestralne Podyplomowe Studia Przygotowania Pedagogicznego Nauczycieli, prowadzone na Wydziale Nauk Społecznych, SGGW w Warszawie. W ramach działalności dydaktycznej zajmuję się przygotowaniem i realizacją zajęć dydaktycznych (wykłady, ćwiczenia laboratoryjne) w Zakładzie Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych SGGW w Warszawie, zarówno dla studentów studiów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych. Prowadzę wykłady i/lub ćwiczenia dla studentów kierunku Żywienie i Ocena Żywności, Gastronomia i Hotelarstwo oraz Dietetyka z następujących przedmiotów:

- Projektowanie produktów i potraw dietetycznych (kierunek Dietetyka, studia stacjonarne, wykład)
- Towaroznawstwo żywności przetworzonej (kierunek: Dietetyka, Żywienie i Ocena Żywności, Gastronomia i Hotelarstwo, studia stacjonarne i niestacjonarne, wykłady, ćwiczenia)
- Trendy w technologii żywności (kierunek: Żywienie i Ocena Żywności, studia niestacjonarne, ćwiczenia)
- Żywność funkcjonalna (kierunek: Dietetyka, Żywienie i Ocena Żywności, studia stacjonarne i niestacjonarne, ćwiczenia)
- Żywność wygodna (kierunek: Żywienie i Ocena Żywności, studia stacjonarne i niestacjonarne, wykłady, ćwiczenia)
- Nowa żywność (kierunek: Dietetyka, Żywienie i Ocena Żywności, Gastronomia i Hotelarstwo, studia stacjonarne i niestacjonarne, wykłady)
- Analiza sensoryczna (kierunek: Żywienie i Ocena Żywności, studia stacjonarnei niestacjonarne, Gastronomia i Hotelarstwo, studia stacjonarne, ćwiczenia)

Z większości wyżej wymienionych przedmiotów opracowałam lub zmodyfikowałam niektóre ćwiczenia i/lub wykłady. Jestem koordynatorem zajęć z przedmiotu Towaroznawstwo żywności przetworzonej realizowanego na kierunku Dietetyka. Byłam promotorem 24 zakończonych prac dyplomowych, w tym 14. prac inżynierskich/ licencjackich oraz 10. prac magisterskich. Wykonałam recenzję 13. prac magisterskich i inżynierskich. Brałam również udział w pracach komisji egzaminacyjnej prac dyplomowych jako egzaminator.

W roku akademickim:

- 2018/2019: byłam realizatorem projektu dydaktycznego pt. „Sukces z natury – kompleksowy program podniesienia jakości zarządzania procesem kształcenia i jakości nauczania Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie" realizowanego w ramach programu: Zintegrowane Programy Uczelni w ramach Ścieżki I, Działanie 3.5 Zarządzanie w instytucjach szkolnictwa wyższego, Oś III Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014 – 2020 (Załącznik 4, pkt. II, 15.1),
- 2019/2020: byłam członkiem Zespołu ds. Programów Nauczania na Kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności,
- 2021/2022: brałam udział w opracowaniu Raportu Samooceny na kierunku Dietetyka na potrzeby akredytacji tego kierunku studiów.

Od roku akademickiego 2020/2021 jestem członkiem:

- Zespołu ds. Jakości Kształcenia
- Zespołu ds. Upowszechniania Oferty Dydaktycznej Wydziału Żywienia Człowieka,

powołanych na Wydziale Żywienia Człowieka.

6.2.Informacja o osiągnięciach organizacyjnych i popularyzujących naukę

Ważną częścią mojej pracy, oprócz działalności naukowej i dydaktycznej, jest działalność organizacyjna i popularyzująca naukę. Biorę udział w ważnych wydarzeniach odbywających w SGGW, takich jak Olimpiada Wiedzy i Umiejętności Rolniczych (na której trzykrotnie pełniłam rolę jurora, Załącznik 4, II, 16.2), Dni SGGW (organizacja stoiska wydziałowego), Festiwal Nauki (organizacja i przeprowadzenie zajęć laboratoryjnych dla dzieci i dorosłych). Ponadto od 6. lat jestem współodpowiedzialna za przygotowywanie planów i sprawozdań dydaktycznych nauczycieli akademickich pracujących w Katedrze Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej.

Od początku studiów doktoranckich jestem członkiem panelu sensorycznego w Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji (obecnie Wydział Żywienia Człowieka). Od 2015 roku jestem ekspertem dokonującym oceny jakości wyrobów zgłaszanych do corocznej edycji konkursu „Teraz Polska" (Załącznik 4, pkt. III, 5.1). W 2019 roku brałam również udział w XLVI Przeglądu Dorobku Kół Naukowych jako juror (Załącznik 4, pkt. II, 16.1), a w roku akademickim 2021/2022 byłam opiekunem pracy naukowej realizowanej w Kole Naukowym Żywieniowców, praca ta zajęła II miejsce w XL IX konkursie Przeglądu Dorobku Kół Naukowych. Od 2017 roku aktywnie uczestniczę w wygłaszaniu wykładów, organizowaniu i przeprowadzaniu warsztatów i zajęć laboratoryjnych dla młodzieży szkolnej, m.in. z następującej tematyki: „Nanotechnologia w żywności", „Biologiczne Laboratorium – szkiełkiem i okiem przyrodnika", „W krainie zmysłów", „Przeciwutleniacze w żywności", „Niekonwencjonalne metody utrwalania żywności".

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

7.1. Wskaźniki dokonań naukowych

Pełna lista moich osiągnięć naukowych znajduje się w Załączniku 4. do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego. W tabeli 5 zestawiono dorobek naukowy z podaniem

liczby punktów wg. listy MEiN oraz wskaźnika Impact Factor czasopism, w których zostały opublikowane artykuły z moim udziałem. Mój dorobek naukowy składa się łącznie z 43 pozycji (33 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora). Suma punktów za wszystkie publikacje, według list Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 1 700 (1641 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora). Mój sumaryczny IF według listy JCR po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, wynosi 56,608 ($IF_{5\text{-letni}}$ 61,572).

Liczba cytowań moich publikacji według bazy:

- Web of Science (WoS) wynosi: 103 (bez autocytowań 82)
- Scopus wynosi: 194 (bez autocytowań 169)
- Research Gate wynosi: 237.

Indeks Hirscha według bazy:

- WoS wynosi: 6,
- Scopus wynosi: 7,
- Research Gate wynosi: 8.

Tabela 5. Zestawienie oryginalnych prac twórczych

Lp.	**Nazwa czasopisma**	**Ilość**	**Pkt MEiN***	**IF****	**IF $_{5\text{-letni}}$**
Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora					
1	Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	1	9	brak	brak
2	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	10	2x4 pkt+ 6x5 pkt+ 2x6 pkt=50	brak	brak
Razem (pozycje 1-2)		**11**	**59**	brak	brak
Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora					
Wchodzące w skład Osiągnięcia					
6	Molecules	1	100	4,412	4,189
7	Foods	1	70	4,350	4,957
8	Journal of the Science of Food and Agriculture	1	100	3,639	3,547
9	Applied Sciences-Basel	1	70	2,679	2,736
10	CyTA-Journal of Food	1	40	1,653	2,350
11	Food Science and Biotechnology	1	40	1,513	2,468
Razem (pozycje 6-11)		**6**	**420**	**18,246**	**20,247**
Pozostałe					
12	Nutrients	1	140	5,429	6,352
13	International Journal of Food Science and Technology	1	70	3,713	3,408
14	Meat Science	1	40	2,821	3,550
15	Applied Sciences-Basel	7	5x100 pkt 3x70 pkt	8x2,679	8x2,736
16	CyTA-Journal of Food	1	20	1,371	1,320
17	Journal of Applied Botany and Food Quality	1	40	0,953	1,308
18	International Journal of Food Engineering	1	40	0,923	1,322

19	Czech Journal of Food Sciences,	1	20	0,787	1,048
20	Pakistan Journal of Agricultural Sciences	1	30	0,677	0,686
21	ŻYWNOŚĆ – Nauka Technologia Jakość	1	20	0,256	0,443***
22	ŻYWNOŚĆ - Nauka Technologia Jakość	1	13	brak	brak
23	Journal of Food Processing & Technology	1	7	brak	brak
24	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	3	3x6 pkt	brak	brak
25	Roczniki Państwowego Zakładu Higieny	4	4x20 pkt	brak	brak
Razem (pozycje 12-26)		**26**	**1 221**	**38,362**	**41,325**
Razem po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (pozycje 6-26)		**32**	**1 641**	**56,608**	**61,572**
Razem (pozycje 1-23)		**43**	**1 700**	**56,608**	**61,572**

* Punkty MEiN według: komunikatu z dn. 21.12.2021 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021; komunikatu z dn. 25.01.2017 r. dot. ujednoliconego wykazu punktowanych czasopism naukowych za lata 2013–2018; komunikatu z dn. 20.12.2012 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach za lata 2011-2012; ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych za lata 2007-2010, opublikowanego 25 czerwca 2010 r., lata 2009-2010.
Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania; * Impact Factor 4 letni

7.2. Udział w konferencjach naukowych

W trakcie mojej kariery naukowej uczestniczyłam w 17. konferencjach o zasięgu krajowym i międzynarodowym, gdzie prezentowałam moje osiągnięcia naukowo-badawcze w postaci doniesień i posterów (Załącznik 4, pkt. II, 7).

7.3. Udział i rola w projektach badawczych i innych pracach naukowo-badawczych

Poza omówioną wyżej problematyką badawczą brałam udział łącznie w 23. projektach badawczych i innych pracach naukowo-badawczych. Byłam:

- kierownikiem lub zastępcą kierownika w 3. projektach badawczych finansowanych w drodze konkursów w ramach Działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw" Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP" w ramach II osi priorytetowej: „Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I" Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020, (Załącznik 4, pkt. II, 9.1)
- współrealizatorem 5. projektów naukowo-badawczych (Załącznik 4, pkt. II, 9.2), w ramach:
  - działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw" Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP" w ramach II osi priorytetowej: „Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I" Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020,
  - operacyjnego programu Innowacyjna Gospodarka (Działanie1.3.),
  - programu Horyzont 2020 ERA-NET Co-Fund,

  - badań finansowanych z Mazowieckiej Jednostki Wdrażania Programów Unijnych (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego)
- kierownikiem lub głównym wykonawcą w pracach wykonanych we współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym (Załącznik 4, pkt. III, 2).
- członkiem zespołu realizującego 3. prace badawcze (Załącznik 4, pkt. II, 15.2).

W wyniku w/w prac opracowano 10 technologii (Załącznik 4, pkt. III, 1), zgłoszono do Urzędu Patentowego 7 wynalazków, dla jednego z nich uzyskano ochronę patentową (Załącznik 4, pkt. III, 3).

7.4. Inne istotne informacje dotyczące kariery naukowej

Wykonałam ok. 40 ekspertyz dotyczących oceny produktów zgłaszanych do konkursu Godła Promocyjnego Teraz Polska w latach 2016-2022 oraz 3. ekspertyzy/opinie dotyczące oceny cech jakościowych żywności funkcjonalnej i suplementów diety (Załącznik 4, pkt. III, 5). Aktualnie jestem członkiem komitetu redakcyjnego w czasopiśmie Agriculture (IF: 2.925, ISSN 2077-0472) w specjalnym wydaniu: „Research Progress of the Functional Properties of Fruit and Vegetables and Their Preverved" (Załącznik 4 pkt. II, 12). Mam w swoim dorobku 17 recnezji artykułów naukowych, w takich czasopismach jak: International Journal of Food Science & Technology, Applied Sciences, Foods, Molecules, Agriculture, Processes (Załącznik 4 pkt. II, 13). Za osiągnięcia naukowe dwukrotnie uzyskałam nagrodę zespołową III stopnia JM Rektora (2018, 2021).

Załącznik 4

Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

Dr inż. Anna Sadowska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej

Warszawa, 2022

Spis treści

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY 4
1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy 4

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ 6
1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1). 6
2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych. 6
3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii. 6
4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. I).....7
5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).....15
6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3). 16
7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych. 16
8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.....18
9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów. 19
10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.....20
11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.....20
12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.). 20
13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych. 20
14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych .....2116. ...Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.....21

III. WSPÓŁPRA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM 22
1. Wykaz dorobku technologicznego: 22
2. Współpraca z sektorem gospodarczym. 23
3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych. 24
4. Wykaz wdrożonych technologii. 24
5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców. 25
6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych. 25
7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi. 25

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE 25
1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny). 25
2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań: 25
3. Indeks Hirscha 25
4. Liczba punktów MEiN 26

Wykaz osiągnięć naukowych,
stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

Tytuł osiągnięcia naukowego:

Ocena wybranych właściwości bioaktywnych, technologicznych i sensorycznych proszków z owoców jagodowych otrzymanych innowacyjną metodą strumieniowo-fluidyzacyjnego rozdrabniania z jednoczesnym suszeniem w odniesieniu do innych najczęściej stosowanych metod oraz ich zastosowanie w projektowaniu składu funkcjonalnych napojów regenerujących.

1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy

Artykuły wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

1.1. **Sadowska A**., Świderski F., Hallmann E. (2020): Properties of raspberry powder obtained by a new method of fluidised-bed jet milling and drying compared to other drying methods, Journal of the Science of Food and Agriculture, 100, 11, 4303-4309

Punkty MEiN[1] = 100; IF^{2}_{2020} = 3,639; $IF_{5\text{-letni}}$ = 3,547

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu technologicznych i większości badań analitycznych, analizie uzyskanych wyników, przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 85%.

1.2. **Sadowska A**., Świderski F., Rakowska R., Hallmann E. (2019): Comparison of quality and microstructure of chokeberry powders prepared by different drying methods, including

[1] Punkty MEiN według: komunikatu z dn. 21.12.2021 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021
[2] Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania

innovative fluidised bed jet milling and drying, Food Science and Biotechnology, 28, 4, 1073-1081.

Punkty MEiN = 40; IF_{2019}= 1,513; $IF_{5\text{-letni}}$ = 2,468

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu badań technologicznych i większości badań analitycznych, analizie uzyskanych wyników, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 85%.

1.3. **Sadowska A**., Świderski F., Hallmann E., Świąder K. (2021): Assessment of Chokeberry Powders Quality Obtained Using an Innovative Fluidized-Bed Jet Milling and Drying Method with Pre-Drying Compared with Convection Drying, Foods, 10, 2, 1-17.

Punkty MEiN = 70; IF_{2021} = 4,350; $IF_{5\text{-letni}}$ = 4,957

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu większości badań analitycznych i technologicznych, analizie uzyskanych wyników, udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 80%.

1.4. **Sadowska A**., Rakowska R., Świderski F., Kulik K., Hallmann E. (2019): Properties and microstructure of blackcurrant powders prepared using a new method of fluidized-bed jet milling and drying versus other drying methods, CyTA-Journal of Food, 17, 1, 439-446.

Punkty MEiN = 40; IF_{2019} = 1,653; $IF_{5\text{-letni}}$ = 2,350

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu większości badań analitycznych i technologicznych, analizie i zestawieniu wyników w formie tabelarycznej, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy szacuję na 80%.

1.5. **Sadowska A.**, Świderski F., Laskowski W. (2020): Osmolality of Components and Their Application in the Design of Functional Recovery Drinks, Applied Sciences-Basel, 10, 21, 1-12.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 2,679; $IF_{5\text{-letni}}$ = 2,736

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu badań technologicznych i analitycznych, analizie i zestawieniu wyników w formie tabelarycznej, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu: dokonaniu przeglądu literatury, przedyskutowaniu wyników z danymi literaturowymi oraz napisaniu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy szacuję na 90%.

1.6. **Sadowska A**., Świderski F., Kulik K., Waszkiewicz-Robak B. (2021): Designing Functional Fruit-Based Recovery Drinks in Powder Form That Contain Electrolytes, Peptides, Carbohydrates and Prebiotic Fiber Taking into Account Each Component'S Osmolality, Molecules, 26, 18, 1-15.

Punkty MEiN = 100; IF_{2020} = 4,412; $IF_{5\text{-letni}}$ = 4,189

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wiodącym udziale w opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu badań technologicznych i większości badań analitycznych, analizie uzyskanych wyników, udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział procentowy wynosi 80%.

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

Brak

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

2.1. Świąder K., Piotrowska A., Świderski F., Kłoczko I., **Sadowska A**., Rakowska R., Kostyra E., Hoffmann M., Wasiak-Zys G. (2018): Development of technology for the production of functional sponge-fat cakes stable at refrigeration and freezing temperatures. International Conference: "Opportunities in Developing & Implementing Sustainable Functional Foods and Nutraceuticals", 27-28 March, 2018, Jakarta: book abstracts, Jakarta, s. 70.

3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.

Brak

4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. I)

4.1. Publikacje naukowe w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR)

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora:

4.1.1. **Sadowska A**., Świderski F., Rakowska R., Kostyra E., Piotrowska A. (2015): Przydatność metody ilościowej analizy opisowej (QDA) i Analizy Składowych Głównych (PCA) w ocenie jakości mięsa wołowego, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4, 99-112.

Punkty MEiN = 20; IF_{2015} = 0,256

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji badań, wykonaniu większości badań, opracowaniu i opisie wyników i dyskusji oraz wiodącym udziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku, poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.1.2. Podpora B., Świderski F., **Sadowska A.**, Rakowska R., Wasiak-Zys G. (2016): Spent brewer's yeast extracts as a new component of functional food, Czech Journal of Food Sciences, 2016, vol. 34, nr 6, s.554-563.

Punkty MEiN = 20; IF_{2016} = 0,787

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.1.3. **Sadowska A.**, Świderski F., Rakowska R., Hallmann E. (2017): The functional properties of chokeberry and kale powders obtained by an innovative method of fluidised-bed jet milling with drying compared to freeze drying, International Journal of Food Engineering, 13, 6, 1-13.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 3,713

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji badań, zebraniu literatury, wykonaniu większości badań, opracowaniu i opisie wyników i dyskusji, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondujący).

4.1.4. **Sadowska A.**, Świderski F., Rakowska R. Nogalski Z. (2017): The quality of steer and bull meat obtained by crossing Holstein-Friesian cows with Charolais bulls, Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 54, 4, 909-915.

Punkty MEiN = 30; IF_{2017} = 0,677

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji badań, zebraniu literatury, wykonaniu większości badań, opracowaniu i opisie wyników i dyskusji, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondujący).

4.1.5. Rakowska R., **Sadowska A.**, Waszkiewicz-Robak B. (2017): Influence of pre- and post-slaughter factors on the reduced glutathione content of beef muscles, Meat Science, 124: 48-53.

Punkty MEiN = 40; IF_{2017} = 2,821

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań, opracowaniu części wyników, udziale w przygotowaniu tekstu publikacji.

4.1.6. Rakowska R., **Sadowska A.**, Waszkiewicz-Robak B., Batogowska J. (2017): Influence of chosen pre- and post-slaughter factors on heme iron content in selected beef muscles of crossbred bulls and steers. Journal of Food - CyTA, 15, 4, 544-552.

Punkty MEiN = 20; IF_{2017} = 1,371

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań, opracowaniu części wyników, udziale w przygotowaniu tekstu publikacji.

4.1.7. Świąder K., Wegner K., Piotrowska A., Tan F-J., **Sadowska A.** (2019): Plants as a source of natural high-intensity sweeteners: A review, Journal of Applied Botany and Food Quality, 2019, vol. 92, s.160-171.

Punkty MEiN = 40; IF_{2019} = 0,953

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu części literatury oraz przygotowaniu części tekstu publikacji.

4.1.8. **Sadowska A.**, Świderski F. (2020): Sources, bioavailability, and safety of silicon derived from foods and other sources added for nutritional purposes in food supplements and functional foods, Applied Sciences-Basel, 2020, vol. 10, nr 18, s.1-14.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na ustaleniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.1.9. **Sadowska A.**, Świderski F., Kostyra E., Rachtan Janicka J., Najman K. (2020): Effect of ageing time on quality characteristics of different bovine muscles, International Journal of Food Science and Technology, 2020, vol. 55, nr 3, s.1189-1198.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 3,713

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji badań, zebraniu literatury, wykonaniu większości badań, opracowaniu wyników oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.1.10. **Sadowska A.**, Świderski F., Hallmann E. (2020): Bioactive, physicochemical and sensory properties as well as microstructure of organic strawberry powders obtained by various drying methods, Applied Sciences-Basel, 2020, vol. 10, nr 14, s.1-13.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji badań, zebraniu literatury, wykonaniu badań, opracowaniu i opisie wyników i dyskusji, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.1.11. Najman K., **Sadowska A.**, Hallmann E. (2020): Influence of Thermal Processing on the Bioactive, Antioxidant, and Physicochemical Properties of Conventional and Organic Agriculture Black Garlic (Allium sativum L.), Applied Sciences-Basel, 2020, vol. 10, nr 23, s.1-17.

Punkty MEiN = 70; IF_{2020} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań oraz opracowaniu części wyników.

4.1.12. Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N., Blinstrubiene A., Sawicka B., **Sadowska A.**, Hallmann E. (2021): Studies of the Variability of Sugars, Vitamin C, and Chlorophylls in Differently Fermented Organic Leaves of Willowherb (Chamerion angustifolium (L.) Holub), Applied Sciences-Basel, 2021, vol. 11, nr 21, s.1-8.

Punkty MEiN = 100; IF_{2021} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań analitycznych oraz opracowaniu części wyników.

4.1.13. Najman K., **Sadowska A.** (2021): Effect of red cabbage sprouts treating with organic acids on the content of polyphenols, antioxidant properties and colour parameters, Applied Sciences-Basel, 2021, vol. 11, nr 11, s.1-15.

Punkty MEiN = 100; IF_{2021} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań, opracowaniu części wyników oraz współudziale w przygotowaniu tekstu publikacji.

4.1.14. Najman K., **Sadowska A.**, Hallmann E. (2021): Evaluation of bioactive and physicochemical properties of white and black garlic (allium sativum l.) from conventional and organic cultivation, Applied Sciences-Basel, 2021, vol. 11, nr 2, s.1-23.

Punkty MEiN = 100; IF_{2021} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań oraz opracowaniu części wyników.

4.1.15. Najman K., **Sadowska A.**, Buczak K., Leontowicz H., Leontowicz M. (2022). Effect of heat treated garlic (Allium sativum L.) on growth parameters, plasma lipid profile and histological changes in the ileum of atherogenic rats, Nutrients, 2022, vol. 14, nr 2, s.1-20.

Punkty MEiN = 140; IF_{2022} = 5,429.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań oraz, opracowaniu części wyników.

4.1.16. Najman K., Król K., **Sadowska A.** (2022). The physicochemical properties, volatile compounds and taste profile of black garlic (Allium sativum L.) cloves, paste and powder, Applied Sciences-Basel, vol. 12, nr 9, s. 1-21.

Punkty MEiN = 100; IF_{2022} = 2,679

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu, opracowaniu części wyników oraz współudziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku.

4.2. Publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora:

4.2.1. Świderski F., Żebrowska M., **Sadowska A.** (2009): Właściwości przeciwutleniające i zawartość związków polifenolowych w rynkowych sokach warzywnych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 19, nr 2, s. 20-23.

Punkty MEiN = 6

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, wykonaniu badań, opracowaniu i opisie wyników i dyskusji, współudziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.2. **Sadowska A.**, Świderski F. (2010): Związki bioaktywne w mięsie, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 20, nr 1, s. 70-74.

Punkty MEiN= 6

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.3. **Sadowska A.**, Świderski F., Kromołowska R. (2011): Polifenole – źródło naturalnych przeciwutleniaczy, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 21, nr 1, s. 108-111.

Punkty MEiN = 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.4. Świderski F., **Sadowska A.** (2011): Pakowanie mięsa w warunkach zmodyfikowanej atmosfery i próżni, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 21, nr 1, s. 98-102.

Punkty MEiN = 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.5. Kromołowska R., Wołosiak R., **Sadowska A.** (2011): Naturalne substancje o działaniu antykancerogennym w żywności, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 21, nr 1, s. 87-91.

Punkty MEiN = 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury oraz pomocy w przygotowaniu tekstu publikacji do druku.

4.2.6. **Sadowska A.**, Biller E. (2011): Brunatnienie nieenzymatyczne wybranych produktów spożywczych – skutki negatywne i pozytywne, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 21, nr 2, s. 85-88.

Punkty MEiN = 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, współprzygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.7. **Sadowska A.**, Żebrowska-Krasuska M., Świderski F. (2012): Przeciwutleniacze w żywności, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 22, nr 2, s. 100-104.

Punkty MEiN = 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, współprzygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.8. **Sadowska A.**, Rakowska R., Świderski F. (2013): Raport z badań dotyczących wpływu czasu dojrzewania na jakość sensoryczną mięsa wołowego, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 23, nr 1, s. 40-44.

Punkty MEiN = 4

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, wykonaniu większości badań, opracowaniu i opisie wyników i dyskusji, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.9. Rakowska R., **Sadowska A.**, Batogowska J., Waszkiewicz-Robak B. (2013): Wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości odżywczej mięsa, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, s. 111-115.

Punkty MEiN = 4

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury oraz wykonaniu części badań.

4.2.10. **Sadowska A.**, Waszkiewicz-Robak B., Nowosińska K., Batogowska J., Rakowska R. (2014): Beef as a source of bioactive components, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, nr 576, s. 121-130.

Punkty MEiN = 9

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na ustaleniu koncepcji badań, udziale w opracowaniu i opisie wyników badań oraz przygotowaniu tekstu publikacji do druku.

4.2.11. **Sadowska A.**, Skarżyńska E., Rakowska R., Batogowska J., Waszkiewicz-Robak B. (2014): Substancje bioaktywne w surowcach pochodzenia roślinnego i roślinach zielarskich, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, s. 131-135.

Punkty MEiN = 5

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w wykonywaniu badań oraz opracowaniu i opisie wyników badań.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora:

4.2.12. Podpora B., Świderski F., **Sadowska A.**, Piotrowska A., Rakowska R. (2015): Spent brewer's yeast autolysates as a new and valuable component of functional food and dietary supplements, Journal of Food Processing & Technology, 2015, vol. 6, nr 12, s.1-5.

Punkty MEiN = 7

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.13. **Sadowska A.**, Rakowska R., Świderski F., Hoffmann M., Wasiak-Zys G. (2015): Cechy jakościowe proszków warzywnych otrzymanych innowacyjną metodą suszenia w niskich temperaturach z równoczesną mikronizacją, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 2, s.63-67.

Punkty MEiN = 6

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na ustaleniu koncepcji badań, wykonaniu części badań, opracowaniu i opisie wyników, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.14. **Sadowska A.**, Rakowska R., Świderski F. (2015): Projektowanie żywności funkcjonalnej zmniejszającej ryzyko wybranych chorób cywilizacyjnych Cz. 1, Charakterystyka żywności zmniejszającej ryzyko wybranych dietozależnych chorób cywilizacyjnych, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2015, nr 2, s.92-96.

Punkty MEiN = 6

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na ustaleniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.15. **Sadowska A.**, Rakowska R., Dybkowska E, Świąder K. (2016): Czynniki przedubojowe warunkujące wartość odżywczą i jakość sensoryczną mięsa wołowego, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2016, nr 2, s.122-128.

Punkty MEiN = 6

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na ustaleniu koncepcji pracy, zebraniu literatury, wykonaniu badań, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.16. **Sadowska A.**, Dybkowska E., Rakowska R., Hallmann E., Świderski F. (2017): Ocena zawartości składników bioaktywnych i właściwości przeciwutleniających proszków wyprodukowanych metodą liofilizacji z wybranych surowców roślinnych. ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 4, 113, 59 – 74.

Punkty MEiN = 13

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury, wykonaniu części badań, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.17. **Sadowska A.,** Świderski F., Rakowska R., Waszkiewicz-Robak B., Żebrowska-Krasuska M., Dybkowska E. (2017): Beverage osmolality as a marker for maintaining appropriate body hydration. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 68, 2, 167-173.

Punkty MEiN = 20

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na ustaleniu koncepcji badań, zebraniu literatury, wykonaniu większości badań, opisie uzyskanych wyników i ich dyskusji, przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).

4.2.18. Rakowska R., **Sadowska A**., Dybkowska E., Świderski F. (2017): Spent yeasts as natural source of functional food additives. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 68, 2, 115-121.

Punkty MEiN = 20

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury oraz udziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku.

4.2.19. Dybkowska E., **Sadowska A.**, Rakowska R., Dębowska M., Świderski F., K Świąder K. (2017): Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 68, 4, 347-353.

Punkty MEiN = 20

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w badaniach oraz udziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku.

4.2.20. Dybkowska E., **Sadowska A.**, Świderski F., Rakowska R., Wysocka K. (2018): The occurrence of resveratrol in foodsruffs and its potential for supporting cancer prevention and treatment: a review, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 69, 1, 5-14.

Punkty MEiN = 20

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zebraniu literatury oraz udziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku.

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

Brak

6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

Brak

7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

7.1. **Sadowska A**., Świderski F., Kostyra E., Niedźwiadek J., Żebrowska-Krasuska M. (2021). Zawartość związków bioaktywnych i jakość sensoryczna soków otrzymanych z tzw. „super owoców", **wystąpienie** na konferencji: „Odżywianie i jakość życia osób starszych" zorganizowanej przez Polskie Towarzystwo Nauk o Żywieniu oraz Zakład Żywienia Człowieka Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW, 23-24 czerwca 2021, Warszawa

7.2. **Sadowska A**., Świderski F. (2021). Projektowanie funkcjonalnych, owocowych napojów regenerujących przeznaczonych dla osób aktywnych fizycznie, **wystąpienie** na konferencji: „Odżywianie i jakość życia osób starszych" zorganizowanej przez Polskie Towarzystwo Nauk o Żywieniu oraz Zakład Żywienia Człowieka Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW, 23-24 czerwca 2021, Warszawa

7.3. Świąder K., Piotrowska A., Świderski F., Kłoczko I., **Sadowska A**., Rakowska R., Kostyra E., Hoffmann M., Wasiak-Zys G. (2018): Development of technology for the production of functional sponge-fat cakes stable at refrigeration and freezing temperatures, **wystąpienie** na konferencji międzynarodowej "Opportunities in Developing & Implementing Sustainable Functional Foods and Nutraceuticals", 27-28.marca, Jakarta, Indonezja

7.4. **Sadowska A**., Świderski F., Rakowska R., Dybkowska E., Kulik K., Hallmann E. (2018): Porównanie zawartości związków bioaktywnych w proszkach z czarnej porzeczki otrzymanych innowacyjną metodą z wykorzystaniem jednoczesnego mielenia strumieniowego i suszenia fluidyzacyjnego w porównaniu z innymi metodami suszenia, **poster medialny** zaprezentowany na krajowej konferencji: „Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego"; VIII Konferencja Naukowa, 8-9 listopada, Warszawa

7.5. Rakowska R., **Sadowska A**., Świderski F. (2018): Ocena przydatności frakcjonowanych blend olejów roślinnych o podwyższonej wartości odżywczej na przykładzie wybranego mrożonego wyrobu piekarsko-cukierniczego, **poster medialny** zaprezentowany na

krajowej konferencji: „Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego”; VIII Konferencja Naukowa, 8-9 listopada, Warszawa

7.6. **Sadowska A.,** Świderski F. Waszkiwecz-Robak B, żebrowksa Krasuska M. (2016): Ciśnienie osmolalne jako wskaźnik przydatności napojów do właściwego nawadniania organizmu, **poster** zaprezentowany na V Sympozjum Inżynierii Żywności, Warszawa, 21-23 maja, Warszwa

7.7. **Sadowska A.,** Świderski F., Rakowska R., Hallmann E., Świąder K. (2016): Właściwosci funkcoanalne proszków warzywnych I owocowych otrzymanych powietrzno-strumieniowo metodą suszenia z równoczesną mikronizacją, **poster** zaprezentowany na V Sympozjum Inżynierii Żywności, Warszawa, 21-23 maja, Warszwa

7.8. **Sadowska A**., Świderski F. (2017): Ocena zawartości składników bioaktywnych i właściwości przeciwutleniających proszków otrzymanych metodą liofilizacji z wybranych surowców roślinnych, wygłoszono na konferencji krajowej, **poster medialny zaprezentowany** na Konferencji Jubileuszowej 40-lecia Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW, 09 września, Warszawa

7.9. Świąder K., Hoffmann M., Rakowska R., **Sadowska A**., Wasiak -Zys G. (2016): Innowacyjne nadzienia cukiernicze o podwyższonej wartości odżywczej, **poster** wygłoszony na XII konferencji Naukowej z cyklu Żywność XXI wieku, Żywność a Innowacje, 22-23 września, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

7.10. Świderski F., **Sadowska A**., Rakowska R., Hoffmann M., Waszkiewicz-Robak B. (2015): Właściwości przeciwutleniające proszków warzywnych otrzymanych metodą suszenia w niskich temperaturach, **poster medialny** zaprezentowany na IX Krajowej Konferencji Naukowo-Szkoleniowej: „Higiena żywności i żywienia podstawą zdrowia”, 8-11 września Mąchowice Kapitulne

7.11. **Sadowska A**., Hoffmann M., Świderski F., Wasiak-Zys G., Rakowska R. (2015): Innowacyjne dania obiadowe o przedłużonej trwałości w profilaktyce dietozależnych niezakaźnych chorób przewlekłych, poster zaprezentowany na konferencji krajowej: „Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego”, V Konfernecja Naukowa, 2015, Rogów

7.12. **Sadowska A**., Świderski F., Rakowska R., Moczkowska M. (2013): Wpływ czasu dojrzewania na jakość sensoryczną mięsa wołowego, **poster** zaprezentowany na Międzynarodowej Konferencji Jubileuszowej z okazji 35-lecia istnienia Wydziału Nauk o

Żywieniu Człowieka i Konsumpcji „Nauka o żywieniu człowieka – osiągnięcia i wyzwania", 28-29 czerwca, SGGW, Warszawa

7.13. Rakowska R., **Sadowska A**., Waszkiewicz-Robak B. (2013): Uwarunkowania zawartości sprzężonego kwasu linolowego (CLA) w mięsie wołowym, **poster** zaprezentowany na Międzynarodowej Konferencji Jubileuszowej z okazji 35-lecia istnienia Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji „Nauka o żywieniu człowieka – osiągnięcia i wyzwania" 28-29 czerwca, SGGW, Warszawa

7.14. **Sadowska A**., Rakowska R., Bożena Waszkiewicz-Robak B., Świderski F. (2013): The content of polyphenols in herbal and slimming teas, **poster** zaprezentowano na XVIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności - II Sesja Międzynarodowa, 14-16 maja, Puszczykowo

7.15. Moczkowska M., **Sadowska A**., Rakowska R., Batogowska J., Szterk A., Waszkiewicz-Robak B., Świderski F. (2013): Analysis of the fatty acids in beef from 5 certain bovine muscles as a function of aging time, **poster** zaprezentowano na XVIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności - II Sesja Międzynarodowa, 14-16 maja, Puszczykowo

7.16. Rakowska R., **Sadowska A.,** Zbieć M., Waszkiewicz-Robak B. (2013): The effect of post-mortem aging and grilling process on conjugated linoleic acid (CLA) in selected beef muscle, **poster** zaprezentowano na XVIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności - II Sesja Międzynarodowa, 14-16 maja, Puszczykowo

7.17. **Sadowska A**., Nowosińska K,, Moczkowska M., Kromołowska R., Świderski F. (2011): Wpływ zróżnicowanej obróbki termicznej na zawartość kwasów tłuszczowych w mięsie wołowym, zaprezentowano na Międzynarodowej Konferencji Naukowej: „Prokonsumencka gospodarka żywnościowa w krajach Unii Europejskiej", 12-13 września, SGGW, Warszawa.

8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

Brak

9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

9.1. Kierowanie krajowymi projektami badawczymi, projekty zrealizowane

9.1.1. „Opracowanie innowacyjnego prozdrowotnego napoju owocowego w postaci półpłynnej utrwalanego metodą zamrażania", realizowanego w ramach Działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw" Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP" w ramach II osi priorytetowej: „Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I" Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020, **kierownik projektu, główny wykonawca badań technologicznych**, 2017

9.1.2. „Opracowanie receptury i procesu produkcji wyrobów ciastkarskich z odroczonym terminem wypieku, realizowanego w ramach Działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw" Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP" w ramach II osi priorytetowej: „Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I" Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020, **kierownik projektu, główny wykonawca badań technologicznych**, 2019

9.1.3. „Zaprojektowanie innowacyjnych produktów funkcjonalnych w postaci koncentratów potraw o wysokiej wartości odżywczej i jakości sensorycznej, przeznaczonych dla wegetarian, w wersji spełniającej wymagania diety wegańskiej", realizowanego w ramach Działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw" Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP" w ramach II osi priorytetowej: „Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I" Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020, **zastępca kierownika projektu, współrealizator badań technologicznych**, 2018

9.2. Udział w zrealizowanych projektach badawczych

9.2.1. „Opracowanie technologii produkcji funkcjonalnych wyrobów ciastkarskich o podwyższonej wartości odżywczej", realizowanego w ramach Działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw" Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP" w ramach II osi priorytetowej: „Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I" Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020, **współrealizator badań technologicznych**, 2017

9.2.2. „Optymalizacja produkcji mięsa wołowego w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody" finansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach operacyjnego programu Innowacyjna Gospodarka (Działanie1.3.), **współrealizator badań analitycznych**, 2009-2011

9.2.3. „Zrównoważenie w produkcji wieprzowiny z immunokastracji", finansowanego w ramach Horyzont 2020 ERA-NET Co-Fund, **członek zespołu sensorycznego**, 2018-2019

9.2.4. „Opracowanie nowych wysokobiałkowych produktów na bazie mięsa wieprzowego wytwarzanych w sposób naturalny", realizowanego w ramach badań finansowanych z Mazowieckiej Jednostki Wdrażania Programów Unijnych (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego), **członek zespołu sensorycznego**, 2021-2022

9.2.5. „Opracowanie optymalnej technologii pozbiorczej dla owoców minikiwi (Actinidia arguta) oraz prototypu modułu nieinwazyjnie sortującego owoce pod względem stopnia dojrzałości (MODOM)", finansowanego ze środków „Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie", **współrealizator badań analitycznych**, 2021-2022

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

Brak

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

Brak

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

12.1. Członek komitetu redakcyjnego w czasopiśmie Agriculture (IF: 2.925, ISSN 2077-0472) w specjalnym wydaniu: Research Progress of the Functional Properties of Fruit and Vegetables and Their Preverved, 2022

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

13.1. International Journal of Food Science & Technology, wydawca Wieley (IF 1,942), 2016. Łącznie:1 manuskrypt

13.2. Molecules, wydawca MDPI (IF 4,412), 2020, 2021. Łącznie: 4 manuskrypty.

13.3. Foods, wydawca MDPI (IF 4,350), 2020 – 2022. Łącznie: 7 manuskrypty.

13.4. Applied Sciences, wydawca MDPI (IF 2,679), 2020. Łącznie: 2 manuskrypty.

13.5. Agriculture, wydawca MDPI (IF 2,925), 2020, 2022. Łącznie: 2 manuskrypty.

13.6. Processes, wydawca MDPI (IF 2,847), 2020. Łącznie: 1 manuskrypt.

14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych

Brak

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

15.1. Członek zespołu realizującego projekt: „Sukces z natury – kompleksowy program podniesienia jakości zarządzania procesem kształcenia i jakości nauczania Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie" realizowanego w ramach programu: Zintegrowane Programy Uczelni w ramach Ścieżki I, Działanie 3.5 Zarządzanie w instytucjach szkolnictwa wyższego, Oś III Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014 – 2020

15.2. Udział w zespołach realizujących badania sensoryczne jako członek zespołu ekspertów w Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji (obecnie Wydział Żywienia Człowieka):

- oceny cech sensorycznych przetworów spożywczych oferowanych do konsumpcji dla górników KGHM Lubin, 2010-2018 (sprawozdanie z badań)
- oceny cech sensorycznych produktów drobiowych oferowanych do sprzedaży przez sieć restauracji KFC, 2018 (sprawozdanie z badań)

16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

16.1 Juror w XLVI Przeglądu Dorobku Kół Naukowych w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2019.

16.2 Członek komisji oceniającej blok tematyczny: „Gatronomia" w XLI – XLIII, edycji Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2017 – 2019.

WSPÓŁPRA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego:

1.1. Wykaz opracowanych technologii – wynalazków zgłoszonych do Urzędu Patentowego Rzeczpospolitej Polskiej:

1.1.1. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R., Świąder K., Wasiak- Zys G., Hoffmann M., Kłoczko I. (2015): Funkcjonalny waflowy wyrób cukierniczy o długim okresie przydatności do spożycia, 2015, badania wykonano dla firmy Pryncy Teka Sp. z o.o., zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP, nr zgłoszenia: P.414500, uzyskanie ochrony patentowej numer patentu: Pat.235741, sprawozdanie z badań

1.1.2. Świderski F., Rakowska R., Sadowska A., Wasiak-Zys G., Hoffmann M., Motylewski M., Kołdej I. (2016): Opracowanie technologii produkcji funkcjonalnych półproduktów i wyrobów piekarskich o niskim indeksie glikemicznym, 2016, badania wykonano dla firmy Bioeco Sp. z o.o., zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP, nr zgłoszenia: P.418963, sprawozdanie z badań

1.1.3. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R. (2017): Funkcjonalny wysokobiałkowy krem owocowy lub owocowo-warzywny utrwalany metodą zamrażania w postaci niezamrożonej lub częściowo zamrożonej i sposób jego wytwarzania, 2017, badania wykonano dla firmy Pure Ice, Sp. z o.o., w ramach projektu (9.1.1.), zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP, nr zgłoszenia: P.423523, sprawozdanie z badań

1.1.4. Świderski F., Świąder K, Piotrowska A., Sadowska A., Rakowska R., Kłoczko I. (2018): Funkcjonalne ciasto biszkoptowo-tłuszczowe o wysokiej wartości odżywczej utrwalane metodami zamrażania oraz połączonych czynników utrwalających, 2018, badania wykonano dla firmy Wójcik Sp. z o.o., w ramach projektu (9.2.1), zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP, numer zgłoszenia: P.425502, sprawozdanie z badań

1.1.5. Sadowska A., Świderski F., Żebrowska- Krasuska M., Wasiak-Zys G., Dybkowska E., Świąder K., Kłoczko I. (2019): Ciasta biszkoptowe o odroczonym terminie wypieku wzbogacone w białka mleka i błonnik prebiotyczny, badania wykonano dla firmy Wójcik Sp. z o.o., w ramach projektu (9.1.1), zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP, numer zgłoszenia: P.431629, sprawozdanie z badań

1.1.6. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R. (2017): Kostka lodu powlekana oraz sposób wytwarzania kostek lodu powlekanych, badania wykonano dla firmy Pure Ice, Sp. z o.o., zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP numer zgłoszenia: P.428953, sprawozdanie z badań

1.1.7. Sadowska A., Świderski F., Wasiak-Zys G. (2021): Wyrób z ciasta drożdżowego poddanego procesowi parowania o wysokiej zawartości białka, błonnika i składników bioaktywnych, badania wykonano dla firmy Natura Sp. z o.o., zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP numer zgłoszenia: P.437053, sprawozdanie z badań

1.2. Wykaz opracowanych technologii w ramach zakończonych projektów badawczych, prac zespołowych:

1.2.1. Opracowanie technologii produktów funkcjonalnych w postaci koncentratów potraw o wysokiej wartości odżywczej i jakości sensorycznej, przeznaczonych dla wegetarian, w wersji spełniającej wymagania diety wegańskiej, 2017, badania wykonano dla firmy Europharma Invest, w ramach projektu (9.1.2.), sprawozdanie z badań

1.2.2. Opracowanie składu recepturowego i sposobu produkcji zup-kremów utrwalonych metodą sterylizacji przeznaczonych dla osób ze schorzeniami cywilizacyjnymi, takimi jak: cukrzyca, osteoporoza i choroby degeneracyjne układu nerwowego, 2015, badania wykonano dla firmy Gerapro, współrealizator, sprawozdanie z badań

1.2.3. Opracowanie składu recepturowego i sposobu produkcji prozdrowotnych musów utrwalonych metodą apertyzacji", 2015, badanie wykonano dla firmy Gerapro Sp. z o.o., współrealizator, sprawozdanie z badań.

2. Współpraca z sektorem gospodarczym.

Poza współpracą z sektorem gospodarczym, wymienioną w pkt. II, 15.2 oraz pkt. III, 1, w latach 2013 – 2022 współpracowałam z następującymi firmami:

2.1. Natura Sp. z o.o.: badania dotyczące oceny kiełków o wydłużonym terminie przydatności do spożycia, 2021 (sprawozdanie z badań)

2.2. Admor - M. Kapuściński i A. Kawecka Spółka Jawna oraz Julia Sp. z o.o.:

- przeprowadzenie badań dot. oceny właściwości funkcjonalnych proszków owocowych i warzywnych metodą mikronizacji z nowoczesnym suszeniem niskotemperaturowym", 2017, (sprawozdanie z badań)
- badania optymalizacyjne cech jakościowych warzyw w postaci proszków otrzymywanych innowacyjną metodą suszenia w niskich temperaturach z równoczesnym rozdrobnieniem, 2014 (sprawozdanie z badań)

2.3. Lyofood Sp. z o.o.: ocena zawartości związków bioaktywnych w rynkowych proszkach liofilizowanych, 2017, (sprawozdanie z badań)

2.4. Inter Yeast Sp. z o.o.: ocena jakościowa ekstraktów i autolizatów drożdżowych do stosowania w żywności funkcjonalnej i suplementach diety, 2009-2010, (sprawozdanie z badań).

2.5. Grupa Colian Sp. z o.o.: opracowanie koncepcji badań oraz przygotowanie opisu projektu badawczo-wdrożeniowego przeznaczonego do finansowania ze środków UE dot. technologii produkcji innowacyjnych pralin wzbogaconych w składniki bioaktywne.

2.6. Gospodarstwo Role Jan Kuty: opracowanie technologii produkcji innowacyjnych pre- i pro-biotycznych fermentowanych soków z buraków, 2021-2022

2.7. Proflower Tomasz Domański: opracowanie koncepcji badań i opis projektu badawczego przeznaczonego do finansowania ze środków UE dot. optymalizacji sposobu pozyskiwania produktów pszczelich oraz opracowanie na ich bazie technologii wytwarzania funkcjonalnych wyrobów i/lub suplementów diety o ukierunkowanym oddziałaniu prozdrowotnym

2.8. Firmy konsultingowe: Grantland – FN Sp. z o.o., M.K.Consulting Sp. z o.o., ProfiConsulting Sp. z o.o., 2018-2021: konsultacje z zakresu możliwości wprowadzenia innowacji technologicznych w zakładach produkcyjnych będących podstawą do wystąpienia o dofinansowanie projektów ze środków UE oraz udział w przygotowaniu ok 10 zgłoszeń projektowych – ustalenie koncepcji badań, opis zgłoszeń od strony technologiczno – żywieniowej.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.

3.1. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R., Świąder K., Wasiak- Zys G., Hoffmann M., Kłoczko I. (2015): Funkcjonalny waflowy wyrób cukierniczy o długim okresie przydatności do spożycia, 2015, badania wykonano dla firmy Pryncy Teka Sp. z o.o., zgłoszenie do Urzędu Patentowego RP, nr zgłoszenia: P.414500, uzyskanie ochrony patentowej numer patentu: Pat.235741.

4. Wykaz wdrożonych technologii.

4.1. Pieczywo o obniżonym indeksie glikemicznym, firma Bio Eko Sp. z o.o.,

4.2. Funkcjonalne ciasta utrwalone metodą zamrażania, firma Wójcik Sp. z o.o.

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

5.1. Ekspertyzy dotyczące oceny produktów zgłaszanych do konkursu „Godła Promocyjnego Teraz Polska" w latach 2015-2022 (ok. 40 ekspertyz)

5.2. „Ocena trwałości przechowalniczej borowika szlachetnego (*Boletus Edulis*) w proszku otrzymanym metodą jednoczesnego suszenia i rozdrabniana", 2021, dla firmy Julia Sp. z o.o.

5.3. „Ocena składu suplementu diety mleka słodowego, produktu skierowanego dla kobiet karmiących", 2020, dla firmy Kmity Sp. z o.o.

5.4. „Możliwość wykorzystania amorficznej ziemi okrzemkowej jako suplementu diety i substancji dodatkowej do żywności", 2018, dla firmy EMC DENARIUS.

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

6.1. Członek Komisji ekspertów, dokonującej oceny wniosków zgłoszonych do XXV – XXXII edycji Konkursu „Godła Promocyjnego Teraz Polska", 2015 – 2022.

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

Brak

III. DANE NAUKOMETRYCZNE

1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

1.1. Sumaryczny *Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR),* zgodnie z rokiem opublikowania: **56,608**.

2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań:

2.1. Liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS): **103** (bez autocytowań **82**)

2.2. Liczba cytowań według bazy Scopus: **194** (bez autocytowań **169**)

2.3. Liczba cytowań według Research Gate: **237**

3. Indeks Hirscha

3.1. Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): **6**

3.2. Indeks Hirscha według bazy Scopus: **7**

3.3. Indeks Hirscha według bazy Research Gate: **8.**

4. Liczba punktów MEiN

1 700 (59 punkty przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora).

Poniżej podano zestawienie oryginalnych prac twórczych:

Lp.	Nazwa czasopisma	Ilość	Pkt MEiN*	IF**	IF 5-letni
Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora					
1	Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	1	9	brak	brak
2	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	10	2x4 pkt+ 6x5 pkt+ 2x6 pkt=50	brak	brak
Razem (pozycje 1-2)		**11**	**59**	brak	brak
Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora					
Wchodzące w skład Osiągnięcia					
6	Molecules	1	100	4,412	4,189
7	Foods	1	70	4,350	4,957
8	Journal of the Science of Food and Agriculture	1	100	3,639	3,547
9	Applied Sciences-Basel	1	70	2,679	2,736
10	CyTA-Journal of Food	1	40	1,653	2,350
11	Food Science and Biotechnology	1	40	1,513	2,468
Razem (pozycje 6-11)		**6**	**420**	**18,246**	**20,247**
Pozostałe					
12	Nutrients	1	140	5,429	6,352
13	International Journal of Food Science and Technology	1	70	3,713	3,408
14	Meat Science	1	40	2,821	3,550
15	Applied Sciences-Basel	7	5x100 pkt 3x70 pkt	8x2,679	8x2,736
16	CyTA-Journal of Food	1	20	1,371	1,320
17	Journal of Applied Botany and Food Quality	1	40	0,953	1,308
18	International Journal of Food Engineering	1	40	0,923	1,322
19	Czech Journal of Food Sciences,	1	20	0,787	1,048
20	Pakistan Journal of Agricultural Sciences	1	30	0,677	0,686
21	ŻYWNOŚĆ – Nauka Technologia Jakość	1	20	0,256	0,443***
22	ŻYWNOŚĆ - Nauka Technologia Jakość	1	13	brak	brak
23	Journal of Food Processing & Technology	1	7	brak	brak
24	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	3	3x6 pkt	brak	brak

25	Roczniki Państwowego Zakładu Higieny	4	4x20 pkt	brak	brak
Razem (pozycje 12-26)		**26**	**1 221**	**38,362**	**41,325**
Razem po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (pozycje 6-26)		**32**	**1 641**	**56,608**	**61,572**
Razem (pozycje 1-23)		**43**	**1 700**	**56,608**	**61,572**

* Punkty MEiN według: komunikatu z dn. 21.12.2021 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021; komunikatu z dn. 25.01.2017 r. dot. ujednoliconego wykazu punktowanych czasopism naukowych za lata 2013–2018; komunikatu z dn. 20.12.2012 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach za lata 2011-2012; ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych za lata 2007-2010, opublikowanego 25 czerwca 2010 r., lata 2009-2010.

Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania; * Impact Factor 4 letni

Anna Sadowska

.....

(podpis wnioskodawcy)