



Załącznik 3

do wniosku z dnia 15.03.2023 r.
o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

dr Iga Rybicka
Instytut Nauk o Jakości
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

AUTOREFERAT

Omówienie dorobku i osiągnięć naukowych

Poznań, 15.03.2023

Spis treści

| | |
|---|----|
| 1. Dane osobowe | 3 |
| 2. Dyplomy i stopnie naukowe | 3 |
| 3. Zatrudnienie w jednostkach naukowych | 4 |
| 4. Osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny | 5 |
| 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego | 5 |
| 4.2. Wykaz artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe | 5 |
| 4.3. Omówienie osiągnięcia naukowego | 7 |
| 4.3.1. Wprowadzenie | 7 |
| 4.3.2. Uzasadnienie podjęcia tematu | 9 |
| 4.3.3. Cel badań | 10 |
| 4.3.4. Omówienie wyników badań | 11 |
| 4.3.5. Podsumowanie | 27 |
| 5. Pozostałe osiągnięcia naukowe | 32 |
| 6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej | 34 |
| 6.1. Współpraca naukowa z ośrodkami w Polsce | 34 |
| 6.2. Współpraca naukowa z ośrodkami zagranicznymi | 35 |
| 7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę | 39 |
| 7.1. Osiągnięcia dydaktyczne | 39 |
| 7.2. Osiągnięcia organizacyjne | 40 |
| 7.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę | 42 |
| 8. Pozostałe informacje | 42 |

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko **Iga Krystyna Rybicka**
Miejsce pracy **Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu**
Instytut Nauk o Jakości
Katedra Technologii i Analizy Instrumentalnej
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
Tel. +48 61 856 93 68, E-mail: iga.rybicka@ue.poznan.pl

2. Dyplomy i stopnie naukowe

- 2015** **Doktor nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa**
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Towaroznawstwa
„Witaminy i składniki mineralne jako wyróżniki jakości zbożowej żywności bezglutenowej” (promotor: prof. dr hab. inż. Anna Gliszczyńska-Świątło)
Recenzenci: dr hab. inż. Aneta Ociecek, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni; prof. dr hab. Stanisław Popek, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie)
- 2011** **Magister dietetyki**
Uniwersytet Medyczny w Poznaniu
Wydział Lekarski II
„Wpływ diety redukcyjnej na wybrane parametry antropometryczne oraz biochemiczne w leczeniu otyłości” (promotor: dr hab. n. med. Monika Szulińska)
- 2009** **Licencjat dietetyki**
Uniwersytet Medyczny w Poznaniu
Wydział Lekarski II
„Zasady komponowania jadłospisów w placówkach żywienia zbiorowego” (promotor: dr n. farm. Małgorzata Maruszewska)
- 2008** **Licencjat biotechnologii**
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Wydział Biologii
„Właściwości rotawirusów” (promotor: prof. dr hab. Zofia Szweykowska-Kulińska)

3. **Zatrudnienie w jednostkach naukowych**

od X 2016

Adiunkt

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Instytut Nauk o Jakości (wcześniej Wydział Towaroznawstwa)

Katedra Technologii i Analizy Instrumentalnej

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Polska

I–XII 2021

**Pracownik badawczy (stypendium w programie EU-FORA,
Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności)**

University of Porto

Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research

Av. General Norton de Matos S/N, 4450-208 Matosinhos, Portugal

X 2015–IX 2016

Asystent

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Wydział Towaroznawstwa

Katedra Technologii i Analizy Instrumentalnej

al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Polska

4. Osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie *Technologia Żywności i Żywienia* jest monotematyczny cykl pięciu artykułów naukowych zatytułowany:

„Profil składników mineralnych jako czynnik determinujący jakość produktów bezglutenowych”

4.2. Wykaz artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe

- A1** Kiewlicz, I*, Rybicka, I.*; 2020; Minerals and their bioavailability in relation to dietary fiber, phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes. *Food Chemistry*, 305, 1-6; DOI:10.1016/j.foodchem.2019.125452

| | | |
|--------------------------------|----------------------------|--|
| MEiN ₂₀₂₃ = 200 pkt | IF ₂₀₂₃ = 9,231 | Cytowania _{Web of Science} = 19 |
| MEiN ₂₀₂₀ = 200 pkt | IF ₂₀₂₀ = 7,514 | Cytowania _{Scopus} = 21 |
| | | Cytowania _{Google Scholar} = 31 |

Wkład autora² (*równocenne pierwsze autorstwo): Wkład autora: Koncepcja badań; Metodologia; Walidacja; Analiza danych; Przeprowadzenie badań; Zasoby; Artykuł – oryginalny szkic; Artykuł – przegląd i edycja; Wizualizacja wyników; Nadzór nad projektem, Administracja projektem; Pozyskiwanie funduszy

- A2** Gliszczyńska-Świgło, A., Klimczak I., Rybicka, I.; 2018; Chemometric analysis of minerals in gluten-free products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 8, 3041-3048; DOI:10.1002/jsfa.8803

| | | |
|--------------------------------|----------------------------|--|
| MEiN ₂₀₂₃ = 100 pkt | IF ₂₀₂₃ = 4,125 | Cytowania _{Web of Science} = 5 |
| MEiN ₂₀₁₈ = 35 pkt | IF ₂₀₁₈ = 2,422 | Cytowania _{Scopus} = 5 |
| | | Cytowania _{Google Scholar} = 17 |

Wkład autora: Koncepcja badań; Metodologia; Oprogramowanie; Walidacja; Analiza danych; Przeprowadzenie badań; Zasoby; Artykuł – oryginalny szkic; Artykuł – przegląd i edycja; Wizualizacja wyników; Nadzór nad projektem, Administracja projektem; Pozyskiwanie funduszy

- A3** Rybicka, I.; 2023; Comparison of elimination diets: Minerals in gluten-free, dairy-free, egg-free and low-protein breads. *Journal of Food Composition and Analysis*, w druku, 118, May 2023, 105204; DOI: 10.1016/j.jfca.2023.105204

| | | |
|--------------------------------|----------------------------|---|
| MEiN ₂₀₂₃ = 100 pkt | IF ₂₀₂₃ = 4,520 | Cytowania _{Web of Science} = 0 |
| | | Cytowania _{Scopus} = 0 |
| | | Cytowania _{Google Scholar} = 0 |

Wkład autora: Koncepcja badań; Metodologia; Walidacja; Analiza danych; Przeprowadzenie badań; Zasoby; Artykuł – oryginalny szkic; Artykuł – przegląd i edycja; Wizualizacja wyników; Nadzór nad projektem, Administracja projektem; Pozyskiwanie funduszy

- A4** Rybicka, I., Doba, K., Bińczak, O.; 2019; Improving the sensory and nutritional value of gluten-free bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 9, 2661-2667; DOI:10.1111/ijfs.14190

| | | |
|--|----------------------------|--|
| MEiN ₂₀₂₃ = 70 pkt | IF ₂₀₂₃ = 3,612 | Cytowania _{Web of Science} = 20 |
| MEiN ₂₀₁₉ = 70 pkt | IF ₂₀₁₉ = 2,773 | Cytowania _{Scopus} = 25 |
| Cytowania _{Google Scholar} = 33 | | |

Wkład autora: Koncepcja badań; Metodologia; Walidacja; Analiza danych; Przeprowadzenie badań; Zasoby; Artykuł – oryginalny szkic; Artykuł – przegląd i edycja; Wizualizacja wyników; Nadzór nad projektem, Administracja projektem; Pozyskiwanie funduszy

- A5** Kowalczewski, P.K., Gumienna, M., Rybicka, I., Górna, B.; Sarbak, P., Dziedzic, K., Kmiecik, K.; 2021; Nutritional Value and Biological Activity of Gluten-Free Bread Enriched with Cricket Powder. *Molecules*, 26, 4, 1-11; DOI:10.3390/molecules26041184

| | | |
|--|----------------------------|--|
| MEiN ₂₀₂₃ = 140 pkt | IF ₂₀₂₃ = 4,927 | Cytowania _{Web of Science} = 18 |
| MEiN ₂₀₂₁ = 140 pkt | IF ₂₀₂₁ = 4,412 | Cytowania _{Scopus} = 19 |
| Cytowania _{Google Scholar} = 24 | | |

Wkład autora: Metodologia; Walidacja; Analiza danych; Przeprowadzenie badań; Artykuł – oryginalny szkic; Wizualizacja wyników

Kserokopie artykułów A1-A5 wraz z oświadczeniami autorów zamieszczono w załączniku 4.

Suma punktów MEiN oraz współczynnika IF cyklu artykułów naukowych¹ (A1-A5)

| | | |
|---|--------------------|--|
| MEiN = 545 pkt | IF = 20,289 | Cytowania_{Web of Science} = 62 |
| Cytowania_{Scopus} = 70 | | |
| Cytowania_{Google Scholar} = 105 | | |

¹ punktacja MEiN i współczynnik Impact Factor w roku opublikowania pracy

4.3. Omówienie osiągnięcia naukowego

„Profil składników mineralnych jako czynnik determinujący jakość produktów bezglutenowych”

4.3.1. Wprowadzenie

Diety eliminacyjne, w tym dieta bezglutenowa, to nierzadko diety na całe życie, których stosowanie jest jedyną metodą leczenia określonych jednostek chorobowych, takich jak alergie pokarmowe czy celiakia (choroba trzewna). Jednak obserwowana w ostatniej dekadzie ogromna popularność produktów eliminacyjnych wynika przede wszystkim z wyborów konsumentów, którzy decydują się stosować diety eliminacyjne bez jakichkolwiek dolegliwości zdrowotnych i wskazań lekarskich (Calvani i in., 2019). W ankiecie przeprowadzonej w 2016 roku zapytano 30 tysięcy Europejczyków, jakiego rodzaju żywności lub jej składników unikają przy zakupie produktu spożywczego. Mimo, że na czele listy znalazły się antybiotyki i hormony (65% wskazań), środki konserwujące (61%) oraz sztuczne aromaty/barwniki (60%), znacząca liczba respondentów wskazywała produkty z glutenem (20%), laktozą lub nabiałem (12%) oraz jajami (7%) (Nielsen 2016). W ostatnich latach zwraca się także uwagę na wpływ produkowanej żywności na środowisko naturalne, dlatego aspekty środowiskowe coraz częściej wskazywane są przez konsumentów jako istotne w codziennych wyborach żywieniowych. Porównania najczęściej dotyczą żywności pochodzenia roślinnego oraz zwierzęcego, które jednoznacznie wskazują mniejszy negatywny wpływ tej pierwszej (m.in. dzięki niższej emisji dwutlenku węgla) na otaczający nas ekosystem (m.in. Ritchie i Roser, 2022). Przykładowo, wyniki badań przeprowadzonych wśród wegetarian i wegan wskazały, że około 40% ankietowanych w Stanach Zjednoczonych i 79% w Wielkiej Brytanii wskazywało kwestię środowiskową jako jeden z najważniejszych powodów wykluczenia mięsa i innych produktów odzwierzęcych ze swojej diety (Statista, 2021a; Statista, 2021b). Z tych powodów światowy rynek żywności „free-from”, do której należy żywność bezglutenowa, to jeden z najszybciej rozwijających się asortymentów przemysłu spożywczego. Obecnie wart jest około 100 bilionów USD i przewiduje się, że będzie rósł ze średnią roczną stopą wzrostu (CAGR – Compound Annual Growth Rate) na poziomie 10% do co najmniej 2027 roku (Mordorintelligence, 2021).

Zgodnie z definicją, glutenem określa się „frakcje białka obecne w pszenicy, jęczmieniu, życie, owsie lub w ich odmianach krzyżowych oraz ich pochodnych” (Rozporządzenie UE Nr 828/2014). **Dieta bezglutenowa** wyklucza więc wszystkie odmiany pszenicy (m.in. orkisz, kamut, płaskurkę), jęczmienia, żyta (w tym pszenżyta) oraz, zanieczyszczonymi nimi, owsa.

Jednak ograniczenia w diecie bezglutenowej nie dotyczą tylko asortymentu zbożowych produktów. Osoby wykluczające gluten muszą uważnie czytać skład wszystkich spożywanych produktów, gdyż wiele z nich, m.in. przetwory mięsne, nabiał czy leki, zawierają białka glutenowe. Bezwzględne przestrzeganie zasad diety jest kluczowym i jedynym elementem leczenia celiakii (choroby trzewnej), choroby Dühringa (nazywanej skórną odmianą celiakii) oraz alergii na gluten (Holmes, 2022). Dieta bezglutenowa stosowana jest też pomocniczo w wielu innych jednostkach chorobowych, takich jak autyzm, choroba Hashimoto i zespół jelita drażliwego, ale nie stanowi w ich przypadku standardu terapeutycznego (Holmes, 2022). Należy podkreślić, że obserwowana w ostatniej dekadzie popularność produktów bezglutenowych nie wynika jednak ze zwiększonej częstości występowania glutenezależnych chorób (na celiakię choruje około 1% światowego społeczeństwa), a z ogromnej popularności produktów „free-from”. Pomimo, że ogromne zainteresowanie produktami ze znakiem przekreślonego kłosa (symbolizującym produkty zawierające mniej niż 20 mg glutenu/100 g produktu) wydaje się słabnąć, to jednak prognozowany jest stały wzrost rynku żywności bezglutenowej: z 6 bilionów dolarów w 2022 roku do aż 12 bilionów w 2030 roku (Statista, 2022a).

Jak wspomniano wyżej, dieta bezglutenowa stanowi jedyny sposób leczenia określonych jednostek chorobowych, nie istnieją jakiegokolwiek leki, czy inne działania terapeutyczne poprawiające stan zdrowia. Równocześnie, u osób ze zdiagnozowaną celiakią lub alergią na gluten, obserwuje się często niedobory żywieniowe, w tym **niedobory składników mineralnych** (Jivraj i in., 2022). W przypadku choroby trzewnej wynikają one z etiopatogenezy choroby – zaniku kosmków jelitowych odpowiedzialnych za wchłanianie składników odżywczych, natomiast w przypadku alergii pokarmowej – wymiotów lub biegunki towarzyszących nieleczonej alergii pokarmowej. Wprowadzenie diety bezglutenowej rzeczywiście prowadzi do ustąpienia objawów choroby (prawidłowego funkcjonowania jelit oraz ustąpienia dolegliwości ze strony przewodu pokarmowego), jednak nie zawsze eliminuje niedobory żywieniowe. Wskazują na to zarówno badania epidemiologiczne wśród pacjentów z celiakią przestrzegających diety bezglutenowej, jak i badania oceniające wartość odżywczą (= zbilansowanie) diety bezglutenowej. Wśród tych pierwszych najczęściej wymienia się niedobory mikro- oraz makroelementów, szczegółowo przedstawione w kolejnym rozdziale, natomiast te drugie wskazują na zachwiane proporcje określonych składników odżywczych, tj. wysoką zawartość węglowodanów, cukrów i tłuszczu oraz niską zawartość białka, błonnika pokarmowego oraz wybranych witamin i składników mineralnych (m.in. Gobbetti i in. 2018; Melini i Melini, 2019).

4.3.2. Uzasadnienie podjęcia tematu

Bez wątplenia nadrzędnym aspektem bezpieczeństwa stosowania diety bezglutenowej jest spożywanie produktów wolnych od glutenu. Stanowi to najważniejszą cechę diety bezglutenowej stosowanej nie z własnego wyboru, a ze względu na dolegliwości zdrowotne. W tym miejscu warto wspomnieć o Polskim Stowarzyszeniu Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, które jest największą organizacją w Polsce, wspierającą osoby wykluczające gluten ze swojej diety. Jedną z aktywności realizowanych przez Stowarzyszenie są badania zawartości glutenu w produktach bezglutenowych dostępnych na polskim rynku (Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, 2023). Regularne badania pozwalają zweryfikować, deklarowaną przez producentów na opakowaniu, zawartość glutenu poniżej 20 mg/kg produktu. Od momentu rozpoczęcia badań, tj. od 2010 roku, otrzymywane wyniki uległy znaczącej poprawie, co jest niewątpliwym wsparciem dla osób stosujących menu bez glutenu.

Jednak w bardziej kompleksowej ocenie jakości diety bezglutenowej, stosowanej bez względu na zasadność wskazań zdrowotnych, istotnym elementem jest jej zbilansowanie, oceniane poprzez zawartość składników odżywczych w produktach bez glutenu. Niepokojące są liczne doniesienia literaturowe wskazujące na występowanie niedoborów określonych składników odżywczych (w tym składników mineralnych) wśród osób stosujących dietę bezglutenową. W Tabeli 1 wskazano wybrane prace opublikowane w ostatnich 10 latach opisujące niedobory mikro- i makroelementów wśród chorych na celiakię stosujących dietę bezglutenową. Wśród makroelementów najczęściej wymienia się niedobory wapnia i magnezu, natomiast wśród mikroelementów – żelaza, seleniu i cynku.

Tabela 1. Niedobory składników mineralnych u osób stosujących dietę bezglutenową (wybrane prace)

| Makroelementy | Mikroelementy | Źródło |
|---------------|----------------|-------------------------|
| | Fe, Zn | Jivral i in., 2022 |
| Ca, Mg | Fe, Se, Zn | Melini i Melini, 2019 |
| Mg | Fe, Mn, Se, Zn | Gobbetti i in., 2018 |
| Ca, Mg | Fe, Zn | Vici i in., 2016 |
| | Fe | Wessels i in., 2016 |
| Ca, Mg | | Caruso i in., 2013 |
| Ca | Fe, Zn | Shepherd i Gibson, 2013 |

Źródło: opracowanie własne

Równocześnie, w literaturze brakowało danych na temat zawartości niektórych składników odżywczych, m.in. składników mineralnych, w produktach bezglutenowych.

Wynikało to z faktu, iż składniki mineralne nie należą do obowiązkowo deklarowanych na opakowaniu produktu spożywczego składników odżywczych, a ich oznaczenia wymagają praco- i kosztochłonnnych oznaczeń laboratoryjnych (Zaalberg i in., 2021). Na przestrzeni ostatnich lat badania w tym zakresie nie straciły na swej aktualności, gdyż potrzeba prezentowania aktualnych i rzetelnych baz wartości odżywczej jest niezmiennie podkreślana przez wielu specjalistów (m.in. Drewnowski, 2018). Przytoczone powyżej doniesienia literaturowe na temat niedoborów składników mineralnych wraz z ograniczoną liczbą danych na temat składu mineralnego żywności bezglutenowej stały się najważniejszymi przesłankami podjęcia niniejszych badań. Są one tym bardziej istotne, iż diety eliminacyjne, w tym dieta wykluczająca gluten, wymieniane są wśród najważniejszych trendów żywieniowych na obecnym i przyszłym rynku spożywczym (Tabela 2).

Tabela 2. Wartość światowego rynku żywności bezglutenowej

| 2009–2014 | | | | | | |
|---------------|------|------|------|-------|-------|------|
| Rok | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Wartość rynku | 1,39 | 1,55 | 1,84 | 1,95 | 2,21 | 2,58 |
| 2022–2032 | | | | | | |
| Rok | 2022 | 2024 | 2026 | 2028 | 2030 | 2032 |
| Wartość rynku | 6,70 | 7,74 | 8,95 | 10,34 | 11,95 | 14,0 |

¹ dane w miliardach USD

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Rybicka, 2015a] oraz [Statista, 2022]

4.3.3. Cel badań

Celem badań prezentowanych jako niniejsze osiągnięcie naukowe była szczegółowa charakterystyka składników mineralnych występujących w zbożowych produktach bezglutenowych. W ramach przeprowadzonych badań sformułowano trzy cele szczegółowe:

- Cel 1:** dokonanie kompleksowej charakterystyki profilu składników mineralnych (publikacje **A1** oraz **A2**) w produktach bezglutenowych.
- Cel 2:** porównanie zawartości składników mineralnych w wybranym asortymencie produktów bezglutenowych (płatki i pieczywo) z innymi produktami eliminacyjnymi oraz konwencjonalnymi (publikacje **A1** oraz **A3**).
- Cel 3:** podniesienie wartości odżywczej, poprzez poprawę profilu składników mineralnych, wybranego asortymentu produktów bezglutenowych (pieczywo) (publikacje **A4** oraz **A5**).

4.3.4. Omówienie wyników badań

Prezentowany cykl publikacji naukowych dotyczy składników mineralnych stanowiących istotny, lecz rzadko deklarowany na opakowaniu, element wartości odżywczej produktu spożywczego. Moim zamierzeniem było przeprowadzenie badań asortymentu produktów zbożowych, gdyż to one, tuż po warzywach i owocach, stanowią podstawę większości zaleceń żywieniowych na świecie (FAO, 2022). Produkty zbożowe stanowią również podstawę diety bezglutenowej, a tym samym w znacznym stopniu powinny realizować dzienne zapotrzebowanie na składniki odżywcze, w tym składniki mineralne.

Cel 1: dokonanie kompleksowej charakterystyki profilu składników mineralnych i ich biodostępności w produktach bezglutenowych

Sformułowanie tego celu wynikało z ograniczonej liczby danych na temat zawartości składników mineralnych w produktach bezglutenowych dostępnych w literaturze światowej kilka lat temu. Obecnie luka ta została częściowo wypełniona przez pozycje dostępne zarówno w Polsce (m.in. Kunachowicz, 2015), jak i na świecie (m.in. Gobbetti i in. 2018; Dennis i in., 2019). Pomimo tego nadal brakuje danych na temat części składników odżywczych lub składu odżywczego mniej popularnych surowców roślinnych, a większość prac opisuje surowce, a nie produkty bezglutenowe. W tym miejscu należy także wspomnieć o bazie danych FoodData Central Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (USDA), która stanowi (bezpłatne, ogólnodostępne i regularnie uaktualniane) źródło informacji na temat wartości odżywczej żywności. Równocześnie należy jednak zauważyć, że *i*) baza dotyczy produktów spożywczych (w tym bezglutenowych) dostępnych w Stanach Zjednoczonych, *ii*) zdecydowana większość produktów nie zawiera informacji na temat składników mineralnych lub *iii*) dane na temat wartości odżywczej pochodzą od samych producentów (i istnieje wątpliwość dotycząca rzetelności udostępnianych informacji). Wspomniana wcześniej potrzeba prezentowania aktualnych i rzetelnych danych na temat wartości odżywczej produktów spożywczych, oznaczonych nowoczesnymi i wiarygodnymi metodami analitycznymi, to ciągle ważne zadanie z zakresu technologii żywności i żywienia, które było istotne zarówno w momencie podjęcia badań prezentowanych w niniejszym referacie, jaki i obecnie, gdyż potrzeby w tym zakresie wciąż są aktualne.

Początkowym etapem badań prezentowanych w ramach osiągnięcia naukowego było przeprowadzenie szczegółowej charakterystyki profilu składników mineralnych wybranego asortymentu zbożowych produktów bezglutenowych. W ramach badań, których wyniki zaprezentowano w **artykule A1** (Kiewlicz, J., Rybicka, I.; 2020; Minerals and their

bioavailability in relation to dietary fiber, phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes; Food Chemistry, 305, 125452) dokonano nie tylko oceny zawartości składników mineralnych w płatkach zbożowych, ale także, poprzez ocenę wybranych składników antyodżywczych, oceniono ich potencjalną biodostępność. Artykuł A1 opisuje zarówno produkty bezglutenowe, jak i te zawierające gluten, gdyż porównanie asortymentu ze znakiem przekreślonego kłosa i tradycyjnego stanowi drugi cel prezentowanego dorobku naukowego i zostało opisane w kolejnym fragmencie autoreferatu.

Płatki zbożowe należą do istotnego asortymentu produktów zbożowych. Różnią się ze względu na surowiec, z którego zostały wytworzone, sposób obróbki, czy zawartość dodatkowych składników (np. owoców czy orzechów – tzw. płatki musli) (Kince i in., 2017). Najczęściej spożywane są jako produkty śniadaniowe lub przekąski. Płatki zbożowe stanowią źródło węglowodanów złożonych, błonnika pokarmowego, witamin i składników mineralnych, jednak należy pamiętać, że najzdrowsze to te z pełnego ziarna i bez dodatku substancji słodzących (Louie i in. 2012). W diecie bezglutenowej płatki stanowią często śniadaniową alternatywę dla, nieatrakcyjnego, pieczywa bezglutenowego, co zostanie omówione szerzej w kolejnych fragmentach niniejszego opisu osiągnięcia naukowego.

W ramach badań zaprezentowanych w artykule A1 dokonano oceny zawartości wybranych makroelementów (Ca, Mg, K, Na) oraz mikroelementów (Fe, Mn, Zn) w 20 płatkach zbożowych dostępnych na polskim rynku, w tym w 12 niezawierających glutenu. W oznaczeniach zawartości składników mineralnych wykorzystano mineralizację mikrofalową (CEM 6, Mars, CEM Corporation, Matthews, Stany Zjednoczone) oraz atomową spektroskopię emisyjną ze wzbudzeniem mikrofalowym (MP-AES) (Agilent MP-AES 4210, Agilent Technologies, Melbourne, Australia) opisane szczegółowo w opisywanym artykule. W analizowanych produktach oznaczono również zawartość wybranych składników ograniczających przyswajanie składników mineralnych. W literaturze wskazuje się, że biodostępność określonego mikro- lub makroelementu zależy od wielu czynników, wśród których wymienia się występowanie w matrycy substancji wiążących jony metali takich jak błonnik pokarmowy, taniny i związki fitynowe (Alegria-Torán i in., 2015). Związki te zostały oznaczone w opisywanej pracy – zawartość błonnika pokarmowego (całkowitego, rozpuszczalnego oraz nierozpuszczalnego) oznaczono metodą enzymatyczno-grawimetryczną wykorzystując system wspomagający filtrację (Fiberetec 1023, Foss, Kopenhaga, Dania), natomiast zawartości związków fitynowych oraz taninowych metodami spektrofotometrycznymi zgodnie z metodykami szczegółowo opisanymi w artykule A1.

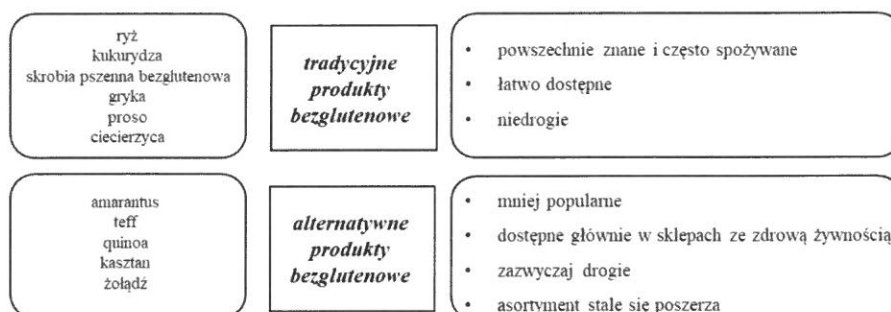
Wyniki badań przedstawiono wskazując zawartość poszczególnych składników mineralnych, stopień realizacji zapotrzebowania na analizowane składniki odżywcze w przeliczeniu na porcję produktu (30 g), zawartość składników antyodżywczych oraz stosunki molowe fityniany–zawartość Ca, Fe i Zn (szczegółowe tabele w artykule A1 oraz kolejnych fragmentach autoreferatu). Najniższą zawartością większości składników mineralnych charakteryzowały płatki wytworzone z najbardziej popularnych surowców bezglutenowych: kukurydzy i ryżu, natomiast najwyższą – płatki z gryki, owsa, amarantusa (szarłatu złocistego), teffu (miłki abisyńskiej) oraz quinoa (komosy ryżowej). Najbardziej zasobne w analizowane mikro- i makroelementy były płatki z amarantusa (8,2 mg Fe/100 g), quinoa (194 mg Mg/100 g), gryki (220 mg Mg/100 g) i teffu (12 mg Fe/100 g). Podobne wyniki uzyskano we wcześniej realizowanych badaniach własnych dotyczących zawartości składników mineralnych (Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn, Cu oraz Se) w zbożowych produktach bezglutenowych dostępnych na polskim rynku (Rybicka i in., 2015b; Rybicka i Gliszczyńska-Świąło, 2017). Jednak uwzględniając zawartość składników ograniczających wchłanianie mikro- i makroelementów, w tym błonnika pokarmowego (płatki z amarantusa – 9,1 g/100 g, quinoa – 6,1 g, gryki – 4,2, teffu – 9,7 g), fitynianów (od 13 do 26 mg/g w powyższych pseudozbożach) oraz tanin (3,1 – 7,2 mg/g), najlepszy stosunek analizowanych składników odżywczych i antyodżywczych spośród wszystkich analizowanych produktów bezglutenowych stwierdzono w płatach z amarantusa oraz w płatkach z teffu. To właśnie te dwa rodzaje płatków powinny być brane pod uwagę podczas komponowania jadłospisów osób stosujących dietę bezglutenową, w szczególności w celu uniknięcia, często występujących, niedoborów Fe i Mg.

W tym miejscu chciałabym podkreślić, że odniesienie zawartości składników mineralnych do substancji antyodżywczych w danym produkcie spożywczym nie jest tym samym co ich biodostępność. Zgodnie z definicją – biodostępność określa stopień, w jakim dany składnik odżywczy może zostać uwolniony i wchłonięty w przewodzie pokarmowym, a tym samym wykorzystany przez organizm (Alegría-Torán i in., 2015). W celu oznaczenia biodostępności składników mineralnych z analizowanych produktów należałoby wykonać, m.in. badania kliniczne lub badania wykorzystujące metody trawienia *in vitro* (Rodrigues i in., 2022), natomiast w niniejszej pracy biodostępność opisywana jest tylko w odniesieniu do wybranych składników antyodżywczych (*'bioavailability in relation to dietary fiber, phytates and tanins'*). Jednak wyniki zaprezentowane w artykule stanowią pewną podpowiedź dla konsumentów i producentów żywności bezglutenowej – poprzez wskazanie stosunków molowych składnik mineralny–związki fitynowe można m.in. wskazywać stopień, w jakim dany składnik może zostać uwolniony z danej matrycy. W pracy innych autorów obliczono

potencjalną biodostępność na podstawie ilości składników mineralnych uwolnionych w procesie trawienia enzymatycznego *in vitro* (Krejpcio i in., 2012). W badaniu oznaczono zawartość oraz potencjalną biodostępność (%) Ca, Mg, Fe, Zn i Cu w przekąskach bez cukru i stwierdzono znaczne różnice zarówno pomiędzy analizowanymi składnikami mineralnymi, jak i produktami. Potencjalna biodostępność Ca w analizowanych zbożowych przekąskach wynosiła od 6% do 64%, Mg od 17% do 78%, Fe od 8% do 40%, Zn od 21% do 70% oraz Cu od 40% do 66%. Wyniki badań opisane w artykule A1, pomimo że nie opisują biodostępności składników mineralnych z analizowanych produktów, stanowią pogłębioną charakterystykę popularnego asortymentu produktów bezglutenowych (płatków zbożowych) dostarczając więcej informacji niż sama zawartość składników mineralnych w produktach spożywczych.

Uważam, że artykuł A1 stanowi istotny element opisywanego osiągnięcia naukowego. To przede wszystkim, sformułowane w przystępny sposób, wskazówki na temat zasobności w składniki mineralne, ważnego w diecie bezglutenowej, asortymentu zbożowych produktów ze znakiem przekreślonego kłosa. To praca, której wyniki mogą być wykorzystywane zarówno przez konsumentów, jak i specjalistów zajmujących się żywnością bezglutenową.

Kolejnym etapem realizacji pierwszego celu badań była weryfikacja możliwości zastosowania wybranych metod chemometrycznych w klasyfikacji produktów bezglutenowych na podstawie ich zasobności w składniki mineralne. Wyniki tych badań opublikowano w **artykule A2** (Gliszczyńska-Świgło, A., Klimczak I., Rybicka, I., 2018; Chemometric analysis of minerals in gluten-free products, Journal of the Science of Food and Agriculture, 98, 8, 3041-3048). W pierwszej kolejności, na podstawie wyników zaprezentowanych m.in. w artykule A1 oraz (Rybicka i Gliszczyńska-Świgło, 2017), zaproponowano podział surowców bezglutenowych na tradycyjne (T) i alternatywne (A) (Rysunek 1). Zgodnie z nim, najbardziej popularne surowce bezglutenowe takie jak ryż, kukurydza i skrobia pszenna bezglutenowa należą do tradycyjnych, natomiast rzadziej stosowane – amarantus, teff, czy quinoa do alternatywnych surowców niezawierających glutenu.



Rysunek 1. Tradycyjne i alternatywne surowce bezglutenowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie artykułu A2

Następnie, dla wszystkich 50 analizowanych produktów ze znakiem przekreślonego kłosa wskazano stopień realizacji dziennego zapotrzebowania na mikro- i makroskładniki (Ca, K, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn). W tym celu, na podstawie doniesień literaturowych, zdefiniowano 'modelowego pacjenta': kobietę w średnim wieku (40 lat) chorującą jedynie na celiakię, dla której wskazano zapotrzebowanie na składniki mineralne na poziomach: zalecanego dziennego spożycia (ang. RDA – Recommended Daily Allowance) oraz odpowiedniego spożycia (ang. AI – Adequate Intake). W artykule zamieszczono tabelę szczegółowo przedstawiającą stopień realizacji RDA oraz AI (wyrażony w %) przez analizowane produkty. Pozwoliło to wskazać produkty bogate w analizowane składniki mineralne, jednak wśród nich na szczególną uwagę zasługiwały te, które w największym stopniu dostarczają, najbardziej deficytowe u osób stosujących dietę bezglutenową, mikro- i makroskładniki:

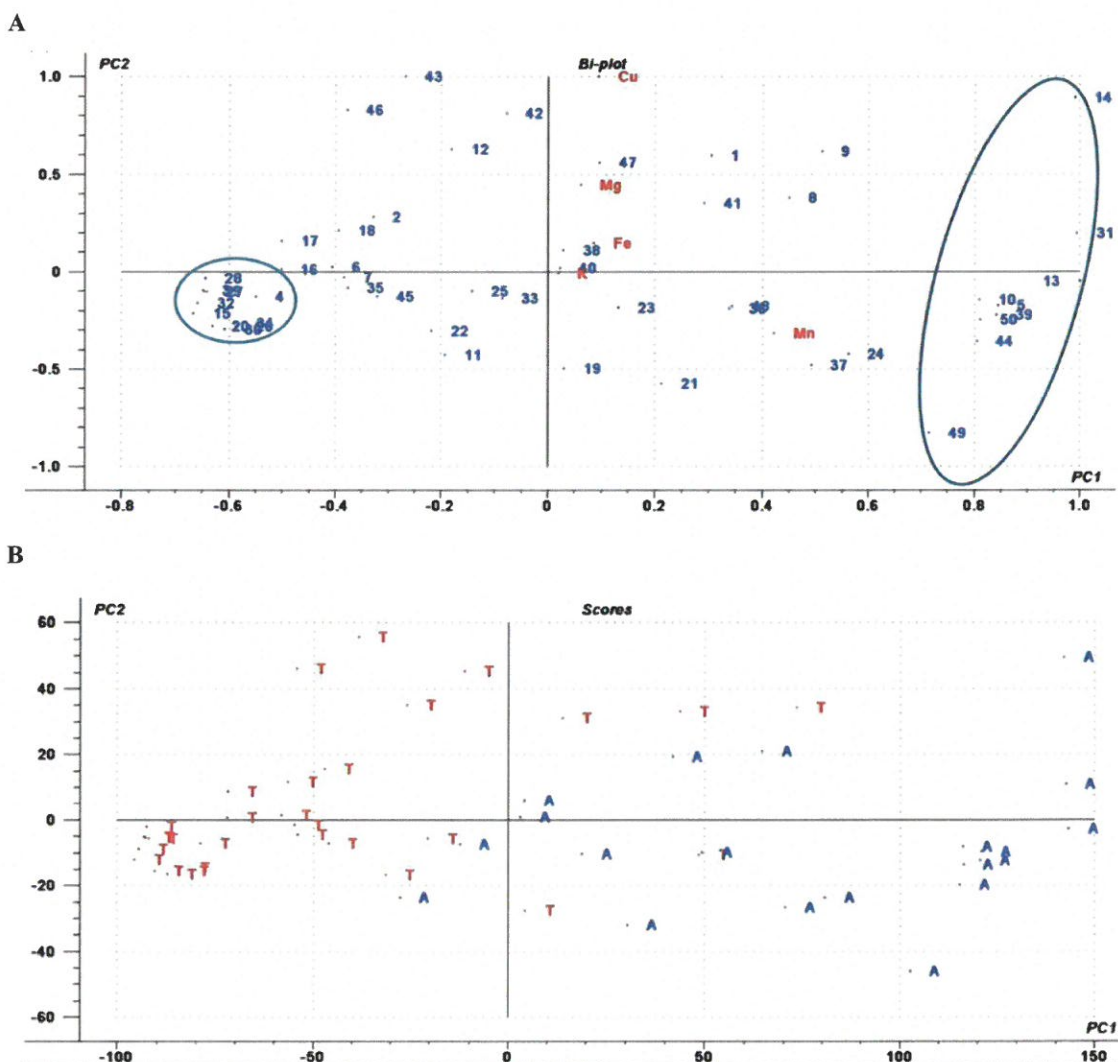
- **wapń**: mąka z żołądzi, chleb brązowy, przekąska (popping) z amarantusa, płatki typu muesli z amarantusem, kawa z żołądzi (realizujące powyżej 10% RDA*),
- **cynk**: mąka gryczana, mąka owsiana, mąka z amarantusa, mąka z ciecierzycy, mąka z teffu, przekąska (popping) z amarantusa, płatki jaglane, płatki owsiane, kasza jaglana, kasza gryczana (realizujące powyżej 30% RDA*),
- **magnez**: mąka z amarantusa, przekąska (popping) z amarantusa, płatki amarantusowe, płatki gryczane, kasza gryczana (realizujące powyżej 50% RDA*),
- **żelazo**: mąka z teffu, mąka z żołądzi, płatki typu musli z owsem, kawa z cykorii (realizujące powyżej 50% RDA*).

* różne progi wynikają ze stopnia realizacji RDA przez wskazane produkty w odniesieniu do pozostałych analizowanych produktów oraz z ogólnej zasobności zbożowego asortymentu w analizowany składnik mineralny (tj. produkty zbożowe mogą stanowić dobre źródło Mg i Fe, umiarkowane Zn oraz niskie Ca w diecie)

Spośród analizowanych produktów można wskazać zarówno takie, które są dobrym źródłem większości omawianych składników mineralnych – np. popping (ekstrudowane ziarno) z amarantusa, który w 100 g dostarcza 12% RDA dla Ca, 70% dla Mg i 39% dla Zn, a także 9% dla K, 64% dla Cu, 222% dla Mn oraz nie zawiera niezalecanego Na, jak i jednego mikro/makroelementu – przykładowo: mąka z żołądzi dostarczająca 103% rekomendowanego dziennego spożycia Fe.

W ostatnim etapie tej pracy podjęto próbę wykorzystania wybranych metod chemometrycznych – analizę głównych składowych (ang. PCA – Principal component

analysis) oraz hierarchiczną analizę skupień (ang. HCA – hierarchical cluster analysis) w klasyfikacji analizowanych produktów bezglutenowych. Wyniki PCA wskazały na możliwość różnicowania produktów bezglutenowych na podstawie ich zasobności w Mg, K, Cu, Fe i Mn (wyrażonej jako %RDA albo %AI) i większość analizowanych produktów została prawidłowo umiejscowiona we wcześniej zdefiniowanych grupach tradycyjnych (T) i alternatywnych (A) produktów bezglutenowych (Rysunek 2).



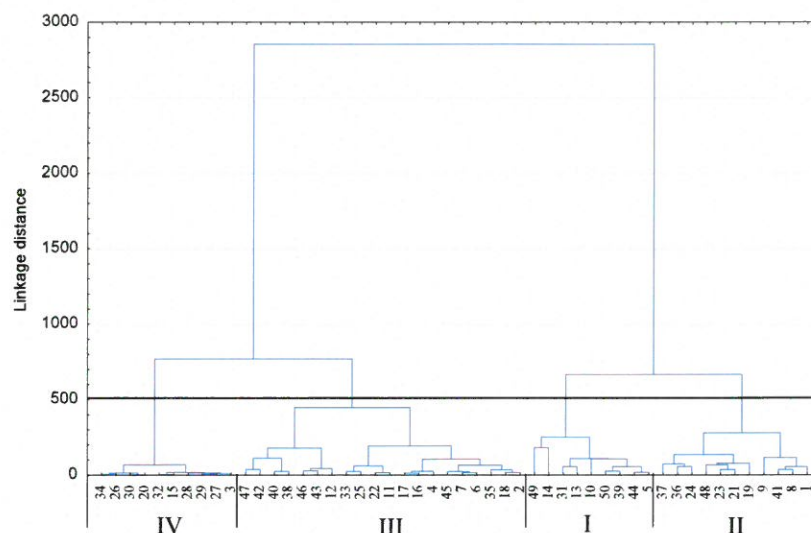
Rysunek 2. Wyniki analizy PCA składników mineralnych (Mg, K, Cu, Fe i Mn): (A) biplot dla składników mineralnych w produktach bezglutenowych oraz (B) w podziale na asortyment tradycyjnej (T) i alternatywnej (A) żywności bezglutenowej

Źródło: artykuł A2

Jednoznaczna klasyfikacja wszystkich produktów na podstawie ich zasobności w analizowane składniki nie była możliwa głównie ze względu na niską zawartość surowców

alternatywnych w produktach, które wcześniej zdecydowano się określić jako alternatywne (np. wafle ryżowe z 5% dodatkiem komosy ryżowej).

Z kolei analiza HCA z uwzględnieniem wcześniej wskazanych pięciu składników mineralnych pozwoliła na wyodrębnienie czterech klastrow (Rysunek 3). Pierwszą grupę stanowiły produkty wytworzone z alternatywnych surowców bezglutenowych charakteryzujące się najwyższym stopniem realizacji zapotrzebowania na badane składniki mineralne. Było to około 200% AI dla Mn, 50% RDA dla Cu i Fe, 40% RDA dla Mg oraz 12% AI dla K. Produkty należące do pozostałych klastrow stanowiły mniej istotne lub nieistotne źródło opisywanych składników. Przykładowo, jeden z klastrow obejmował produkty wytworzone na bazie surowców tradycyjnych (kukurydza, ryż, ziemniaki i skrobia pszenna bezglutenowa), należące głównie do przekąsek. Produkty te nie realizują lub realizują w niewielki stopniu dzienne zapotrzebowanie na analizowane składniki mineralne. Pomimo iż jedynie w przypadku Mn uzyskano istotne statystycznie różnice pomiędzy wszystkimi klastrami, wartości %RDA i %AI charakteryzujące poszczególne klastry mogą stanowić podstawę klasyfikacji produktów bezglutenowych na te o bardzo wysokim stopniu realizacji dziennego zapotrzebowania na opisywane składniki mineralne (grupa I), wysokim (grupa II), umiarkowanym (grupa III) oraz nieistotnym (grupa IV).



| Grupa | Mn | Cu | Fe | K | Mg |
|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| I | 206,5±10,3 ^a | 52,3±29,8 ^a | 47,4±28,3 ^a | 12,0±7,6 ^a | 37,6±16,0 ^a |
| II | 133,8±22,6 ^b | 37,9±23,2 ^a | 28,2±12,7 ^b | 6,3±4,0 ^b | 31,9±18,5 ^a |
| III | 50,4±25,8 ^c | 30,3±20,1 ^a | 10,7±6,6 ^c | 4,0±2,2 ^b | 26,6±14,0 ^a |
| IV | 3,9 ± 5,3 ^d | 3,3±3,9 ^b | 5,4±4,0 ^c | 1,9±1,0 ^b | 5,9±2,8 ^b |

Wartości opisane tą samą literą w kolumnie nie różniły się istotnie statystycznie ($p > 0,05$)

Rysunek 3. Wyniki analizy HCA dla Mg, K, Cu, Fe i Mn

Źródło: artykuł A2

Surowce w większym stopniu realizujące dzienne zapotrzebowanie na analizowane mikro- i makroelementy to, zdefiniowane wcześniej, alternatywne surowce bezglutenowe, a także wybrane tradycyjne (brązowy ryż, gryka oraz proso). Produkty na bazie tych surowców stanowią lepsze źródło składników mineralnych niż te na bazie tradycyjnych: ryżu, kukurydzy, ziemniaków czy skrobi pszennej bezglutenowej, co odpowiada wynikom zaprezentowanym w artykule A1. Pomimo, że w niniejszej pracy wykorzystano (zyskujące popularność) metody matematyczne w analizie chemicznej, uważam, że wyniki prezentowane w tej formie znajdują odbiorców przede wszystkim w środowisku naukowym, a nie wśród osób stosujących dietę bezglutenową, dietetyków czy producentów żywności. Moim zdaniem, z tego powodu, nie powinny stanowić jedynej formy prezentacji danych dotyczących wartości odżywczej produktów spożywczych.

Cel 2: porównanie zawartości składników mineralnych w wybranym asortymencie produktów bezglutenowych (płatki i pieczywo) z innymi produktami eliminacyjnymi oraz konwencjonalnymi (publikacje A1 oraz A3)

Celem drugiego etapu badań prezentowanych w ramach niniejszego osiągnięcia było porównanie asortymentu produktów bezglutenowych z produktami zawierającym gluten (artykuł A1) oraz z innymi produktami eliminacyjnymi (artykuł A3). Wyniki zaprezentowane w tych publikacjach pozwalają porównać, czy osoby stosujące diety eliminacyjne są bardziej narażone na niedobory składników mineralnych niż osoby stosujące dietę konwencjonalną (bez ograniczeń żywieniowych) lub inne diety eliminacyjne. Wyniki te są szczególnie istotne w przypadku osób decydujących się na dietę eliminacyjną z wyboru, gdyż pozwalają dokonywać świadomych wyborów żywieniowych. Jak wspomniano wcześniej, takie osoby stanowią większość konsumentów żywności bezglutenowej. Przykładowo, w badaniu przeprowadzonym w 2019 roku w Stanach Zjednoczonych wskazano, że 20–30% ankietowanych mieszkańców stosuje lub stosowało, w niedalekiej przeszłości, dietę bezglutenową (Arslain i in. 2021), natomiast jeszcze w 2013 roku aż 65% Amerykanów uważało, że dieta bezglutenowa jest zdrowsza niż dieta konwencjonalna i to przekonanie było najważniejszym czynnikiem decydującym o popularności produktów ze znakiem przekreślonego kłosa (Mintel, 2013).

W omawianych uprzednio badaniach zaprezentowanych w **artykule A1** (Kiewlicz, J., Rybicka, I.; 2020; Minerals and their bioavailability in relation to dietary fiber, phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes; *Food Chemistry*, 305, 125452) zawartość składników mineralnych oraz składników antyodżywczych (błonnik pokarmowego, tanin,

fitynianów) została również oznaczona w produktach zawierających gluten – płatkach z pszenicy, jęczmienia oraz żyta. W poniższych tabelach zestawiono zawartość wybranych składników mineralnych (Ca, Mg, Fe i Zn) (Tabela 3) oraz składników ograniczających ich wchłanianie (błonnik całkowity, związki fitynowe oraz taniny) (Tabela 4) we wszystkich analizowanych produktach.

Tabela 3. Zawartość oraz stopień realizacji dziennego zapotrzebowania na składniki mineralne przez analizowane płatki

| | SKŁADNIKI MINERALNE [mg/100 g s.m. ³] | | | | | | | |
|---------------------|---|----------------|------------------------|----|-------------------------|----|-------------------------|----|
| | Ca | | Mg | | Fe | | Zn | |
| NRV/AI ¹ | 800 | % ² | 375 | % | 14 | % | 10 | % |
| amarantus | 169±4 ^l | 6 | 218±2 ^l | 17 | 8,17±0,05 ^m | 18 | 2,47±0,12 ^{gh} | 7 |
| jęczmień | 19,8±1,3 ^f | 1 | 96±1 ^e | 8 | 1,61±0,07 ^e | 3 | 2,05±0,15 ^{ef} | 6 |
| gryka | 11,3±0,4 ^d | 0 | 218±2 ^l | 17 | 2,40±0,04 ^f | 5 | 1,98±0,15 ^{ef} | 6 |
| kukurydza I | 2,6±0,1 ^c | 0 | 25±1 ^b | 2 | 0,78±0,09 ^c | 2 | 0,47±0,02 ^a | 1 |
| kukurydza II | 0,26±0,03 ^a | 0 | 5,39±0,23 ^a | 0 | 0,21±0,01 ^b | 0 | 0,47±0,02 ^a | 1 |
| quinoa | 66,0±0,8 ^k | 2 | 194±2 ^j | 16 | 3,38±0,04 ^h | 7 | 3,19±0,10 ^l | 10 |
| proso | 1,9±0,1 ^b | 0 | 49±0 ^c | 4 | 1,14±0,09 ^d | 2 | 2,35±0,10 ^g | 7 |
| owies I | 53,7±2,1 ^j | 2 | 108±2 ^f | 9 | 4,90±0,20 ^l | 11 | 2,58±0,11 ^h | 8 |
| owies II | 48,7±2,3 ⁱ | 2 | 118±3 ^g | 9 | 3,61±0,13 ⁱ | 8 | 1,92±0,08 ^e | 6 |
| owies III | 42,4±1,0 ^{hi} | 2 | 106±2 ^f | 8 | 3,34±0,11 ^h | 7 | 1,90±0,06 ^e | 6 |
| owies IV | 44,7±4,4 ^h | 2 | 132±2 ^h | 11 | 3,75±0,06 ⁱ | 8 | 1,74±0,12 ^{cd} | 5 |
| ryż | 1,50,1 ^b | 2 | 30±3 ^b | 1 | 0,05±0,00 ^a | 0 | 1,51±0,11 ^{bc} | 5 |
| żyto I | 16,8±0,8 ^e | 1 | 91±1 ^d | 7 | 2,64±0,07 ^g | 6 | 2,38±0,01 ^g | 7 |
| żyto II | 24,0±3,0 ^g | 2 | 100±2 ^e | 8 | 2,61±0,08 ^g | 6 | 2,81±0,01 ⁱ | 8 |
| żyto III | 40,4±4,8 ^h | 1 | 135±3 ^h | 11 | 3,70±0,22 ⁱ | 8 | 2,36±0,08 ^g | 7 |
| orkisz I | 22,5±±1,4 ^g | 1 | 150±3 ⁱ | 12 | 3,24±0,10 ^h | 7 | 2,56±0,07 ^h | 8 |
| orkisz II | 18,5±1,1 ^{ef} | 1 | 134±2 ^h | 11 | 4,52±0,10 ^k | 10 | 1,76±0,04 ^d | 5 |
| orkisz III | 20,6±1,7 ^{fg} | 1 | 106±0 ^f | 8 | 3,94±0,06 ^j | 8 | 2,30±0,39 ^{fg} | 7 |
| teff | 153±13 ^l | 6 | 159±17 ⁱ | 13 | 12,10±1,02 ⁿ | 26 | 2,61±0,26 ^{hi} | 8 |
| pszenica | 17,0±1,1 ^{ef} | 1 | 104±4 ^{ef} | 8 | 2,38±0,09 ^f | 5 | 1,40±0,11 ^b | 4 |

| | |
|--|------------------------|
| | >15% NRV/AI w porcji |
| | 10-15% NRV/AI w porcji |

¹ NRV – Nutrient Reference Value (Referencyjna Wartość Spożycia); AI – Adequate Intake (Wystarczające Spożycie); ² stopień realizacji dziennego zapotrzebowania (%) przez porcję (30 g) produktu; ³ s.m. – sucha masa Średnie wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różniły się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [artykuł A1]

Tabela 4. Zawartość wybranych składników antyodżywczych: całkowitego błonnika pokarmowego, związków fitynowych oraz tanin w analizowanych płatkach

| PLATKI | BŁONNIK POKARMOWY (CAŁKOWITY) [g/100 g s.m. ¹] | ZWIĄZKI FITYNOWE [mg/g s.m.] | TANINY [mg/g s.m.] |
|--------------|--|------------------------------------|--------------------------|
| amarantus | 9,08±0,18 ^{gh} | 17,51±0,23 ⁿ | 3,19±0,31 ^b |
| jęczmień | 15,67±0,15 ^m | 9,14±0,04 ^h | 3,39±0,22 ^b |
| gryka | 4,19±0,18 ^c | 22,30±0,21 ^r | 7,24±0,08 ^{def} |
| kukurydza I | 6,98±0,09 ^d | 2,57±0,05 ^b | 8,87±0,66 ^{fg} |
| kukurydza II | 2,53±0,34 ^b | 1,03±0,02 ^a | 6,34±0,65 ^{cd} |
| quinoa | 7,79±0,64 ^{de} | 25,78±0,12 ^s | 6,75±0,39 ^d |
| proso | 8,92±0,34 ^{fg} | 5,10±0,23 ^d | 1,14±0,10 ^a |
| owies I | 10,12±0,22 ⁱ | 3,81±0,04 ^c | 8,26±0,87 ^{efg} |
| owies II | 10,11±0,26 ⁱ | 10,16±0,04 ⁱ | 6,10±0,47 ^{cd} |
| owies III | 10,63±0,18 ⁱ | 6,00±0,16 ^e | 2,18±0,17 ^{ab} |
| owies IV | 10,09±0,27 ^{hi} | 19,62±0,27 ^o | 8,80±0,58 ^g |
| ryż | 1,42±0,18 ^a | 6,11±0,03 ^e | 1,24±0,15 ^a |
| żyto I | 11,86±0,09 ^j | 5,10±0,05 ^d | 11,22±0,85 ^h |
| żyto II | 12,95±0,36 ^k | 8,70±0,08 ^g | 6,83±0,63 ^{de} |
| żyto III | 10,59±0,61 ⁱ | 16,24±0,04 ^m | 11,56±0,52 ^h |
| orkisz I | 14,32±0,19 ^l | 13,41±0,06 ^l | 5,05±0,37 ^c |
| orkisz II | 12,28±0,22 ^{jk} | 20,09±0,06 ^p | 2,55±0,17 ^{ab} |
| orkisz III | 8,39±0,59 ^{ef} | 7,83±0,11 ^f | 11,2±1,12 ^h |
| teff | 9,71±0,45 ^{ghi} | 12,88±0,15 ^k | 3,41±0,34 ^b |
| pszenica | 16,72±0,35 ⁿ | 10,85±0,18 ^j | 8,61±0,57 ^{fg} |

¹ s.m. – sucha masa

Średnie wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różniły się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [artykuł A1]

W badaniu potwierdzono, że najczęściej stosowane surowce bezglutenowe, ryż i kukurydza, zawierają istotnie mniej makro- i mikroelementów niż zboża glutenowe, a tym samym dieta z nich skomponowana może prowadzić do niedoborów żywieniowych. Płatki zawierające gluten, w szczególności owsiane i żytnie, charakteryzowały się bardziej pożądanym stosunkiem składników mineralnych do składników ograniczających ich wchłanianie niż tradycyjne surowce bezglutenowe. Spośród wszystkich, dwudziestu, analizowanych produktów najbardziej korzystnie wypadły dwa produkty ze znakiem przekreślonego kłosa – płatki z amarantusa i płatki z teffu. W tym miejscu należy jednak podkreślić znaczne różnice w dostępności oraz cenie opisywanych produktów. Płatki owsiane należą do jednych z najbardziej popularnych i łatwo dostępnych płatków w Polsce, a ich cena w marcu 2023 roku wynosiła około 4 zł/500 g (Spar, 2023). Tymczasem płatki z amarantusa

i teffu dostępne są głównie w sklepach ze zdrową żywnością i w sklepach internetowych, a ich cena wynosi około 6 zł/300 g (płatki z amarantusa) i 13 zł/300 g (płatki z teffu) (Allegro, 2023). Opisywane różnice dotyczą nie tylko asortymentu płatków zbożowych, ale wszystkich produktów bezglutenowych. Pomimo, że zarówno cena, jak i dostępność produktów bezglutenowych uległy na przestrzeni ostatnich lat znaczącej poprawie, to ich ceny są nadal znacząco wyższe niż produktów konwencjonalnych: o około 240% wyższe w 2006 roku i o około 180% wyższe w 2016 roku (Lee i in., 2019). W przypadku stosowania diety bezglutenowej z konieczności pacjent jest skazany na produkty bezglutenowe, natomiast w zupełnie innej sytuacji znajdują się osoby wykluczające gluten z wyboru – w ich przypadku odstępstwa od diety nie niosą za sobą konsekwencji zdrowotnych, umożliwiając im dokonywanie wyborów korzystnych zarówno żywieniowo, jak i finansowo. Dlatego wyniki zaprezentowane w artykule A1 stanowią istotny element bilansowania diety wykluczającej gluten, szczególnie istotny w krajach takich jak Polska, w których osoby stosujące dietę bezglutenową na podstawie zaleceń medycznych nie mogą liczyć na obligatoryjne wsparcie materialne/finansowe ze strony państwa (Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, 2023).

Artykuł A3 (Rybicka, I.; 2023; Comparison of elimination diets: Minerals in gluten-free, dairy-free, egg-free and low-protein breads, *Journal of Food Composition and Analysis*, 118, 105204; DOI: 10.1016/j.jfca.2023.105204) stanowi efekt realizacji projektu MINIATURA, który został szczegółowo opisany w ósmym rozdziale niniejszego autoreferatu. Jak wskazują doniesienia literaturowe, niedobory składników mineralnych dotyczą nie tylko opisanych wcześniej deficytów, m.in. Mg, Ca, Fe i Zn w diecie bezglutenowej, ale też innych diet eliminacyjnych, m.in. Ca w diecie bezmlecznej (Ratajczak i in., 2021). Ponadto, niewiele wiadomo na temat zawartości składników mineralnych w mniej popularnych produktach eliminacyjnych, takich jak produkty bez jaj oraz o niskiej zawartości białka. Te ostatnie opisywane są jako produkty PKU, tj. o niskiej zawartości fenyloalaniny – aminokwasu ograniczanego w diecie osób chorujących na fenyloketonurię – wrodzonej chorobie metabolicznej wynikającej z zaburzonego metabolizmu fenyloalaniny (Rybicka, 2023). Jak dotąd, żadne badanie nie koncentrowało się na porównaniu wartości odżywczej (w tym składników mineralnych) różnych diet eliminacyjnych. Dlatego celem badań było oznaczenie i porównanie zawartości wybranych składników mineralnych w szerokim asortymencie żywności bezglutenowej, konwencjonalnej (zawierającej gluten) oraz w innych produktach eliminacyjnych.

W pierwszej kolejności dokonano walidacji zastosowanej metody analitycznej, a następnie oznaczono zawartość wody oraz Ca, K, Mg, Fe i Na w 73 chlebach eliminacyjnych i konwencjonalnych. W badaniach zdecydowano się na porównanie asortymentu pieczywa, gdyż stanowi ono istotny element każdej diety, a w przypadku diety bezglutenowej odpowiada za około 55% wartości sprzedaży całego asortymentu produktów wykluczających gluten (Statista, 2022). W artykule A3, w formie wykresów, zaprezentowano podsumowanie wyników (średniej, mediany, wartości minimalnej, wartości maksymalnej oraz 95% przedziału ufności) uzyskanych dla analizowanych składników mineralnych we wszystkich kategoriach produktowych – chlebach bez glutenu, bez nabiału, bez jaj, PKU oraz konwencjonalnych. Ponadto, do publikacji dołączono dodatkowe tabele zawierające szczegółową charakterystykę opisywanego asortymentu oraz zawartości opisywanych składników żywności we wszystkich analizowanych produktach. W Tabeli 5 zaprezentowano natomiast podsumowanie wyników uzyskanych dla składników mineralnych w analizowanym asortymencie.

Tabela 5. Zawartość składników mineralnych (mg/100 g) w chlebach: bezglutenowych, bez nabiału, bez jaj, PKU oraz konwencjonalnych

| PRODUKTY | Żelazo | Wapń | Magnez | Potas | Sód |
|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| BEZ GLUTENU | 1,40 ± 0,92 ^b | 48,2 ± 46,3 ^{a,b} | 17,0 ± 18,1 ^b | 120 ± 72 ^b | 613 ± 176 ^a |
| BEZ NABIAŁU | 1,17 ± 0,99 ^{a,b} | 48,1 ± 39,4 ^{a,b} | 16,5 ± 20,6 ^b | 109 ± 73 ^{a,b} | 608 ± 137 ^a |
| BEZ JAJ | 1,12 ± 0,94 ^{a,b} | 59,1 ± 56,6 ^{b,c} | 16,8 ± 20,1 ^b | 109 ± 71 ^{a,b} | 604 ± 139 ^a |
| PKU ¹ | 0,97 ± 0,66 ^a | 31,7 ± 25,5 ^a | 7,6 ± 5,4 ^a | 81 ± 267 ^a | 561 ± 215 ^a |
| KONWENCJONALNE | 2,17 ± 0,89 ^c | 68,6 ± 45,4 ^c | 54,9 ± 24,5 ^c | 325 ± 84 ^c | 716 ± 246 ^b |

¹ PKU (Fenyloketonuria) – produkty o niskiej zawartości fenyloalaniny oraz białka
Średnie zawartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różniły się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [artykuł A3]

Uzyskane wyniki pozwoliły sformułować następujące wnioski:

- chleby eliminacyjne charakteryzują się niższą zawartością Fe, Ca, Mg i K niż pieczywo konwencjonalne (zawierające gluten),
- pieczywo zawierające gluten ma najwyższą zawartość Na,
- pieczywo bez glutenu, bez mleka oraz bez jaj mają porównywalną zawartość Fe, Mg i K,
- pieczywo niskobiałkowe (PKU) charakteryzuje się najniższą zawartością wszystkich analizowanych składników mineralnych.

Uzyskane wyniki wskazują, że osoby stosujące diety eliminacyjne są bardziej narażone na niedobory opisywanych składników mineralnych (Fe, Ca, Mg i K) niż konsumenci stosujący dietę konwencjonalną (z glutenem). Ryzyko to jest najwyższe w przypadku osób

spożywających produkty PKU. Jedynie niższa zawartość Na w pieczywie eliminacyjnym w porównaniu do pieczywa nieeliminacyjnego jest jej korzystnym żywieniowo wyróżnikiem. Różnice w zawartości Na wynikają z różnych aspektów technologicznych, m.in. konieczności wykorzystywania soli (będącej głównym źródłem Na) podczas produkcji pieczywa zawierającego gluten (Pasqualone i in., 2019). Niemniej, ograniczenie spożycia Na/NaCl stanowi jeden z ważniejszych elementów zaleceń żywieniowych formułowanych na całym świecie. Ze względu iż średnie spożycie soli (8-12 g dziennie w Unii Europejskiej) znacznie przekracza zalecany poziom (5 g), rekomendacje Światowej Organizacji Zdrowia zakładają jej 30% ograniczenie do 2025 roku (World Health Organization, 2020). Wśród różnego rodzaju inicjatyw podejmowanych w celu obniżenia spożycia soli szczególną rolę odgrywają zmiany w składzie pieczywa – asortymentu, który dostarcza znacznych ilości soli w codziennej diecie.

Uważam, że zarówno wyniki zaprezentowane w artykule A3, tj. zawartość opisywanych składników mineralnych przedstawiona w formie danych szczegółowych i podsumowań, jak i wyżej sformułowane wnioski stanowią istotny wkład w charakterystykę wartości odżywczej produktów eliminacyjnych: bez gluten, bez nabiała, bez jaj oraz PKU.

Cel 3: podniesienie wartości odżywczej, poprzez poprawę profilu składników mineralnych, wybranego asortymentu produktów bezglutenowych (pieczywo) (publikacje A4 oraz A5)

Jak wspomniano wcześniej, pieczywo jest najbardziej dochodową kategorią na rynku produktów bezglutenowych (Statista, 2022). Pomimo że jest podstawą codziennej diety, w przypadku diety bezglutenowej nazywane jest często piętą Achillesową (Conte i in., 2019). Wynika to z wielu aspektów: trudności technologicznych spowodowanych brakiem glutenu, nieatrakcyjnej teksturze otrzymanego pieczywa, ograniczonych walorach sensorycznych oraz wartości odżywczej (m.in. Naqash i in., 2017; Bender & Schönlechner, 2020). Wszystko to powoduje, że na początku stosowania diety bezglutenową często zmniejsza się spożycie pieczywa – asortymentu, który powinien stanowić ważne źródło energii i składników odżywczych w codziennej diecie (Kautto i in., 2014).

Na podstawie przeprowadzonych i opisanych wyżej badań, wskazano, że produkty wytworzone z najbardziej popularnych (zdefiniowanych w artykule A2 jako tradycyjne) surowców bezglutenowych, m.in. ryżu, kukurydzy, skrobi pszennej bezglutenowej, zawierają niewielkie ilości mikro- i makroelementów, a tym samym w nieznacznym stopniu realizują dzienne zapotrzebowanie na składniki mineralne. Większość dostępnych na rynku chlebów bezglutenowych wytworzona jest z tych surowców bezglutenowych – było tak zarówno kilka

lat temu, w momencie podejmowania niniejszych badań, jak i obecnie. Ponadto, zdecydowana większość komercyjnie dostępnych chlebów bezglutenowych zawiera różnego rodzaju dodatki mające poprawiać jakość otrzymywanego pieczywa (Rybicka, 2023). Większość z nich opiera się na zastępowaniu lub naśladowaniu glutenu poprzez wykorzystanie m.in. hydrokoloidów, enzymów, czy też różnych skrobi (Bender & Schönlechner, 2020) Dlatego celem badań zaprezentowanych w **artykule A4** (Rybicka, I., Doba, K., Bińczak, O.; 2019; Improving the sensory and nutritional value of gluten-free bread. International Journal of Food Science and Technology, 54, 9, 2661-2667) było wykorzystanie wybranych (zdefiniowanych jako alternatywne) surowców bezglutenowych bogatych w składniki mineralne w celu przygotowania atrakcyjnego chleba bezglutenowego z możliwie najczystsza „etykietą” produktu (tzw. ‘clean-label product’).

Na podstawie zaprezentowanych wcześniej badań, zdecydowano się wykorzystać pseudozboża charakteryzujące się wysoką zawartością składników mineralnych i korzystnym stosunkiem związków antyodżywczych: amarantus i teff, a także quinoa. W pierwszej części badań, na podstawie doniesień literaturowych oraz badań własnych, opracowano receptury produktów: komercyjnie dostępną mieszankę do wypieku chleba bezglutenowego zastąpiono częściowo mąką z opisanych wyżej alternatywnych surowców bez glutenu. Charakterystyka czterech otrzymanych chlebów obejmowała: zawartość tłuszczu, zawartość białka, wilgotność, aktywność wody, a także zawartość składników mineralnych (Ca, K, Mg, Na, Fe, Mn, Zn) oraz koszt produktu (Tabela 6).

Tabela 6. Charakterystyka chlebów bezglutenowych: kontrolnego i z dodatkiem teffu, amarantusa i quinoa

| | | KONTROLNY | TEFF | AMARANTUS | QUINOA |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Ca | [mg/100 g] | 25,7 ± 3,4 | 63,9 ± 8,4 ^a | 52,5 ± 5,6 ^a | 34,8 ± 3,3 |
| K | [mg/100 g] | 121 ± 9 | 171 ± 17 ^a | 174 ± 17 ^a | 149 ± 14 |
| Mg | [mg/100 g] | 13,6 ± 0,9 | 30,9 ± 1,0 | 29,4 ± 2,4 ^a | 23,07 ± 1,0 |
| Na | [mg/100 g] | 484 ± 47 ^a | 433 ± 46 ^a | 452 ± 21 ^a | 459 ± 22 ^a |
| Fe | [mg/100 g] | 0,58 ± 0,07 ^a | 1,04 ± 0,14 | 0,79 ± 0,07 | 0,62 ± 0,08 ^a |
| Mn | [mg/100 g] | 1,52 ± 0,03 ^a | 2,09 ± 0,05 ^b | 1,95 ± 0,12 ^b | 1,49 ± 0,04 ^a |
| Zn | [mg/100 g] | 0,48 ± 0,05 ^a | 0,65 ± 0,04 ^{b, c} | 0,73 ± 0,09 ^c | 0,60 ± 0,06 ^{a, b} |
| Koszt | [EUR/100 g] ¹ | 0,45 | 0,59 | 0,43 | 0,51 |

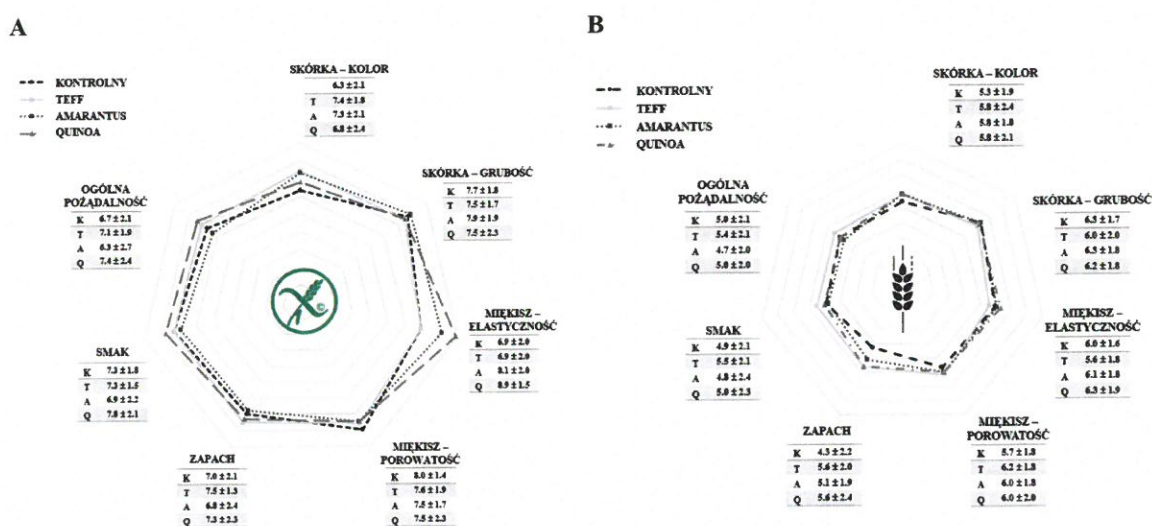
¹ dane z sierpnia 2018 roku

Średnie zawartości oznaczone tą samą literą w wierszu nie różniły się istotnie przy $\alpha=0,05$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [artykuł A4]

Chleby z dodatkiem alternatywnych surowców zawierały istotnie więcej większości analizowanych składników mineralnych (z wyjątkiem Na) niż chleb na bazie kontrolnej mieszanki do wypieku. Różnice te były szczególnie istotne w przypadku Ca, K i Mg (chleb z teffu, amarantusa i quinoa) oraz Fe, Zn i Mn (chleb z teffu i amarantusa).

W ramach pracy dokonano także oceny sensorycznej otrzymanych produktów. Badania zrealizowano we współpracy z poznańskim oddziałem Stowarzyszenia Osób z Celiakią i na Diecie bezglutenowej, z udziałem 100 dorosłych konsumentów (18-65 r.ż.). Na rysunku 4 zaprezentowano wyniki tej oceny (9-punktowa skala oceny hedonicznej) dla stosujących dietę bezglutenową (4A) oraz niewykluczających glutenu ze swojej diety (4B).



Rysunek 4. Ocena konsumencka chlebów bezglutenowych – osoby stosujące dietę bezglutenową (A) i niewykluczające glutenu (B)

Źródło: artykuł A4





Zgodnie z oczekiwaniami, w grupie osób stosujących dietę bezglutenową otrzymano istotnie wyższe oceny dla wszystkich analizowanych wyróżników jakości chleba niż w grupie osób spożywających konwencjonalne pieczywo. Przykładowo, smak i ogólna pożądalność zostały ocenione na poziomie odpowiednio 4,8–5,5 i 4,7–5,4 w przypadku osób spożywających gluten oraz 6,9–7,8 i 6,3–7,4 wśród wykluczających gluten. Na podstawie uzyskanych wyników – zawartości składników mineralnych oraz wyników analizy sensorycznej, wskazano chleby z teffu oraz quinoa jako te o najwyższej pożądalności wśród osób stosujących dietę bezglutenową.

Ostatnią pracą prezentowaną w niniejszym cyklu jest **artykuł A5** (Kowalczewski, P.K.; Gumienna, M., Rybicka, I., Górna, B., Sarbak, P., Dziedzic, K., Kmieciak, K.; 2021; Nutritional Value and Biological Activity of Gluten-Free Bread Enriched with Cricket Powder. *Molecules*,

26, 4, 1-11). Na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań wskazano, że owady jadalne (świerszcze) stanowią doskonałe źródło wielu mikro- i makroelementów (Montowska i in., 2020). Z tego powodu w pracy A5 zdecydowano się na wykorzystanie owadów jadalnych w celu podniesienia jakości pieczywa bezglutenowego. Chleby bezglutenowe zostały wzbogacone 2%, 6% i 10% dodatkiem proszku ze świerszczy domowych (*Acheta domesticus*), a następnie oceniono wartość odżywczą produktu, w tym zawartość składników mineralnych, aktywność przeciwutleniająca oraz aktywność β -glukuronidazy. W badaniach byłam odpowiedzialna za oznaczenia składników mineralnych (Ca, Mg, Na, K, Cu, Fe, Mn i Zn). W tej pracy wykorzystałam również, zwalidowaną w innych badaniach własnych, spektrofotometryczną metodę oznaczenia zawartości P (wymaganą z powodu wysokiego progu oznaczalności tego makroelementu w przypadku metod spektroskopii absorpcyjnej/emisyjnej stosowanych dla pozostałych analitów) (Gliszczyńska-Święto i Rybicka, 2021).

W Tabeli 7 zaprezentowano zdjęcia otrzymanych chlebów oraz zawartość analizowanych składników mineralnych. Ocenę profilu składników mineralnych w 100 g produktu zaprezentowano także w odniesieniu do referencyjnych wartości spożycia/wystarczającego spożycia badanych mikro- i makroelementów.

Tabela 7. Zawartość składników mineralnych w chlebie kontrolnym i chlebach z dodatkiem (2%, 6% i 10%) świerszczy domowych

| mg/100 g | NRV/AI ¹ [mg] | KONTROLNY | 2% DODATEK | 6% DODATEK | 10% DODATEK |
|----------|-----------------------------|---|---|---|---|
| | |  |  |  |  |
| Ca | 950 | 17.0 ± 1.9 ^a | 18.8 ± 2.0 ^a | 25.8 ± 1.8 ^b | 28.4 ± 2.9 ^b |
| Mg | 300 | 3.48 ± 0.28 | 4.51 ± 0.28 | 7.50 ± 0.41 | 9.53 ± 0.10 |
| K | 3500 | 31.8 ± 0.5 | 40.0 ± 1.9 | 68.0 ± 5.0 | 94 ± 2 |
| Na | 1500 | 304 ± 10 ^a | 293 ± 14 ^a | 324 ± 19 ^a | 317 ± 9 ^a |
| P | 550 | 28.8 ± 1.1 | 36.7 ± 1.3 | 49.5 ± 0.5 | 71.4 ± 3.3 |
| Cu | 10 | 0.08 ± 0.00 | 0.12 ± 0.01 | 0.18 ± 0.00 | 0.23 ± 0.02 |
| Fe | 16 | 0.24 ± 0.01 | 0.29 ± 0.01 | 0.39 ± 0.02 | 0.59 ± 0.08 |
| Mn | 3 | 0.02 ± 0.00 | 0.06 ± 0.00 | 0.13 ± 0.00 | 0.21 ± 0.01 |
| Zn | 10 | 0.40 ± 0.05 ^a | 0.48 ± 0.02 ^a | 0.85 ± 0.08 | 1.08 ± 0.07 |

¹ NRV – Nutrient Reference Value (Referencyjna Wartość Spożycia); AI – Adequate Intake (Wystarczające Spożycie)

Średnie zawartości oznaczone tą samą literą w wierszu nie różniły się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [artykuł A5]

Zawartość większości składników mineralnych (z wyjątkiem Na) wzrastała wraz z dodatkiem owadów jadalnych. Zmiany te były szczególnie istotne w przypadku P, Cu, Mn

i Zn, co wynika z dużej zawartości tych mikro- i makroelementów w świerszczach domowych (Montowska i in., 2020). Biorąc pod uwagę stopień, w jaki porcja danego chleba realizuje zapotrzebowanie na składniki mineralne należy wskazać chleb z 10% dodatkiem świerszczy domowych, który dostarczał 13% dziennego zapotrzebowania na P, 20% na Cu oraz 11% na Zn. Analiza sensoryczna otrzymanych produktów nie stanowiła celu badań prezentowanych w artykule A6, jednak inne badania otrzymanych produktów wskazały, że dodatek świerszczy do chleba bezglutenowego powoduje, że nabiera on pożądanych, typowych dla pieczywa zawierającego gluten, aromatów: ‘karmelowy’ oraz ‘orzechowy’ (Wieczorek i in. 2022).

Pomimo że w literaturze można znaleźć wiele opracowań dotyczących podniesienia jakości pieczywa bezglutenowego, obszar ten nadal należy do jednych z najważniejszych wyzwań dotyczących diety bezglutenowej, adresowanych zarówno w artykule A4, jak i A5.

4.3.5. Podsumowanie

Wyniki zaprezentowane jako niniejsze osiągnięcie naukowe pozwoliły na kompleksową charakterystykę składników mineralnych w zbożowych produktach bezglutenowych, której brakowało w literaturze naukowej. Badania przeprowadzone w ramach pierwszego celu pozwoliły wskazać produkty szczególnie zasobne w wybrane mikro- i makroelementy: Ca, Mg, Fe oraz Zn, czyli składniki najczęściej wymieniane jako deficytowe na diecie bezglutenowej. Ponadto, zaproponowano klasyfikację produktów ze znakiem przekreślonego kłosa na **tradycyjne** – charakteryzujące się niską zawartością mikro- i mikroelementów (głównie ryż, kukurydza, skrobia pszenna bezglutenowa) oraz **alternatywne** – bardziej zasobne w składniki mineralne (m.in. teff, amarantus i quinoa). Wśród tych drugich na szczególną uwagę zasługują produkty (płatki) z **teffu** oraz **amarantusa**, które, ze względu na najbardziej korzystny stosunek składników odżywczych i nieodżywczych, w największym stopniu realizują zapotrzebowanie na składniki mineralne. Te produkty wskazane są także dla osób niewykluczających glutenu ze swojego jadłospisu, gdyż są bardziej wartościowym źródłem wybranych mikro- i makroelementów niż analizowane **produkty z glutenem** (drugi cel badań). Ponadto, zaprezentowane wyniki stanowią kompleksową charakterystykę profilu składników mineralnych innych **produktów eliminacyjnych**: pieczywa bez nabiała, bez jaj oraz PKU. Na ich podstawie stwierdzono, że *i*) chleby eliminacyjne charakteryzują się niższą zawartością Fe, Ca, Mg, K i Na niż pieczywo konwencjonalne (zawierające gluten), *ii*) chleby bez glutenu, bez mleka oraz bez jaj zawierają porównywalne ilości Fe, Mg i K oraz *iii*) pieczywo niskobiałkowe (PKU) jest najmniej zasobne w składniki mineralne. Badania zaprezentowane jako niniejsze osiągnięcie naukowe pozwoliły także podnieść wartość odżywczą, w tym zawartość

składników mineralnych, w najważniejszym asortymencie żywności bezglutenowej – **pieczywie**. W prezentowanym cyklu wykorzystano w tym celu, opisywane wyżej, alternatywne surowce bezglutenowe, oraz, dopuszczone w 2021 roku do spożycia w Unii Europejskiej, **owady jadalne**, a wyniki prac stanowią odpowiedź zarówno dla konsumentów, jak i praktyków zajmujących się technologią żywności i żywienia (diet eliminacyjnych).

Uważam, że prezentowane osiągnięcie naukowe istotnie wpływa na rozwój dyscypliny *technologia żywności i żywienia*, który w przypadku prezentowanego cyklu artykułów naukowych można zdefiniować słowami kluczowymi: dieta bezglutenowa, dieta eliminacyjna i składniki mineralne. W przypadku większości prac odpowiadałam za wszystkie etapy jej powstawania: od koncepcji badań przez wykonanie oznaczeń laboratoryjnych po opracowanie manuskryptu, a dieta bezglutenowa od początku pracy naukowej stanowi najważniejszy obszar moich zainteresowań badawczych. Mam nadzieję, że naukowe upowszechnienie (cytowania) wyników zaprezentowanych w niniejszym osiągnięciu znajduje zastosowanie w codziennym życiu i pozwala, choćby w pewnym stopniu, zapobiegać niedoborom składników mineralnych wśród osób stosujących dietę bezglutenową.

Obszar naukowy, którym zamierzam zajmować się w kolejnych latach pracy naukowej to multidyscyplinarne badania dotyczące różnych diet eliminacyjnych, uwzględniające nie tylko aspekty żywieniowe (zdrowotne), ale również społeczne i środowiskowe.

Literatura:

- Alegría-Torán, A., Barberá-Sáez, R., Cilla-Tatay, A.; 2015; Bioavailability of minerals in foods. Handbook of Mineral Elements in Food, 41–67. <https://doi.org/10.1002/9781118654316.ch3>
- Allegro; 2023; <https://allegro.pl/uzytkownik/wwwdel24/artykuly-sniadaniowe-platki-261712> (dostęp 06.03.2023 r)
- Arslain, K.; Gustafson, C.R.; Baishya, P.; Rose, D.J.; 2021; Determinants of gluten-free diet adoption among individuals without celiac disease or non-celiac gluten sensitivity, *Appetite*, 156, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104958>
- Bender, D., Schönlechner, R.; 2020; Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>
- Calvani, M., Bianchi, A., Reginelli, C., Peresso, M., Testa, A.; 2019; Oral food challenge. *Medicina (Lithuania)*, 55(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/medicina55100651>
- Caruso, R., Pallone, F., Stasi, E., Romeo, S., Monteleone, G.; 2013; Appropriate nutrient supplementation in celiac disease, *Annals of Medicine*, 45, 8, 522-531. doi: 10.3109/07853890.2013.849383
- Dennis, M., Lee, A.R., McCarthy, T.; 2019; Nutritional Considerations of the Gluten-Free Diet, *Gastroenterology Clinics of North America*, 48, 1, 53-72. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2018.09.002>
- Drewnowski, A., Rehm, C.D., Martin, A.; 2015; Energy and nutrient density of foods in relation to their carbon footprint. *American Journal of Clinical Nutrition*, 101, 184–91. doi: 10.3945/ajcn.114.092486
- Gliszczyńska-Świgło, A., Rybicka, I.; 2021; Fast and sensitive method for phosphorus determination in dairy products, *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit-Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 16, 3, 213-218, DOI:10.1007/s00003-021-01329-x

- Gobbetti, M.; Pontonio, E.; Filannino, P.; Rizzello, C.G.; De Angelis, M.; Di Cagno, R.; 2018; How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. *Food Research International*, 11, 22–32, doi: 10.1016/j.foodres.2017.04.010
- Holmes, G.K.T.; 2022; Chapter 12 - Comorbidities associated with celiac disease, dermatitis herpetiformis, and nonceliac gluten sensitivity, in Editor(s): Mohammad Rostami-Nejad, *Gluten-Related Disorders*, Academic Press, 183-199, ISBN 9780128218464. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821846-4.00004-8>
- Jivraj, A., Hutchinson, J. M., Ching, E., Marwaha, A., Verdu, E. F., Armstrong, D., Pinto-Sanchez, M. I.; 2022; Micronutrient deficiencies are frequent in adult patients with and without celiac disease on a gluten-free diet, regardless of duration and adherence to the diet. *Nutrition*, 103–104, 111809. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111809>
- Kautto, E., Rydén, P. J., Ivarsson, A., Olsson, C., Norström, F., Högberg, L., Carlsson, A., Hagfors, L., Hörnell, A.; 2014; What happens to food choices when a gluten-free diet is required? A prospective longitudinal population-based study among Swedish adolescent with coeliac disease and their peers. *Journal of Nutritional Science*, 3, 1–10. <https://doi.org/10.1017/jns.2013.24>
- Kince, T., Galoburda, R., Klava, D., Tomsone, L., Senhofa, S., Straumite, E., Kerch, G., Kronberga, A., Sturite, I., Kunkulberga, D., Blija, A.; 2017; Breakfast cereals with germinated cereal flakes: changes in selected physical, microbiological, and sensory characteristics during storage. *European Food Research and Technology*, 243(9), 1497–1506. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2859-5>
- Krejpcio, Z., Suliburska, J., Hyżyk, A.K., Dyba, S., Grochowicz, A.; 2012; Ocena zawartości i potencjalnej biodostępności składników mineralnych z żywności dla diabetyków, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna – XIV*, 1105–1109.
- Kwong, E. J. L., Whiting, S., Bunge, A. C., Leven, Y., Breda, J., Rakovac, I., Cappuccio, F. P., Wickramasinghe, K.; 2022; Population level salt intake in the WHO European Region in 2022: a systematic review. *Public Health Nutrition*. <https://doi.org/10.1017/S136898002200218X>
- Conte, P., Fadda, C., Drabińska, N., Krupa-Kozak, U.; 2019; Technological and Nutritional Challenges, and Novelty in Gluten-Free Breadmaking - a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(1), pp.5-21. <https://doi.org/10.31883/pjfn-2019-0005>
- Kunachowicz, H.; 2015; *Dieta bezglutenowa – co wybrać?* PZWL, Warszawa, ISBN: 978-83-200-4965-7.
- Lee, A. R., Wolf, R. L., Lebowl, B., Ciaccio, E. J., Green, P. H. R.; 2019; Persistent economic burden of the Gluten free diet. *Nutrients*, 11(2), 1–8. <https://doi.org/10.3390/nu11020399>
- Louie, J. C. Y., Dunford, E. K., Walker, K. Z., Gill, T. P.; 2012; Nutritional quality of Australian breakfast cereals. Are they improving? *Appetite*, 59(2), 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.06.010>
- Melini, V., Melini, F.; 2019; Gluten-free diet: Gaps and needs for a healthier diet. *Nutrients*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/nu11010170>
- Mintel; 2013; Watson E. Health/weight conscious consumers are driving the gluten-free market, not celiac, says Mintel. <http://www.foodnavigator-usa.com/Markets/Health-weight-conscious-consumers-are-driving-the-gluten-free-market-not-celiacs-says-Mintel> (dostęp 03.03.2023)
- Mordorintelligence; 2021; Free-from-food-market, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/free-from-food-market> (dostęp 03.01.2023)
- Naqash, F., Gani, A., Gani, A., Masoodi, F. A.; 2017; Gluten-free baking: Combating the challenges - A review. *Trends in Food Science and Technology*, 66, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>
- Nielsen; 2016a; Share of consumers avoiding food ingredients or attributes in Europe in 2016 [Graph]. In Statista. from <https://www-1statista-1com-1s8fui2h302bb.han3.ue.poznan.pl/statistics/611803/consumers-avoiding-food-ingredients-or-attributes-in-europe/> (accessed 22.11.2022)
- Pasqualone, A., Caponio, F., Pagani, M. A., Summo, C., Paradiso, V. M.; 2019; Effect of salt reduction on quality and acceptability of durum wheat bread. *Food Chemistry*, 289, 575–581. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.098>
- Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej; 2023; <https://www.dietabezglutenowa.pl/porady/formy-pomocy> (dostęp 12.01.2023 r.)

- Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej; 2023; <https://celiakia.pl/kategoria/badania/> (dostęp: 03.01.2023)
- Ratajczak, A. E., Rychter, A. M., Zawada, A., Dobrowolska, A., Krela-Kaźmierczak, I.; 2021; Lactose intolerance in patients with inflammatory bowel diseases and dietary management in prevention of osteoporosis. *Nutrition*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111043>
- Ritchie, H., Max Roser, M.; 2022; Environmental Impacts of Food Production. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food> (dostęp 30.12.2022)
- Rodrigues, D.B., Marques, M.C., Hacke, A., Filho, P.S.L., Cazarin, C.B.B., Mariutti, L.R.B.; 2022; Trust your gut: Bioavailability and bioaccessibility of dietary compounds, *Current Research in Food Science*, 5, 228-233, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.002>
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności Tekst mający znaczenie dla EOG http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2014/828/oj (dostęp: 18.11.2022)
- Rybicka, I.; 2015; Witaminy i składniki mineralne jako wyróżniki jakości zbożowej żywności bezglutenowej, rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
- Rybicka, I.; 2015; Witaminy i składniki mineralne jako wyróżniki jakości zbożowej żywności bezglutenowej, rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
- Rybicka, I.; 2023; Comparison of elimination diets: Minerals in gluten-free, dairy-free, egg-free and low-protein breads, *Journal of Food Composition and Analysis*, 118, 105204. doi: 10.1016/j.jfca.2023.105204
- Rybicka, I., Gliszczyńska-Świgło, A.; 2017; Minerals in grain gluten-free products. The content of calcium, potassium, magnesium, sodium, copper, iron, manganese, and zinc, *Journal of Food Composition and Analysis*, 59, 61-67. doi: 10.1016/j.jfca.2017.02.006
- Rybicka, I., Gliszczyńska-Świgło, A., Krawczyk, M., Stanisław, E.; 2015; Selenium in Gluten-free Products, *Plant Foods for Human Nutrition*, 70, 2, 128-134. doi: 10.1007/s11130-015-0467-8
- Shepherd, S.J., Gibson, P.R.; 2013; Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease, *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26, 4, 349-358. doi: 10.1111/jhn.12018
- Spar; 2023; <https://e-spar.com.pl/index/asortyment?sort=relevancy.desc&query=p%C5%82atki+owsiane> (dostęp 06.03.2023 r)
- Statista; 2021a; Consumers' most important reasons for eating meat substitutes in the United States in 2021, <https://www-1statista-1com-1s8fui2wn0e2a.han3.ue.poznan.pl/statistics/1291994/consumers-most-important-reasons-for-eating-meat-substitutes-in-the-us/> (dostęp: 02.01.2023)
- Statista; 2021b; For what reason are you currently vegan?, <https://www-1statista-1com-1s8fui2wn0e2a.han3.ue.poznan.pl/statistics/1066771/main-reasons-for-being-vegan-in-the-united-kingdom/> (dostęp: 02.01.2023)
- Statista; 2022a; Gluten-free food market value worldwide 2022-2032, <https://www.statista.com/statistics/248467/global-gluten-free-food-market-size/> (accessed 21.11.2022)
- World Health Organization; 2020; Accelerating Salt Reduction in Europe. A country support package to reduce population salt intake in the WHO European Region. 60. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/457611/Accelerating-salt-reduction-in-Europe.pdf (dostęp: 20.11.2022)
- Wessels, M.M.S., Veen, I. I. Van, Vriezinga, S. L., Putter, H., Henri, E., Maria, H., Mearin, M. L.; 2016;. Complementary Serologic Investigations in Children with Celiac Disease Is Unnecessary during Follow-Up. *The Journal of Pediatrics*, 169, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.09.078>
- Wieczorek, M. N., Kowalczewski, P. Ł., Drabińska, N., Różańska, M. B., Jeleń, H. H.; 2022; Effect of Cricket Powder Incorporation on the Profile of Volatile Organic Compounds, Free Amino Acids and Sensory Properties of Gluten-Free Bread. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 72(4), 431–442. <https://doi.org/10.31883/pjfn/156404>

Zaalberg, R. M., Poulsen, N. A., Bovenhuis, H., Sehested, J., Larsen, L. B., & Buitenhuis, A. J.; 2021; Genetic analysis on infrared-predicted milk minerals for Danish dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8947–8958. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19638>

5. Pozostałe osiągnięcia naukowe

Pozostałe osiągnięcia naukowe zaprezentowano w wykazie wszystkich osiągnięć naukowych (załącznik 5). W punkcie 1 tego załącznika wskazano (chronologiczną) listę wszystkich artykułów opublikowanych (artykuły A1 – A34), natomiast poniżej omówiono wybrane osiągnięcia odnoszące się do badań innych niż zaprezentowane jako monotematyczny cykl. Wśród osiągnięć naukowych stanowiących o znacznym wkładzie w rozwój dyscypliny *technologia żywności i żywienia* chciałabym wskazać wybrane prace dotyczące oceny jakości różnych produktów spożywczych, z których większość dotyczyła oceny profilu **składników mineralnych i witamin z grupy B**. Opisywany asortyment to:

- żywność bezglutenowa (publikacje inne niż A1–A5),
- owady jadalne,
- ograniczenie spożycia soli,
- żywność pochodzenia zwierzęcego (mleko i jogurty),
- żywność pochodzenia roślinnego (nasiona roślin strączkowych, ziemniak, owoce i warzywa).

Niewątpliwie najważniejszym obszarem moich zainteresowań naukowych jest ocena jakości **żywności bezglutenowej**, w szczególności w odniesieniu do wybranych składników żywności: witamin oraz składników mineralnych. Na podstawie wyników otrzymanych w ramach pracy doktorskiej opublikowano prace dotyczące zawartości witamin z grupy B (artykuł **A24**, **A32** i **A34**) oraz składników mineralnych (**A25** i **A31**). Artykuł **A25** opisuje zawartość wybranych mikroelementów (Cu, Fe, Mn, Zn) i makroelementów (Ca, K, Mg, Na) w 50 produktach ze znakiem przekreślonego kłosa m.in. mąkach, przekąskach, makaronach i stanowi najczęściej cytowaną pracę wśród pozostałych osiągnięć naukowych dotyczących jakości diety bezglutenowej. Natomiast artykuł **A31** opisuje zawartość Se w wybranych produktach bezglutenowych opisywanych w rozprawie doktorskiej, ale jego wyniki nie zostały w niej zamieszczone. Ponadto, w ramach pracy doktorskiej, dokonano przeglądu rynku żywności bezglutenowej (**A33**) i w tym miejscu warto nadmienić, że największym rynkiem żywności eliminacyjnej na świecie była i jest Europa, natomiast polscy producenci posiadają w nim około 2–2,5% udział (Mordorintelligence, 2021; Rybicka, 2015). W ramach studiów literaturowych (prace przeglądowe) dokonałam analizy występowania niedoborów żywieniowych wśród osób stosujących dietę bezglutenową – artykuł **A27** (przed doktoratem) oraz **A24** (po doktoracie). Uważam, że pomimo iż artykuł **A24** nie został włączony do prezentowanego cyklu artykułów naukowych jest ważnym opisem żywności bezglutenowej

wpisującym się w niniejsze osiągnięcie naukowe. Stanowi przegląd zawartości składników mineralnych najczęściej opisywanych jako deficytowe na diecie bezglutenowej, tj. Ca, Fe, Mg i Zn, w setkach produktów bezglutenowych dostępnych na całym świecie. Opracowanie to stanowić miało poradnik dla osób na diecie bezglutenowej, dietetyków i producentów żywności dotyczący składników mineralnych, a jego wyniki zostały opublikowane w trybie Open Access, co czyni go chętnie cytowaną pracą opisującą żywność ze znakiem przekreślonego kłosa.

Artykuł A5, w którym podjęto próbę podniesienia jakości chleba bezglutenowego poprzez dodatek **owadów jadalnych**, stanowi efekt współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu, która została szerzej omówiona w kolejnym rozdziale niniejszego autoreferatu. To prace dotyczące kompleksowej charakterystyki mąceczek ze świerszczy (A20), których wyniki zostały wykorzystane w celu poprawy wartości odżywczej wybranych produktów spożywczych: chleba (A5) oraz ciastek (A15) (obie prace opublikowane po doktoracie).

Kolejnym istotnym obszarem moich zainteresowań naukowych są badania dotyczące poziomu spożycia Na oraz NaCl. Szacuje się, że ograniczenie spożycia soli do rekomendowanego dziennego poziomu pozwoliłoby uniknąć 40 milionów zgonów w ciągu 30 lat (WHO, 2020). Tym samym redukcja soli uważana jest za najbardziej efektywny sposób kontroli oraz profilaktyki przewlekłych chorób niezakaźnych i stanowi jeden z Celów Zrównoważonego Rozwoju (cel 3.4) (Kwong i in., 2022). Aktywność naukowa dotycząca ograniczenia spożycia soli stanowi efekt realizacji badań prowadzonych we współpracy z Uniwersytet w Porto (Portugalia), które zostały szczegółowo omówione w kolejnym rozdziale autoreferatu. W tym obszarze dotychczas opublikowano 4 artykuły naukowe (A6, A7, A8, A9) oraz 3 doniesienia konferencyjne (K8, K9, K10). Ze względu na aktualność poruszanej tematyki, w podejmowanych w przyszłości badaniach dotyczących profilu składników mineralnych zamierzam podkreślać ten istotny społecznie obszar naukowy.

Badania naukowe dotyczące jakości wybranego asortymentu **żywności pochodzenia zwierzęcego**, tj. mleka oraz jogurtów, są wynikiem aktywności zarówno przed (A28 i A30), jak i po uzyskaniu stopnia doktora (A11, A14, A26). Te pierwsze są wynikiem współpracy z Aarhus University (Dania) szczegółowo opisanej w kolejnym rozdziale referatu, natomiast badania dotyczące oceny jakości jogurtów to efekt badań własnych realizowanych w Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu (UEP). Wszystkie prace dotyczące kompleksowej charakterystyki produktów mlecznych obejmują oznaczenia witamin z grupy B (A26, A28, A30) oraz składników mineralnych (A11 i A30). Te same składniki odżywcze stanowiły przedmiot moich zainteresowań naukowych w badaniach dotyczących **żywności**

pochodzenia roślinnego realizowanych po obronie doktoratu. Stanowiły one efekt współpracy z różnymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi i dotyczyły: nasion roślin strączkowych (A10), ziemniaków (A12, A17, A19) oraz owoców i warzyw (A13, A16, A18).

Ponadto uczestniczyłam w 7 konferencjach krajowych i 18 międzynarodowych, w tym po uzyskaniu stopnia doktora – w 4 krajowych i 13 międzynarodowych. Większość prezentowanych przeze mnie referatów dotyczyła badań z zakresu oceny jakości żywności bezglutenowej (witaminy i składniki mineralne) (11 wystąpień) oraz ograniczenia spożycia soli (3 wystąpienia). Szczegółowy wykaz doniesień konferencyjnych przedstawiono w punkcie 1.3 załącznika 5.

6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej

6.1. Współpraca naukowa z ośrodkami w Polsce

W ramach krajowej współpracy z ośrodkami innymi niż Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu prowadzę badania z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu oraz współpracowałam z Politechniką Poznańską (przed uzyskaniem stopnia doktora).

W ramach współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu uczestniczę w roli wykonawcy w projekcie finansowanym w ramach konkursu LIDER Narodowego Centrum Badań i Rozwoju:

1. Projekt LIDER/27/0105/L-11/19/NCBR/2020 (kierownik projektu: Przemysław Łukasz Kowalczewski; kwota finansowania: 1,413,625 zł): „Opracowanie linii innowacyjnych pełnowartościowych zastępników produktów mięsnych na bazie surowców roślinnych z zastosowaniem dodatków funkcjonalnych”

Badania zaplanowane od stycznia 2021 do grudnia 2023 roku mają na celu stworzenie nowych, bioaktywnych produktów będących pełnowartościowymi zastępnikami produktów mięsnych. W projekcie odpowiadam za kształtowanie profilu składników mineralnych opracowywanych zamienników mięsa. Ze względu na charakter projektu, większość jego efektów zostanie opublikowana po wdrożeniu produktów. Realizacja powyższego projektu wynika z kilkuletniej współpracy z Katedrą Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu dotyczącej głównie wartości odżywczej, w tym składników mineralnych, produktów roślinnych. W ramach tej współpracy opublikowano dotychczas następujące artykuły naukowe:

1. **A5:** Kowalczewski P., Gumienna M., Rybicka I., Górna B., Sarbak P., Dziejczak K., Kmiecik D.: Nutritional Value and Biological Activity of Gluten-Free Bread Enriched with Cricket Powder, *Molecules*, 26, 4, 2021, 1184, 1-11, DOI:10.3390/molecules26041184

2. **A12:** Kowalczewski P., Olejnik A., Rybicka I., Zielińska-Dawidziak M., Białas W., Lewandowicz G.: Membrane Filtration-Assisted Enzymatic Hydrolysis Affects the Biological Activity of Potato Juice, *Molecules*, 26, 4, 2021, 852, 1-11, DOI:10.3390/molecules26040852
3. **A13:** Rybicka I., Kiewlicz J., Kowalczewski P., Gliszczyńska-Świgło A.: Selected dried fruits as a source of nutrients, *European Food Research and Technology*, 247, 10, 2021, 2409-2419, DOI:10.1007/s00217-021-03802-1
4. **A15:** Smarzyński K., Sarbak P., Kowalczewski P., Różańska M., Rybicka I., Polanowska K., Fedko M., Kmiecik D., Masewicz Ł., Lewandowicz J.: Low-Field NMR Study of Shortcake Biscuits with Cricket Powder, and Their Nutritional and Physical Characteristics, *Molecules*, 26,16, 2021, 5417, 1-18, DOI:10.3390/molecules26175417
5. **A19:** Kowalczewski P., Olejnik A., Białas W., Rybicka I., Zielińska-Dawidziak M., Siger A., Kubiak P., Lewandowicz G.: The Nutritional Value and Biological Activity of Concentrated Protein Fraction of Potato Juice, *Nutrients*, 11, 7, 2019, 1-13, DOI:10.3390/nu11071523
6. **A20:** Montowska M., Kowalczewski P., Rybicka I., Fornal E.: Nutritional Value, Protein and Peptide Composition of Edible Cricket Powders, *Food Chemistry*, 289, 2019, 130-138, DOI:10.1016/j.foodchem.2019.03.062
7. **A21:** Poliszko N., Kowalczewski P., Rybicka I., Kubiak P., Poliszko S.: The effect of pumpkin flour on quality and acoustic properties of extruded corn snacks, *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit-Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 14, 2, 2019, 121-129, DOI:10.1007/s00003-019-01216-6

W ramach współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu przygotowano także zgłoszenie patentowe:

1. Zgłoszenie patentowe, 31.08.2018, Białas, W., Kowalczewski, P., Lewandowicz, G., Siger, A., Rybicka, I., Sposób otrzymywania preparatu odżywczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.

Współpraca naukowa z Instytutem Chemii i Elektrochemii Technicznej Politechniki Poznańskiej miała miejsce podczas realizacji pracy doktorskiej i wynikała z pomysłu oceny zawartości Se w asortymencie zbożowych produktów bezglutenowych (ówczesny brak danych literaturowych w tym zakresie). Ze względu iż oznaczenia zawartości selenu wymagają zastosowania spektroskopii absorpcyjnej z atomizacją w piecu grafitowym (GF-AAS), w tamtym czasie nie miałam możliwości samodzielnego przeprowadzenia powyższych badań w UEP. Efektem współpracy z dr hab. inż. Magdaleną Krawczyk-Coda oraz dr hab. inż. Ewą Stanisł jest artykuł naukowy (wyniki nie zostały zaprezentowane w rozprawie doktorskiej):

1. **A31:** Rybicka I., Gliszczyńska-Świgło A., Krawczyk M., Stanisł E.: Selenium in Gluten-free Products, *Plant Foods for Human Nutrition*, 70, 2, 2015,128-134, DOI:10.1007/s11130-015-0467-8

6.2. Współpraca naukowa z ośrodkami zagranicznymi

Aktywność naukowa z ośrodkami zagranicznymi jest efektem krótko- i długookresowych wyjazdów realizowanych przeze mnie zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora.

Od 11.01. do 31.12.2021 roku otrzymywałam stypendium naukowe w programie EU-FORA (The European Food Risk Assessment Fellowship Programme) organizowanym przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (ang. EFSA – the European Food Safety Authority). Stypendium składało się z zasadniczego projektu badawczego (“Benefit and risk assessment of replacing sodium chloride by other salts or the application of new strategies in industrial seafood products”) realizowanego od 11.01 do 31.12.2021 w Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, University of Porto, Portugalia (opiekun: Maria Leonor Nunes) oraz czterech modułów treningowych organizowanych przez EFSA oraz ośrodki naukowe we Włoszech (EFSA, Parma), Austrii (The Austrian Agency for Health and Food Safety, Wiedeń), Niemczech (The German Federal Institute for Risk Assessment, Berlin) oraz Grecji (Hellenic Food Authority, Ateny). Stypendium pozwoliło mi zdobyć cenne doświadczenie uczestniczenia w interdyscyplinarnych projektach finansowanych w ramach funduszy unijnych (Horyzont 2020/Horyzont Europa) oraz odbyć szkolenia z zakresu bezpieczeństwa żywności organizowane przez wiodące europejskie instytucje naukowe. Efektem tej współpracy są także cztery artykuły naukowe oraz trzy doniesienia konferencyjne, a kolejne są w trakcie opracowywania:

- 1 **A6:** Rybicka I., Silva M., Gonçalves A., Oliveira H., Lourenço H., Marques A., Fraqueza M., Serrano M., Nunes M.: Development and quality assessment of smoked rainbow trout with reduced sodium content, *International Journal of Food Science and Technology*, w procesie publikacyjnym
- 2 **A7:** Rybicka I., Nunes M.: Benefit and risk assessment of replacing of sodium chloride by other salt/substances in industrial seafood products, *EFSA Journal*, 20, S1, 2022, e200420, 1-11, DOI:10.2903/j.efsa.2022.e200420
- 3 **A8:** Rybicka I., Gonçalves A., Oliveira H., Marques A., Nunes M.: Salt reduction in seafood – A review, *Food Control*, 135, 2022, 1-16, DOI:10.1016/j.foodcont.2022.108809
- 4 **A9:** Rybicka I., Silva M., Gonçalves A., Oliveira H., Marques A., Fernandes M., Fernandes M., Alfaia C., Fraqueza M., Nunes M.: The Development of Smoked Mackerel with Reduced Sodium Content, *Foods*, 11, 3, 2022, 349, 1-13, DOI:10.3390/foods11030349
- 5 **K8:** Rybicka I., Silva M., Gonçalves A., Oliveira H., Fraqueza M., Marques A., Nunes M.: Development of safe, nutritious and attractive smoked trout with reduced salt content, 2022, ONE – Health, Environment, Society – Conference, Bruksela, Belgia (21-24.06.2022)
- 6 **K9:** Rybicka I., Marques A., Gonçalves A., Oliveira H., Nunes M.: European strategies for salt reduction in food, *Book of Abstracts / Juś Krzysztof, Gwiazdowska Daniela (red.)*, 2021, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, ISBN 978-83-960669-0-9, s. 64-64, 1st ICQMSc 2021: International Conference on Quality and Management Sciences, Poznań (13-15.09.2021)
- 7 **K10:** Rybicka I., Silva M., Gonçalves A., Oliveira H., Marques A., Nunes M.: Salt reduction strategies in processed seafood, 2021, 35th EFFoST International Conference Healthy Individuals, Resilient Communities, and Global Food Security, Lozanna, Szwajcaria (1-4.11.2021)

Ponadto, w latach 2019 oraz 2020 zrealizowałam dwa krótkookresowe wyjazdy naukowe. W konkursie umów bilateralnych organizowanym przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej, otrzymałam finansowanie miesięcznego pobytu w Faculty of Chemistry, Belarusian State University (Mińsk, Białoruś) (opiekun: Tatsiana Savitskay). Ze względu na początek pandemii COVID-19 w marcu 2020 r. w tej części Europy, zakładany pobyt został skrócony, a zaplanowane badania laboratoryjne nie doszły do skutku. Efektem tej współpracy jest jedno doniesienie konferencyjne:

1. **K12:** Savitskaya T., Kimlenko I., Makarevich S., Tsygankova N., Grinshpan D., Tran D., Fam T., Rybicka I.: Krahmaly razlichnogo proishozhdeniâ kak osnova biorazlagaemoj upakovki dlâ piševykh produktov, W: Women scientists of Belarus and Poland: materials of the international scientific-practical conference, Minsk, 26 march 2020 / Kozakova Irina, Olyunina Irina Vladimirovna (red.), 2020, Belarusian State University, 229-234

Celem drugiego krótkookresowego (03-09.11.2019 r.) stypendium odbytego w ramach programu Erasmus+ (cel szkoleniowy) było tzw. 'job shadowing' Antonella Pasqualone (Web of Science: 177 publikacji, indeks Hircha: 36), Department of Soil, Plant and Food Science, University of Bari "Aldo Moro" (Bari, Włochy). Efektem tej współpracy jest poniższa publikacja naukowa, a kolejne są w trakcie opracowywania:

1. **A10:** Costantini M., Summo C., Centrone M., Rybicka I., D'agostino M., Annicchiarico P., Caponio F., Pavan S., Tamma G., Pasqualone A.: Macro- and Micro-Nutrient Composition and Antioxidant Activity of Chickpea and Pea Accessions, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 71, 2, 2021, 177-185, DOI:10.31883/pjfn/135813

Natomiast w trakcie studiów doktoranckich nawiązałam współpracę z Department of Food Science, Aarhus University, w ramach której odbyłam 3-miesięczny staż naukowy (08.03-17.06.2013 r., opiekunowie: Nina Aagaard Pulsen oraz Lotte Bach Larsen). Badania realizowane w duńskim ośrodku dotyczyły oznaczeń witamin z grupy B w mleku krowim. Stypendium było połączeniem pracy laboratoryjnej, jak i naukowej, tj. w pierwszej części pobytu wykonywałam oznaczenia laboratoryjne witaminy B₂ (metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej) oraz witaminy B₁₂ (metodą immunochemiczną) w ponad tysiącu próbek mleka krowiego, a następnie opracowywałam uzyskane wyniki i współprzygotowywałam publikacje naukowe. Współpraca z Aarhus University zaowocowała publikacją trzech artykułów naukowych oraz jednego doniesienia konferencyjnego:

1. **A26:** Larsen M., Vogdanou S., Hellwing A., Rybicka I., Riis Weisbjerg M.: Effect of spring versus autumn grass/clover silage and rapeseed supplementation on milk production, composition and quality in Jersey cows, Journal of Dairy Research, vol. 83, 2016, s. 430-437, DOI:10.1017/S0022029916000595

2. **A28:** Aagaard Poulsen N., Rybicka I., Larsen L., Buitenhuis A., Larsen M.: Genetic variation of riboflavin content in bovine milk, *Journal of Dairy Science*, nr 98, 2015, s. 3496-3501, DOI:10.3168/jds.2014-8829
3. **A30:** Poulsen N., Rybicka I., Poulsen H., Larsen L., Andersen K., Larsen M.: Seasonal variation in content of riboflavin and major minerals in bulk milk from three Danish dairies, *International Dairy Journal*, vol. 42, 2015, s. 6-11, DOI:10.1016/j.idairyj.2014.10.010
4. **K18:** Poulsen, N.A., Rybicka I., Buitenhuis, A.J., Larsen, L.B., Larsen, M.K., Natural variation of riboflavin content in bovine milk. 10th International Symposium for Milk Genomics and Human Health, Davis, California, X 2013.

Powyższe doświadczenie uważam za jedno z bardziej istotnych w moim rozwoju naukowym, przede wszystkim ze względu na możliwość rozwoju umiejętności samodzielnego planowania i realizacji badań naukowych.

Kopie dokumentów poświadczających odbycie powyższych staży naukowych zawarto w załączniku 6, zgodnie z opisem przedstawionym w wykazie wszystkich aktywności naukowych (załącznik 5).

7. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

7.1. Osiągnięcia dydaktyczne

Do tej pory prowadziłam zajęcia (ćwiczenia i wykłady) na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach: *Jakość i rozwój produktu* (wcześniej *Towaroznawstwo*) *Zarządzanie i inżynieria produkcji* oraz *Product and Process Management* realizowanych dla studentów Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Na stanowisku adiunkta UEP moje obciążenie dydaktyczne w poprzednich latach akademickich wynosiło: 2016/2017: 211 h (pensum 210 h), 2017/2018: 262 h (pensum 240 h), 2018/2019: 274 h (pensum 240 h), 2019/2020: 280 h (pensum 240 h), 2020/2021: 88 h (urlup naukowy w semestrze letnim), 2021/2022: 171 h (urlup naukowy w semestrze zimowym).

Na studiach pierwszego stopnia realizowałam ćwiczenia laboratoryjne (obowiązkowe): *Metody fizykochemiczne w towaroznawstwie*, *Analiza instrumentalna*, *Instrumentalne metody kontroli procesu produkcyjnego* oraz wykłady (fakultatywne): *Żywność człowieka i Zalecenia żywieniowe w profilaktyce zdrowotnej*. Na studiach drugiego stopnia prowadziłam ćwiczenia laboratoryjne (obowiązkowe): *Instrumentalne metody oceny produktów*, *Metody instrumentalne w ocenie jakości wyrobów* oraz wykłady (fakultatywne): *Żywność i żywienie w dietach eliminacyjnych*. W latach 2016/2017 i 2019/2020 pełniłam funkcję opiekuna roku na studiach pierwszego stopnia na kierunku *Jakość i rozwój produktu* (wcześniej *Towaroznawstwo*) oraz (corocznie) koordynatora ćwiczeń *Analiza instrumentalna* lub *Instrumentalne metody oceny produktów*. Prowadziłam także zajęcia w języku angielskim: ćwiczenia (obowiązkowe) *Instrumental methods of production process control* dla studentów studiów drugiego stopnia na kierunku *Product & Process Management*. Ponadto, jestem współautorką rozdziału w materiałach dydaktycznych (monografii) pt. „Product design and management” (opis w załączniku 5) przeznaczonej dla studentów wyżej wymienionego kierunku. W ramach wszystkich realizowanych przedmiotów otrzymywałam bardzo dobre oceny w ankietach studenckich (oceny powyżej 4.5 w 5-punktowej skali).

W latach 2016/2017 do 2018/2019 byłam wykonawcą w projekcie dydaktycznym pt. "Menedżer ds. zarządzania i zapewniania jakości oraz bezpieczeństwa produktów" adresowanym do studentów studiów pierwszego i drugiego stopnia finansowanym przez Europejski Fundusz Społeczny w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020. W ramach tego projektu kilkakrotnie prowadziłam warsztaty pt. „Zasady pobierania i przygotowywania próbek do badań” (łącznie 20 h) oraz „Optymalizacja warunków

rozdziálu składników mieszaniny metodą wysokosprawną lub ultrasprawną chromatografią cieczową” (łącznie 20 h). Byłam także opiekunem dziewięciu naukowych projektów zrealizowanych przez studentów we współpracy z praktyką gospodarczą (projekty dotyczyły m.in. opracowania produktów bezglutenowych dla firmy Grano) (łącznie 240 h).

W swojej dotychczasowej pracy dydaktycznej byłam promotorem pięciu prac inżynierskich (zgodnie z wytycznymi UEP promotorem prac magisterskich może być pracownik posiadający stopień naukowy doktora habilitowanego, natomiast promotorem prac inżynierskich na Wydziale Towaroznawstwa (obecnie w Instytucie Nauk o Jakości) można było zostać po upływie pięciu lat od otrzymania stopnia doktora). Ponadto, pomagałam w realizacji 15 prac inżynierskich i magisterskich realizowanych w laboratoriach Katedry Technologii i Analizy Instrumentalnej UEP: 2015/2016 (2 prace), 2016/2017 (3 prace), 2017/2018 (3 prace), 2018/2019 (3 prace), 2019/2020 (3 prace) oraz 2021/2022 (1 praca). Pełniłam także funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim dr Julii Szutowskiej; obrona rozprawy doktorskiej pt. „Projektowanie innowacyjnego produktu na przykładzie fermentowanego soku z jarmużu” odbyła się w listopadzie 2022 roku. Efektem prac zrealizowanych w ramach powyższej pracy doktorskiej są również dwa artykuły naukowe:

1. **A16:** Szutowska J., Gwiazdowska D., Rybicka I., Pawlak-Lemańska K., Biegańska-Marecik R., Gliszczyńska-Świągło A.: Controlled fermentation of curly kale juice with the use of autochthonous starter cultures, *Food Research International*, 149, 2021, 110674, 1-14, DOI:10.1016/j.foodres.2021.110674
2. **A18:** Szutowska J., Rybicka I., Pawlak-Lemańska K., Gwiazdowska D.: Spontaneously fermented curly kale juice: Microbiological quality, nutritional composition, antioxidant, and antimicrobial properties, *Journal of Food Science*, 85, 4, 2020, 1248-1255, DOI:10.1111/1750-3841.15080

Ponadto, od początku zatrudnienia prowadzę zajęcia dydaktyczne w ramach tzw. klas akademickich realizowanych w Instytucie Nauk o Jakości (dawniej: Wydział Towaroznawstwa) dla uczniów wybranych liceów ogólnokształcących z Wielkopolski: 2016/2017 (45 h), 2017/2018 (45 h), 2018/2019 (31 h), 2019/2020 (25 h), 2021/2022 (16 h).

7.2. Osiągnięcia organizacyjne

W mojej ocenie najważniejszymi pracami organizacyjnymi są prace w zespołach: opracowującym Strategię UEP na lata 2021-2024 oraz przygotowującym Uczelnię do procesów akredytacyjnych, w które jestem zaangażowana jest od początku 2020 roku. W ramach prac kilkunastoosobowego zespołu ds. strategii UEP uczestniczyłam we wszystkich etapach definiowania polityki rozwoju Uczelni na lata 2021-2024, tj. współtworzyłam wizję, misję, cele strategiczne i działania wspierające. Znaczna część tej pracy dotyczyła analizy rozwoju naukowego Uczelni w następnych latach, a obecnie obejmuje cykliczne prace nad aktualizacją

Strategii. Jestem też członkiem zespołu przygotowującego UEP do otrzymania międzynarodowych akredytacji biznesowych: EQUIS (European Quality Improvement System) oraz AACSB (Association to Advance Collegiate Schools of Business). W zespole tym odpowiadam za opracowania dotyczące osiągnięć naukowych pracowników Uczelni i jestem współautorką m.in. Initial Self-Evaluation Report oraz raportów podsumowujących kolejne lata sprawozdawcze.

Pozostałe aktywności organizacyjne obejmują sprawowanie funkcji:

- przewodniczącej Rektorskiej Podkomisji ds. Turystyki i Wczasów (2017-2020),
- członka Komisji ds. Strategii Wydziału Towaroznawstwa UEP (2017-2020),
- członka Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Towaroznawstwa (2017/2018, 2019-2020),
- członka zespołu przygotowującego raport samooceny kierunku *towaroznawstwo* (w ramach oceny programowej Polskiej Komisji Akredytacyjnej) PKA (2020/2021).

Ponadto, ważnym obszarem moich prac organizacyjnych była funkcja Koordynatora ds. klas akademickich realizowanych na Wydziale Towaroznawstwa pełniona przeze mnie od 2015/2016 do 2020/2021 roku. Obejmowała ona: kontakt z dyrekcjami wybranych liceów ogólnokształcących, opracowywanie harmonogramu zajęć oraz bezpośrednią koordynację przyjazdów uczniów do siedziby UEP.

W latach 2016-2020 aktywnie uczestniczyłam w pracach komitetu organizacyjnego konferencji Dni Młodych Towaroznawców (obecnie Dni Młodych Liderów Jakości) organizowanej corocznie w UEP odpowiadając m.in. za redakcję monografii naukowych 'Młodzi Towaroznawcy' oraz 'Młodzi Liderzy Jakości' (2016, 2017, 2018, 2019, 2020) oraz będąc współprzewodniczącą wydarzenia (2018, 2019, 2020).

Wśród najważniejszych aktywności organizacyjnych zrealizowanych przed uzyskaniem stopnia doktora było pełnienie funkcji członka: Rady Doktorantów UEP (2013-2015), Rady Wydziału Towaroznawstwa (2014-2015), Komitetu Organizacyjnego Dni Młodych Towaroznawców (2012-2015) oraz Sesji Sprawozdawczej Doktorantów UEP (2014).

7.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę

Do osiągnięć popularyzujących naukę zaliczam poniższe aktywności:

- uczestnictwo w Nocy Naukowców (2018, 2019); opracowanie oraz prowadzenie warsztatów pt. „Czy wiesz jak dobrze jesz? Warsztaty z dietetykiem” adresowanych do młodzieży oraz dorosłych;
- uczestnictwo w XIX Festiwalu Nauki i Sztuki (18-20.04.2017 r., Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu); współopracowanie oraz współprowadzenie warsztatów pt. „Dieta bezglutenowa - co wybrać?” dotyczących asortymentu oraz dostępności produktów bezglutenowych. Warsztaty adresowane były do odbiorców w każdym wieku;
- współorganizację spotkania dla osób stosujących dietę bezglutenową zorganizowanego wraz z poznańskim oddziałem Stowarzyszenia Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej (28.03.2017 r.). Spotkanie dotyczyło zasad komponowania zbilansowanej diety bezglutenowej i skierowane było do odbiorców w każdym wieku;
- promocję studenckiej konferencji Dni Młodych Towaroznawców. Wydarzenie to ma celu integrację studentów kształcących się na kierunkach z zakresu jakości w Polsce. W wydarzeniu corocznie uczestniczy kilkudziesięciu studentów z całej Polski. W ramach działań promocyjnych, wielokrotnie przygotowywałam opracowania prasowe na temat wydarzenia oraz miałam wystąpienie radiowe promujące organizowane wydarzenie;
- prowadzenie zajęć dla uczestników Uniwersytetu III Wieku Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu (2019/2020); opracowanie oraz realizacja warsztatów dla osób starszych „Akademia Zdrowego Żywienia” (32 h) realizowanych w ramach projektu pt. „Podniesienie kompetencji seniorów w ramach Uniwersytetu Trzeciego Wieku UEP” (projekt nr POWR.03.01.00-00-T208/18 finansowany w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020).

8. Pozostałe informacje

W mojej opinii, cennym doświadczeniem jest funkcja **Eksperta Komisji Europejskiej**, którą pełnię od 2017 roku. Instytucje Unii Europejskiej, w tym Komisja Europejska, wyznaczają ekspertów zewnętrznych do pomocy w ocenie projektów oraz wniosków o dofinansowanie w zdefiniowanych konkursach. Do tej pory uczestniczyłam w pracach Komisji Europejskiej jako tzw. *Expert* (oceniając wnioski w trzech konkursach organizowanych w ramach Horyzont 2020 w 2017 oraz 2021 roku) oraz *Monitornig Expert* (oceniając realizację dwóch grantów finansowanych w ramach Horyzont 2020, aktywność od 2020 roku). Oceniane konkursy

dotyczyły m.in. środków słodzących, spersonalizowanego odżywiania oraz zbilansowanej diety w kontekście *European Green Deal*.

W 2017 roku otrzymałam finansowanie w konkursie **MINIATURA** organizowanym przez Narodowe Centrum Nauki. W pierwszej edycji konkursu (MINIATURA 1) opracowałam oraz złożyłam wnioszek o finansowanie zadania badawczego pt. „Czy diety eliminacyjne są bezpieczne? Porównanie zawartości wybranych metali ciężkich w pieczywie tradycyjnym, bezglutenowym, bezmlecznym, bezjajecznym i niskobiałkowym” na łączną kwotę 49 995 zł (nr projektu: 2017/01/X/NZ9/00669). Zadanie badawcze dotyczyło wstępnych oznaczeń laboratoryjnych zawartości metali ciężkich w różnych rodzajach pieczywa (chleba) eliminacyjnego. Efektem zrealizowanego zadania są dwie publikacje naukowe:

1. **A3**.
2. **A23: Rybicka I.:** The Handbook of Minerals on a Gluten-Free Diet, *Nutrients*, 10, 11, 2018, 1-8, DOI:10.3390/nu10111683

Otrzymałam także finansowanie tzw. krótkiej formy kształcenia kadry akademickiej w konkursie PROM organizowanym przez **Narodową Agencję Wymiany Akademickiej** w 2018 roku. Konkurs pozwolił mi wziąć udział w letniej szkole „Scientific basis for Food Based Dietary Guidelines – new challenges” organizowanej przez Federation of European Nutrition Societies w Belgradzie (Serbia) w dn. 19-23.08.2019 roku.

Wśród otrzymanych nagród chciałabym wymienić **nagrody** otrzymane za rozprawę doktorską: wyróżnienie rozprawy doktorskiej przez jej recenzentów (uchwała Rady Wydziału Towaroznawstwa UEP z dn. 24 września 2015 r.) oraz nagrodę w XI konkursie Fundacji Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu na najlepszą pracę doktorską obronioną w 2014/2015 roku. W ubiegłych latach otrzymałam także Nagrody Rektora UEP za osiągnięcia naukowe (m.in. za publikację artykułów naukowych w wysokopunktowanych czasopismach naukowych w latach 2016, 2018, 2019, 2021), organizacyjne (m.in. za pracę w zespołach ds. akredytacji międzynarodowych oraz strategii UEP w 2020 roku) oraz wizerunkowe (m.in. za pełnienie funkcji Eksperta Komisji Europejskiej w 2017 roku).

Ponadto, nieustannie staram się poszerzać swoje kompetencje zawodowe. Każdego roku uczestniczę w różnych **szkoleniach naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych**. Szczegółowy opis wszystkich osiągnięć przedstawiono w załączniku 5. Zawiera on spis całego dorobku naukowego uwzględniającego publikacje naukowe, udział w konferencjach naukowych, otrzymane nagrody, odbyte staże i szkolenia, wykonane recenzje artykułów naukowych oraz opis działalności organizacyjnej. Poniżej zestawiono dane bibliometryczne dla całego dorobku naukowego (uzyskane w dniu 10.03.2023 roku).

Liczba publikacji naukowych przed i po doktoracie – artykuły A1-A34

| | PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA | PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA | ŁĄCZNIE |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---------|
| Artykuły (JCR) | 4 | 26 | 30 |
| Pozostałe artykuły | 3 | 1 | 4 |
| Materiały konferencyjne (po angielsku) | 5 | 13 | 18 |
| Materiały konferencyjne (po polsku) | 3 | 4 | 7 |
| Impact Factor ¹ (suma) | 8,789 | 85,687 | 94,976 |
| Punkty MEiN ¹ (suma) | 179 | 2354 | 2533 |

¹ w roku opublikowania pracy

Liczba cytowań oraz indeks Hirscha – cały dorobek naukowy

| | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Cytowania Web of Science = 425 | Bez autocytowań Web of Science = 390 | Indeks h Web of Science = 12 |
| Cytowania Scopus = 462 | Bez autocytowań Scopus = 397 | Indeks h Scopus = 12 |
| Cytowania Google Scholar = 701 | Bez autocytowań Google Scholar = b/d | Indeks h Google Scholar = 15 |

Iga Rybicka

Poznań, 15.03.2023 r.