

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk o Żywności

Katedra Technologii Żywności

Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak

Autoreferat

z opisem osiągnięć naukowych związanych z postępowaniem habilitacyjnym

Załącznik 2

Warszawa 2019

1. Dane personalne

Imię i Nazwisko: Katarzyna Marciniak-Łukasiak

Miejsce pracy: Szkołą Główna Gospodarstw Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk o Żywności

Katedra Technologii Żywności, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych

ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

17.12.2004 stopień doktora inżyniera nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Tytuł pracy doktorskiej " Badanie wpływu dodatku kwasów tłuszczowych n-3 na zmiany oksydacyjne i sensoryczne wybranych produktów spożywczych" realizowana w Katedrze Technologii Żywności, pod kierunkiem Prof. dr. hab. Krzysztofa Krygiera.

4.07.2000 stopień magistra inżyniera nauk rolniczych w zakresie żywienia człowieka, Wydział Technologii Żywności (obecnie Wydział Nauk o Żywności), Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Tytuł pracy magisterskiej „Próby technologiczne wykorzystania wybranych hydrokoloidów i preparatów błonnika do otrzymywania koncentratów chleba bezglutenowego” realizowana w Katedrze Technologii Żywności, pod kierunkiem dr hab. Elżbiety Dłużewskiej

Studia podyplomowe:

z zakresu: Ochrona Własności Intelektualnej, Uniwersytet Warszawski, Wydział Prawa i Administracji. 2015

w zakresie: Integracja Europejska w zakresie Gospodarki Żywnościowej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk Ekonomicznych, 2003

w zakresie: Studia Doskonalenia Pedagogicznego, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk Humanistycznych. 2000

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

Asystent: od 13.11.2000 do 16.12.2004, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydział Technologii Żywności (obecnie Wydział Nauk o Żywności), Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Doktorantka: od 1.10.2000 do 17.12.2004, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydział Technologii Żywności

(obecnie Wydział Nauk o Żywności), Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Asystent z DR: od 17.12.2004 do 29.12.2006, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydział Technologii Żywności (obecnie Wydział Nauk o Żywności), Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Adiunkt: od 30.12.2006 do obecnie Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Urlop macierzyński I - od 20.04.2005 do 09.08.2005 (16 tygodni)

Urlop macierzyński II - od 20.02.2009 do 09.07.2009 (20 tygodni)

4. Osiągnięcie naukowe

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym zgodnie z art. 16 ust. 2 z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest powiązany tematycznie cykl publikacji naukowych pt.:

Analiza wpływu reformulacji składu recepturowego i parametrów procesu smażenia na zawartości tłuszczu w makaronie instant

4.2. Publikacje prezentujące wyniki badań stanowiące osiągnięcie habilitacyjne

H1. Marciniak-Łukasiak K., Ciszek G. 2011. Wpływ wybranych czynników na jakość makaronów instant. *Przemysł Spożywczy*, 65 (11), 44-46. (pkt MNiSW 6)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji otrzymanych wyników badań i przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 90 %.

H2. Marciniak-Łukasiak K., Żbikowska A. 2013. Jakość smażonych makaronów instant w zależności od warunków procesu smażenia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (88), 151-163. (IF=0,190, IF_{5-Year}=0,295, pkt MNiSW 15).

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji

otrzymanych wyników badań, przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 80 %.

H3. Marciniak-Łukasiak K., Żbikowska A., Marcinkowska M. M. 2012. Wpływ dodatku skrobi na jakość smażonych makaronów instant. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2, 25-29. (pkt MNiSW 5)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji otrzymanych wyników badań, przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wnosi 70 %.

H4. Rękas A., Marciniak-Łukasiak K. 2015. A multivariate study of the correlation between addition of maltodextrin, MCG, HPMC and psyllium on the quality of instant fried noodles. *LWT - Food Science and Technology*, 62, 689-696. (IF=2,468, IF_{5-Year}=3,455, pkt MNiSW 35)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji otrzymanych wyników badań, przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 60 %.

H5. Marciniak-Lukasiak K., Zbikowska A., Marzec A., Kozłowska M. 2019: The effect of selected additives on the oil uptake and quality parameters of instant fried noodles. *Applied Sciences*. 9(5), 936. (IF_{5-Year} = 1.855*, pkt MNiSW 25) *IF za 2019 rok nie został obliczony, w związku z tym podany został 5-letni IF.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji otrzymanych wyników badań, przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 75 %.

H6. Marciniak-Łukasiak K., Żbikowska A., Kowalska M., Mosór E., Perczyńska A. 2015. Wpływ dodatku emulgatora i błonnika pokarmowego na wybrane parametry jakościowe smażonego makaronu instant. *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*/pod red. nauk. Karoliny M. Wójciak i Zbigniewa J. Dolatowskiego.-Kraków : Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, S. 189-202. (pkt MNiSW 4)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji

otrzymanych wyników badań, przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 75 %.

H7. Perczyńska A., **Marciniak-Łukasiak K.** 2016. Wpływ dodatku β -glukanu na jakość smażonych makaronów instant. *BROMAT. CHEM. TOKSYKOL.* – XLIX, 2016, 3, str. 373 – 377. (pkt MNiSW 6)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji otrzymanych wyników badań, przygotowaniu wersji artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 80 %.

H8. **Marciniak-Łukasiak K.**, Żbikowska A. 2018. Wpływ dodatku białek grochu oraz transglutaminazy na obniżenie zawartości tłuszczu w smażonym makaronie instant. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 25, 4(117), 100 – 110. (pkt MNiSW 15)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań, zaplanowaniu układu badań, wykonaniu części analiz, przeprowadzeniu analizy statystycznej, interpretacji otrzymanych wyników badań, przygotowaniu artykułu. Jestem autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy wynosi 80 %.

Sumaryczny IF prac stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wynosi **4,513** według roku opublikowania (**IF_{5-year}= 5,605**), suma punktów według punktacji MNiSW, obliczonej według roku wydania publikacji, wynosi **111**. We wszystkich pracach jestem autorem korespondencyjnym. Kopie prac wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe wraz z oświadczeniami współautorów określających ich wkład w powstanie każdej publikacji stanowią Załącznik 5.

4.3. Omówienie celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Wprowadzenie

Makarony, obok pieczywa i kasz, są jednym z podstawowych produktów zbożowych, a dla mieszkańców Azji są jednym z zasadniczych składników ich codziennej diety. Obecne są w niej od wieków pełniąc często rolę substytutu kasz, ryżu, czy ziemniaków.

Ze względu na wzrost tempa życia, współczesny konsument skłania się ku produktom wysokoprzetworzonym, które są łatwe i szybkie w przygotowaniu. Do takich wyrobów zaliczane są dania obiadowe, których podstawowym składnikiem jest makaron instant,

obecny w większości dań obiadowych typu instant. Według World Instant Noodles Association (WINA) w roku 2017, w samych Chinach i Hong Kongu, spożycie wynosiło 38,52miliardów porcji makaronów błyskawicznych typu instant. Ich zaletą jest to, że łatwo chłoną sosy i inne dodatki przejmując od nich smak i zapach oraz pasują do różnych składników dań gotowych (Hou i Kruk 1998; Fu 2008; Zhang i Ma 2016). Polski rynek oferuje wiele makaronów błyskawicznych, ale w większości są one importowane z Tajlandii, Indonezji czy Chin. Wśród nich można znaleźć zarówno makarony niesmażone, jak i smażone, jednak to te ostatnie, ze względu na swoje walory smakowe i łatwość przygotowania, cieszą się szczególnie dużą popularnością wśród konsumentów.

Smażenie jest ważnym procesem technologicznym powszechnie stosowanym w przemyśle spożywczym i gastronomii. Smażenie w głębokim tłuszczu znacząco wpływa na jakość gotowego produktu. Charakteryzuje się on pożądanymi przez konsumentów cechami sensorycznymi, niemniej jednak taki sposób wytwarzania prowadzi do zwiększenia jego kaloryczności. Makarony instant poddawane procesowi smażenia, mogą zawierać nawet do 30 % tłuszczu, pochodzącego z medium smaźalniczego (Kubomura 1998, Perczyńska i Marciniak-Łukasiak 2016). Po umieszczeniu makaronu w gorącym tłuszczu temperatura jego powierzchni gwałtownie wzrasta. Woda na powierzchni makaronu natychmiast wchodzi w stan wrzenia, zachodzi wymiana ciepła i masy, co doprowadza do ich wysuszenia. Smażenie prowadzi również do skurczu, a następnie rozwoju porowatości i chropowatości na powierzchni produktu. Woda zawarta we wstępnie skleikowanych granulach skrobi odparowuje pod wpływem działania wysokiej temperatury stosowanej podczas procesu. Następnie przestrzenie wewnątrz makaronu, uprzednio zajmowane przez wodę, zostają częściowo wypełnione przez tłuszcz (Mellema 2003, Pedreschi i wsp. 2008). Medium smaźalnicze oraz składniki recepturowe makaronu znacząco wpływają na jego charakterystykę. Jakość medium smaźalniczego można ocenić na podstawie: barwy, smaku, zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (KT) i produktów utleniania, zmiany stopnia nienasycenia KT i punktu dymienia (Mellema 2003). Tłuszcz z medium smaźalniczego, wnikając do makaronu, w miejsce wody, podnosi jego wartość kaloryczną, a jego ubytek prowadzi do wzrostu kosztów produkcji. Ponadto skraca przydatność produktu do spożycia. Przyczyną tego jest proces degradacji tłuszczu, a zwłaszcza jego niepożądane przemiany związane z utlenianiem kwasów tłuszczowych i ich rozpad na aldehydy i ketony.

Wysoka zawartość tłuszczu w smażonym makaronie instant, stanowi problem zarówno technologiczny (Goel i wsp. 1999, Hanftwurcel 2001), jak i żywieniowy, bowiem nadmierne spożywanie lipidów może prowadzić do otyłości, a w konsekwencji do chorób sercowo-naczyniowych (Heo i wsp. 2013, Gulia i wsp. 2014). Z tego względu poszukuje się wciąż nowych sposobów ograniczających pochłanianie tłuszczu przez produkty w czasie smażenia.

Czynniki wpływające na końcową zawartość tłuszczu w wyrobie gotowym to między innymi skład produktu (zawartość białka), jego kształt, struktura powierzchni wyrobu (porowatość), czy zawartość wody (Varela i Fiszman 2011). Za główną przyczynę wchłaniania przez wyrób tłuszczu, w trakcie smażenia, uważa się ubytek wody w produkcie związany z procesem smażenia, który dodatkowo jest powiązany z tworzeniem się mikroporów na jego powierzchni (Mellema 2003). Do zmniejszonej absorpcji tłuszczu w smażonych makaronach instant przyczynić się może wzbogacenie receptury w skrobie modyfikowane, klasyfikowane jako skrobiowe zamienniki tłuszczu. Kształtują one strukturę podobnie jak tłuszcze, pełniąc jednocześnie funkcję czynników wypełniających i utrzymujących wilgoć (Wu i wsp., 2006; Huang i Lai, 2010; Choy i wsp., 2012). Inną grupą związków stosowanych w celu zmniejszenia zawartości tłuszczu, w smażonych makaronach instant, są dodatki funkcjonalne, zastępujące częściowo skrobię, obejmujące hydrokoloidy węglowodanowe (Korczak i Górecka 2001). W literaturze odnaleźć można propozycje wykorzystania alginianów, gumy guar, czy mączki chleba świętojańskiego, jako dodatków pozwalających zmniejszyć wchłanianie oleju przez smażone makarony instant, a także przyspieszyć tempo rehydratacji makaronu (Hou, 2001, Yu i Ngadi, 2004; Choy i wsp. 2012). Dodatek gumy guar lub innych hydrokoloidów sprawiał, że makarony te miały jędrniejszą teksturę, a proces ich hydratacji przebiegał łatwiej (Hou i Kruk 1998; Varela i Fiszman 2012; Arendt i Zannini 2013; Gulia i wsp. 2014) oraz powodował mniejsze wchłanianie oleju (Hou 2001; Yu i Ngadi 2004; Choy i wsp. 2012). Podejmowane były również próby ograniczenia zawartości tłuszczu w smażonych makaronach instant poprzez częściowe zastąpienie mąki pszennej błonnikiem owsianym (Reungmanee-paitoon i wsp. 2006).

Zdaniem naukowców korzystne jest produkowanie makaronu instant na bazie semoliny. W porównaniu do makaronów z mąki z pszenicy zwyczajnej, zawierają one więcej białka, dzięki czemu ciasto makaronowe ulega równomiernemu pęcznieniu, jest dobrze związane i sprężyste (Jurga 2001; Czerwińska 2010). Pęcherze powstające podczas

odparowywania wody z ciasta są mniejsze i nieliczne, co także przyczynia się do zmniejszonej absorpcji tłuszczu podczas smażenia (Mellema 2003). Ponadto zawarty w niej gluten podczas smażenia ulega denaturacji, powstają wiązania disiarczkowe odpowiadające za sieciowanie białek. Powstała sieć połączona ze skleikowaną skrobią tworzy sztywną strukturę makaronu instant (Choy i wsp. 2010).

Reformulacja składu recepturowego może obniżyć wchłaniania tłuszczu w procesie smażenia, ale także wpływa na jakość smażonych makaronów instant. Może prowadzić do zmiany, między innymi smaku, barwy, tekstury, czasu rehydratacji lub przyczynić się do ograniczenia wystąpienia, np. zjeźczonego posmaku, po dłuższym przechowywaniu produktu (Gulia i wsp. 2014).

Celem naukowym osiągnięcia, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, zgodnie w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017r. poz. 1789), było zbadanie możliwości obniżenia absorpcji tłuszczu przez makaron instant poprzez zastosowanie wybranych składników funkcjonalnych oraz różnych parametrów procesu smażenia, przy zachowaniu jakości otrzymanych produktów.

Aby zrealizować cel naukowy postawiono następujące hipotezy badawcze:

- parametry procesu smażenia oraz rodzaj medium smaźalniczego wpływają na wchłaniania tłuszczu przez makaron instant (H1 i H2),
- możliwe jest zastosowanie skrobi różnego pochodzenia (H3), błonników, pochodnych celulozy i Psyllium (H4 i H5) oraz emulgatorów (H6) w celu obniżenia zawartości tłuszczu,
- możliwe jest zastosowanie β -glukanu w produkcji makaronu instant (H7)
- możliwe jest zastosowanie preparatów białek grochu w połączeniu z transglutaminazą w celu ograniczenia absorpcji tłuszczu przez smażony makaron instant (H8).

Jednym z etapów procesu produkcji makaronów instant, poza parowaniem czy gotowaniem, jest smażenie w głębokim tłuszczu. W związku z tym zawartość tłuszczu w tych

produktach może sięgać nawet 30%, co wpływa na ich jakość i wartość energetyczną. Wysoka zawartość tłuszczu w makaronach instant może wpływać niekorzystnie na wartość żywieniową oraz ograniczać ich trwałość, zwłaszcza, że są to produkty o długim okresie przydatności do spożycia, a tłuszcz jest składnikiem labilnym [Mellema 2003]. Biorąc pod uwagę wspomniane fakty można uznać za celowe prowadzenie badań zmierzających do ograniczenia absorpcji tłuszczu przez produkt w procesie smażenia. W kręgu moich zainteresowań naukowych znalazły się makarony instant smażone w głębokim tłuszczu, które cieszą się rosnącą popularnością, również na krajowym rynku. Są one preferowane przez konsumentów głównie ze względu na walory sensoryczne i łatwość przygotowania.

W pracy **H1 i H2** podjęto próbę określenia wpływu wybranych czynników na jakość **smażonych makaronów instant**. Surowcami wykorzystanymi w produkcji makaronu instant były: kaszka makaronowa semolina, woda, sól kuchenna. Jako tłuszcz smażalniczy stosowano oleje: rzepakowy, słonecznikowy i palmowy. Smażenie prowadzono w różnych temperaturach 160 i 180°C w czasie 60 oraz 90 s. W gotowym produkcie oznaczano zawartość: wody metodą znormalizowaną, tłuszczu – metodą Soxhleta oraz parametry barwy (metodą odbiciową uzyskując wyniki w systemie $L^*a^*b^*$). Ponadto wyznaczono czas hydratacji.

Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że najmniejszą zawartością wody (3,7%) charakteryzował się makaron smażony w oleju rzepakowym w temp. 160°C w czasie 60 s, natomiast największą (4,8%) – smażony w oleju palmowym. Podobną zależność zaobserwowano w przypadku makaronów instant smażonych w temp. 180°C. Bez względu na rodzaj zastosowanego tłuszczu, makaron smażony w temp. 180°C charakteryzował się mniejszą zawartością wody, w stosunku do makaronu smażonego w temp. 160°C. Niezależnie od czasu smażenia, podwyższenie temperatury procesu powodowało obniżenie zawartości wody w gotowym produkcie. Otrzymane wielkości, dla badanych makaronów, mieściły się w zakresie dopuszczanym przez Kubomora (1998) (<5%). Najmniej tłuszczu stwierdzono w makaronie instant, który uzyskano stosując olej rzepakowy jako medium smażalnicze, zarówno w temp. 160°C (21,2%), jak i 180°C (24,1%). Największą zawartością tłuszczu charakteryzowały się makarony smażone w oleju palmowym, niezależnie od zastosowanej temperatury (**H1 i H2**).

Barwa jest bardzo ważnym czynnikiem wpływającym nie tylko na jakość produktu, ale także na jego akceptowalność przez konsumenta. Na podstawie przeprowadzonej analizy barwy stwierdzono, najwyższą wartość parametru L^* w przypadku makaronu smażonego w oleju palmowym, w temperaturze 160°C (74,4 w czasie 60 s i 74,2 w czasie 90 s), a najniższą – w przypadku makaronu smażonego w oleju słonecznikowym, w temperaturze 180°C (67,7 i 67,1 odpowiednio w czasie 60 i 90 s). Wykazano, że ze wzrostem temperatury smażenia makaron ciemnia niezależnie od zastosowanego oleju oraz czasu smażenia. Analizując wartości parametru a^* (barwa od zielonej do czerwonej) zaobserwowano, że badane makrony, w większości, charakteryzowały się większym udziałem barwy czerwonej. W przypadku parametru b^* (barwa od niebieskiej do żółtej) dla wszystkich badanych makaronów, zaobserwowano większy udział barwy żółtej (**H1**). Ponadto wykazano, że w przypadku użycia do ich smażenia oleju rzepakowego i słonecznikowego, bez względu na czas ich smażenia, czas hydratacji badanych makaronów wynosił 3 min. W przypadku zastosowania, jako medium smaźalnicze, oleju palmowego czas hydratacji uległ wydłużeniu do 4 min. Podsumowując opisane wyniki (**H1**) stwierdzono, że olej słonecznikowy i rzepakowy są lepszym medium smaźalniczym od oleju palmowego.

W kolejnej pracy **H2** ponownie **podjęto tematykę związaną z określeniem wpływu rodzaju tłuszczu i parametrów smażenia na jakość makaronów instant**. W badaniach wykorzystano jako medium smaźalnicze oleinę palmową, o zawartości β -karotenu wynoszącej 375 $\mu\text{g/g}$ oleju oraz mieszaninę oleiny palmowej i oleju rzepakowego.

Tłuszcz palmowy i jego frakcje charakteryzuje duża zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), wśród których dominuje kwas palmitynowy – C 16:0 (ok. 50%). W przypadku procesów technologicznych, duża zawartość SFA jest korzystna, głównie ze względu na ich bardzo dużą stabilność termooksydacyjną w wysokich temperaturach, co ma miejsce między innymi podczas smażenia. Z kolei ze względów żywieniowych C16:0 jest szczególnie niepożądany w diecie. Tempo degradacji medium smaźalniczego uzależnione jest nie tylko od parametrów procesu i zawartości SFA, ale także od ilości pozostałych kwasów tłuszczowych. Niekorzystnym zmianom związanym z utlenianiem najszybciej ulegają wielonienasycone kwasy tłuszczowe, których ilość w tłuszczu smaźalniczym powinna być jak najmniejsza. Dominującym składnikiem oleju rzepakowego jest monoenoowy kwas oleinowy –

C 18:1 cis (ok. 60 %), który cechuje się zdecydowanie większą odpornością na zmiany oksydacyjne niż kwasy wielonienasycone. Ze względu na dużą zawartość C18: 1 cis i najmniejszą ilość SFA (spośród popularnych tłuszczów roślinnych) olej rzepakowy jest postrzegany jako tłuszcz szczególnie korzystny żywieniowo. W omawianej pracy **H2** poddano ocenie jakość medium smaźalniczego oraz otrzymane makarony instant. W medium smaźalniczym oznaczano liczby tłuszczowe (kwasową (LK), nadtlenkową (LOO)), zawartość związków polarnych i skład kwasów tłuszczowych (KT) metodą chromatografii gazowej (GC). Natomiast w makaronie instant oznaczano zawartość wody, tłuszczu oraz parametry barwy i czas hydratacji.

Biorąc pod uwagę, że absorbowany przez produkt tłuszcz wpływa na jego jakość przeprowadzono charakterystykę medium smaźalniczego przed smażeniem. Im gorszej jakości jest tłuszcz smaźalniczy (większa zawartość produktów degradacji), tym większą zawartością charakteryzuje się smażony produkt niepożądanych związków. Zastosowane w pracy tłuszcze smaźalnicze były dobrej jakości. Charakteryzowały się niewielkimi wartościami liczb tłuszczowych (LK<0,6 mg KOH/g, LOO<10 milirównoważników O/kg) i małą zawartością związków polarnych. Według Codex Stan 210-19990 tłuszcze rafinowane powinny charakteryzować się liczbą kwasową nie większą niż 0,6 mg KOH/g, zaś liczbą nadtlenkową poniżej 10 milirównoważników O/kg. Badane próbki medium smaźalniczego były także zróżnicowane pod względem składu kwasów tłuszczowych (KT). Największą zawartością SFA charakteryzowała się oleina palmowa (ok. 50 g/100 g KT). W grupie tej na szczególną uwagę zasługuje kwas palmitynowy (dominujący składnik oleiny palmowej), gdyż podnosi on poziom cholesterolu LDL w surowicy krwi i przyczynia się do powstawania chorób układu krążenia. Zastosowane media smaźalnicze cechowały się niewielkimi zawartościami izomerów trans KT (TFA), co jest zgodne z zaleceniami zawartymi w Raport of Joint WHO/FAO. Według nich spożycie TFA należy ograniczyć tak, aby dostarczały one poniżej 1 % energii z diety.

Medium smaźalnicze, będące nośnikiem ciepła w procesie smażenia, jednocześnie staje się nowym składnikiem smażonej żywności, w której częściowo zastępuje usuniętą w wyniku parowania wodę. Kontakt z tlenem atmosferycznym, wodą oraz innymi składnikami smażonego produktu, a także wysoka temperatura procesu (najczęściej 160 - 180 °C) sprawiają, że tłuszcz smaźalniczy ulega degradacji. Dlatego powinien on charakteryzować się

wysoką odpornością na procesy oksydacyjne i zawierać m. in. niewielkie ilości wielonienasyconych KT (PUFA). W badanych próbkach stwierdzono zawartość PUFA na poziomie od 10 - 19 g/100 g KT, a monoenowe KT (MUFA) od 39 - 49,9 g/100 g KT. MUFA charakteryzuje większa odporność na procesy utleniania w wysokiej temperaturze niż PUFA. Produkty utleniania wpływają na właściwości sensoryczne tłuszczu i produktów smażonych, czyli na smak, barwę, zapach i na ich bezpieczeństwo.

Otrzymane w pracy makarony instant, niezależnie od warunków prowadzenia procesu smażenia, charakteryzowały się zawartością wody poniżej 5%, która to wartość jest maksymalną zawartością wody, świadcząca o dobrej jakości makaronu. Produkty smażone w oleinie palmowej charakteryzowały się mniejszą zawartością wody (max. 4,78 %) niż te smażone w mieszaninie oleiny palmowej i oleju rzepakowego (max. 5,03%). Badane makarony różniły się pod względem zawartości tłuszczu: od 21,65 do 28,97%. Niezależnie od rodzaju medium smażalniczego, podobnie, jak w poprzedniej pracy (**H1**), stwierdzono, że, mniej tłuszczu chłonęły makarony smażone w niższej temperaturze. Ponadto zaobserwowano, że długość procesu smażenia nie wpływała statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) na zawartość tłuszczu w otrzymanych makaronach.

Barwa jest ważnym parametrem, wyróżnikiem jakości sensorycznej produktów, wpływającym na ich akceptowalność przez konsumenta. Najjaśniejszy (największa wartość parametru L^*) okazał się makaron smażony w oleinie palmowej, w temperaturze 160 °C, niezależnie od czasu obróbki termicznej. Natomiast najmniejszą wartością L^* charakteryzował się makaron smażony w temperaturze 180 °C w mieszaninie oleiny palmowej i oleju rzepakowego. Podobnie, jak w pracy **H1**, tutaj również zaobserwowano, że wraz ze wzrostem temperatury smażenia makaron instant ciemniał, bez względu na rodzaj zastosowanego medium smażalniczego. Wszystkie badane makarony charakteryzowały się większym udziałem barwy czerwonej, i większym udziałem barwy żółtej. Również czas hydratacji badanych makaronów, podobnie jak w pracy **H1**, w większości przypadków wynosił 3 min. Jedynie w przypadku zastosowania oleiny palmowej (temperatura 180 °C, czas 60 i 90 s) czas hydratacji wydłużył się o 1 min.

Podsumowując uzyskane, w omawianej pracy (**H2**), wyniki stwierdzono, że makarony instant były zróżnicowane pod względem jakości, co świadczy o istotnym wpływie na cechy

smażonego produktu zarówno rodzaju medium smaźalniczego, jak i parametrów obróbki termicznej. Należy podkreślić, że na zróżnicowanie zawartości wody i tłuszczu w makaronie instant wpływała temperatura smażenia. Przy czym jej podwyższenie powodowało zwiększenie pochłaniania tłuszczu, a tym samym zmniejszenie zawartości wody w produkcie. Natomiast wydłużenie czasu smażenia o 50 % nie wpłynęło na zawartość wody, tłuszczu i jasność badanych makaronów. Tak więc czas smażenia nie wpłynął istotnie statystycznie na wymienione parametry jakości badanych produktów.

Istnieje związek pomiędzy zawartością białka w mące, a ilością pochłoniętego tłuszczu. Makarony wytworzone z mąki o wyższej zawartości białka absorbują mniej tłuszczu w procesie smażenia. Poza białkiem, bardzo ważnym składnikiem mąki, wpływającym na jakość makaronu instant jest skrobia. Wprowadzenie do receptury podstawowej skrobi, zaliczanej do skrobiowych zamienników tłuszczu może wpłynąć na produkt. Dodatki takie kształtują strukturę ciasta, pełniąc jednocześnie funkcję czynników wypełniających i utrzymujących wilgoć. Dodatek skrobi do produktów spożywczych powoduje zwiększenie wiązania wody, konsekwencją czego może być mniejsze wchłanianie tłuszczu. W pracy **H3** **podjęto próbę określenia wpływu dodatku skrobi ziemniaczanej, kukurydzianej, pszennej oraz maltodekstryny, na ograniczenie zawartości tłuszczu w makaronie instant, w zależności od zastosowanej mąki.** Materiał do badań stanowiły makarony instant otrzymane w warunkach laboratoryjnych z mąki *Triticum durum* i *Triticum vulgare*, z udziałem różnych skrobi. We wszystkich wariantach dodatek skrobi wynosił 5%, w stosunku do masy mąki. W otrzymanym produkcie oznaczono zawartość wody, tłuszczu oraz określono barwę. Prowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że w przypadku zastosowania w recepturze mąki z pszenicy twardej *Triticum durum* uzyskano lepsze rezultaty niż w przypadku zastosowania mąki z pszenicy zwyczajnej *Triticum vulgare*. Wprowadzenie skrobi ziemniaczanej do makaronu instant spowodowało poprawę tekstury. Otrzymane produkty były bardziej spójne. Twardość makaronów instant jest powiązana z zawartością amylozy. Można zatem przypuszczać, że dodatek skrobi ziemniaczanej o wysokiej zawartości amylozy, korzystnie wpływa na jakość tekstury produktu gotowego i może być ona stosowana w celu poprawy jakości makaronów instant. W omawianej pracy wykazano, że 5% dodatek skrobi ziemniaczanej spowodował również obniżenie zawartości tłuszczu w makaronach otrzymanych zarówno z mąki z pszenicy zwyczajnej, jak i z mąki z pszenicy twardej. Najniższą

zawartość tłuszczu (19,83 %) uzyskano stosując 5% dodatek maltodekstryny do mąki z pszenicy twardej. Zawartość wody w otrzymanych laboratoryjnie makaronach instant kształtowała się na podobnym poziomie, niezależnie od rodzaju mąki i nie przekraczała dopuszczalnych, w tym zakresie, norm. Wszystkie zastosowane w badaniach dodatki, z wyjątkiem skrobi kukurydzianej, spowodowały wzrost jasności (parametr L^*) otrzymanych makaronów instant, w porównaniu do makaronów bez dodatków. Otrzymane w pracy makarony instant porównano z handlowymi produktami i stwierdzono, że w większości przypadków zawartość tłuszczu była niższa w przypadku próbek otrzymanych laboratoryjnie. Nie stwierdzono różnic w zawartości wody, a makarony handlowe cechowała niższa wartość parametru L^* .

Kolejną grupę związków stosowanych w celu zmniejszenia zawartości tłuszczu w żywności stanowią dodatki funkcjonalne, zastępujące częściowo skrobię. Należą do nich hydrokoloidy węglowodanowe (alginiany guma guar, mączka chleba świętojańskiego), substancje o charakterze błonników pochodne celulozowe. W następujących pracach (**H4 i H5**), realizowanych w ramach moich zainteresowań naukowych, **podjęto próbę sprawdzenia wpływu pochodnych celulozy i Psyllium na jakość makaronu instant** smażonego w oleju słonecznikowym (**H4**) i rzepakowym (**H5**). Spośród pochodnych celulozy, zastosowano celulozę mikrokrystaliczną (MCG) i hydroksypropylometylocelulozę (HPMC). Ponadto w pracach podjęto próbę wzbogacenia składu makaronu instant w maltodekstrynę i Psyllium. Do receptury podstawowej w miejsce semoliny, wprowadzono maltodekstryny i Psyllium w ilości 3 i 5% oraz 0,8 i 1% MCG, a także 0,4 i 0,5% HPMC. Proces smażenia prowadzono w oleju słonecznikowym w czasie 90 sekund w temperaturze 160, 170 i 180°C. W semolinie użytej w produkcji makaronu instant oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, natomiast w medium smaźalniczym oznaczono poziom pierwotnych produktów utleniania. W makaronach instant oznaczono zawartość wody, tłuszczu, parametry barwy oraz tekstury (twardość) i czas hydratacji. Barwę zmierzono w systemie L^*a^*b (**H4**).

Makarony instant, smażone w oleju słonecznikowym, wzbogacone w dodatki funkcjonalne będące pochodnymi celulozy (HPMC i MCG) charakteryzowały się najwyższą zawartością wody, wynoszącą od 3,43 do 4,03%. Natomiast najmniejszą zawartość wody (max. 2,23%) zaobserwowano w produktach z 5% udziałem Psyllium. Zastosowane składniki wpłynęły na

zawartość tłuszczu w makaronach instant. W zależności od rodzaju wprowadzonego dodatku, wykazano zróżnicowanie w ilości tłuszczu, w przedziale od 19,78 do 30,39%. Zaobserwowano również, iż zwiększając udział dodatku w składzie produktu zwiększała się ilość tłuszczu zaabsorbowanego przez makaron podczas smażenia. Ponadto potwierdzono wcześniejsze obserwacje (**H1 iH2**) dotyczące wpływu parametrów procesu smażenia na zawartość tłuszczu w produkcie. W omawianych badaniach (**H4**) wykazano ogólną tendencję wzrostu zawartości tłuszczu w makaronie wraz z podwyższaniem temperatury smażenia. Dostępne w literaturze dane dotyczące zawartości tłuszczu w smażonych makaronach instant znacznie różnią się między sobą. Końcowa zawartość tłuszczu w smażonych makaronach błyskawicznych jest wypadkową jakości surowców stosowanych do ich wyrobu, parametrów technologicznych procesu ich wytwarzania (temperatura i czas smażenia) oraz jakości medium smażalniczego. Dlatego też, w zależności od wymienionych czynników, zawartość tłuszczu w produkcie zawierać się może w przedziale od 15% do nawet 30%. Ilość tłuszczu absorbowanego podczas smażenia, przez makarony instant, uzależniona jest od mikroporowatej struktury wyrobu oraz od ilości wody, którą produkt wchłoniął podczas procesu parowania. Na ilość pochłoniętej wody wpływ mają zastosowane dodatki. Podczas procesu smażenia woda migruje ze środka produktu ku jego powierzchni. Zajmuje ona miejsce tej, która wcześniej wyparowała z warstwy powierzchniowej. W wyniku odparowania znacznych ilości wody z wnętrza nitek makaronu wytworzona zostaje porowata struktura wyrobu (Drozdowski 2007). Woda parując, pozostawia puste przestrzenie w mikroporowatej strukturze makaronu, które w czasie smażenia wypełnia tłuszcz. Makarony, w których pęcherze powstające na powierzchni, są duże, charakteryzuje wyższa zawartość tłuszczu. Jest to spowodowane ułatwionym wnikaniem tłuszczu do wnętrza wyrobu. Z kolei małe pęcherze w znacznym stopniu ograniczają absorpcję tłuszczu i jego wnikanie.

Jednym z najistotniejszych wyznaczników jakości makaronów instant, obok barwy, jest wygląd zewnętrzny i tekstura produktu. Makarony typu instant powinny odznaczać się jednolitą barwą, brakiem przebarwień na powierzchni oraz typową jasnożółtą barwą. Najwyższy poziom jasności (L^*) odnotowano w przypadku makaronu instant z dodatkiem MCG, natomiast zastosowanie dodatku maltodekstryny i Psyllium powodowało pociemnienie barwy makaronów instant. Zaobserwowano również ogólną tendencję, iż wraz ze zwiększonym udziałem dodatku maltodekstryny i Psyllium następowało obniżenie

poziomu jasności makaronów instant. Analizując wartość parametru a^* zaobserwowano, że w przypadku makaronu instant z dodatkiem MCG i HPMC zwiększanie udziału tych dodatków w recepturze, powodowało zmniejszenie udziału barwy czerwonej. Natomiast zwiększanie ilości dodatku Psyllium i maltodekstryny w składzie skutkowało wzrostem udziału barwy czerwonej makaronu. Wartości parametru b^* wykazały, że niezależnie od ilości dodatku (w stosunku do masy semoliny), makarony instant charakteryzowały się większym udziałem barwy żółtej. Im większy procentowy udział dodatku w recepturze, tym wyższe wartości parametru b^* , w przypadku makaronów instant z dodatkiem maltodekstryny i Psyllium. Tendencji takiej nie stwierdzono w przypadku produktów z dodatkiem MCG i HPMC (**H4**).

Twardość makaronów instant w stanie suchym oznaczana na podstawie maksymalnej siły cięcia uzależniona była zarówno od rodzaju, jak i ilości wprowadzonego do składu dodatku. Największą twardością (9,6N) charakteryzował się makaron z dodatkiem maltodekstryny w ilości 5%. Z kolei w przypadku makaronów z MCG i HPMC i Psyllium wykazano niewielki wpływ wielkości dodatku na twardość gotowego wyrobu. Dodatek HPMC zwiększa twardość makaronu, podczas gdy wprowadzanie do receptury MCG nie spowodowało zauważalnego wpływu na twardość.

Czas hydratacji dla większości badanych makaronów nie przekraczał 3 minut, niezależnie od ilości i rodzaju wprowadzonego dodatku, a także temperatury smażenia. Jedynie w przypadku makaronu z dodatkiem maltodekstryny w ilości 5% zaobserwowano wydłużenie czasu hydratacji do 4 minut. Uzyskane wyniki wykazały istnienie zależności pomiędzy parametrami obróbki cieplnej a zastosowaniem HPMC i MCG, co przekładało się głównie na zawartość oleju makaronu instant. Dowiedziono zasadności stosowania pochodnych celulozy jako składników recepturowych makaronu instant w celu zmniejszenia absorpcji oleju podczas procesu smażenia i dobrej jakości makaronu instant (**H4**).

W publikacji **H5** medium smaźalnicze stanowił olej rzepakowy. W otrzymanym makaronie instant poza oznaczeniem zawartość wody, tłuszczu, parametrów barwy, przeanalizowano aktywność wody oraz teksturę w połączeniu z emisją akustyczną i gęstość. Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że zawartości wody w makaronie instant mieściła się w szerszym zakresie (2,57-3,85%), niż w przypadku kiedy medium smaźalniczym był olej słonecznikowy (**H4**). Według Kim i wsp. (2007) optymalna zawartość wody w makaronie instant powinna się zawierać w przedziale 3-4%. Najwyższą zawartością wody

charakteryzowały się makarony instant z dodatkiem HPMC i MCG (3,29-3,85%), a najmniejszą (2,57%) charakteryzowały się produkty z 5% Psyllium, smażone w 180 °C. Makarony instant wytworzone w pracy zawierały od 20,5 do 30,51% tłuszczu. Zawartość tłuszczu w makaronie uzależniona była od rodzaju dodatku i ilości dodatku oraz temperatury smażenia. Najmniejsze zawartości tłuszczu uzyskano stosując dodatek HPMC i MCG, natomiast najwięcej tłuszczu zaobserwowano w przypadku zastosowania dodatku Psyllium. Podobne zależności uzyskano w pracy **H4** stosując jako medium smażalnicze olej słonecznikowy.

Kolejnym oznaczonym parametrem była barwa. Według Park i Baik (2004) parametry barwy makaronów instant zależą między innymi od rodzaju zastosowanych surowców. Niskie wartości parametru L^* , oznaczającego ciemniejszą barwę, są głównie związane z reakcjami nieenzymatycznego brązowienia (Dueik i wsp. 2010). Makaron wytworzony z mąki z pszenicy twardej jest na ogół jaśniejszy ($L^* > 76,4$), natomiast z mąki z pszenicy zwyczajnej ciemniejszy ($L^* < 76,4$). Według Chon-Sik Kang i wsp. (2004) wartości parametru L^* makaronów instant powinny mieścić się w przedziale od 73,5 do 82,0. Uzyskane w pracy (**H5**) wartości tego parametru świadczą o tym, że jasność badanych produktów była niższa od przyjętej przez wymienionych autorów. Najjaśniejsze były makarony instant z dodatkiem HPMC. Natomiast zastosowanie maltodekstryny i Psyllium spowodowało ich pociemnienie. Wraz ze wzrostem udziału zastosowanego dodatku oraz temperatury smażenia wartość parametru L^* malała, co wiąże się z ciemnieniem. Podobne tendencje stwierdzono w pracy **H4**. W przypadku makaronów smażonych w oleju rzepakowym (**H5**) stwierdzono podobną tendencję zmian wartości parametrów a^* i b^* , w zależności od rodzaju i ilości dodatku, podobnie jak w pracy **H4**.

Aktywność wody badanych makaronów instant nie różniła się istotnie statystycznie ($p = 0,441$), niezależnie od rodzaju zastosowanych dodatków. Natomiast gęstość próbek zależała od typu dodatku ($p = 0,030$) (**H5**). Wprowadzenie Psyllium, w ilości 3%, spowodowało zmniejszenie gęstości w porównaniu z próbką kontrolną. Z kolei 5% udział Psyllium nie miał wpływu na gęstość. Najmniejszą wartość tego parametru stwierdzono w makaronach instant z 3% dodatkiem Psyllium, a największą w produktach z maltodekstryną w ilości 5%. W próbce z 3% dodatkiem Psyllium, zaobserwowano również wysoką zawartość

tłuszczu (29,41%) i niski poziom zawartości wody (2,74%), co spowodowało niską gęstość makaronu instant. Jednak dodanie maltodekstryny, w ilości 5%, spowodowało, że makaron instant miał podobną zawartość tłuszczu i wody, jak w przypadku próbki z 3% dodatkiem Psyllium, ale gęstość produktu była znacznie wyższa w porównaniu z innymi próbkami. Zarówno Psyllium jak i maltodekstryna dodane do ciasta wiążą wodę (Aravind i wsp. 2012), która odparowuje podczas smażenia. Gęstości badanych próbek mogły być uzależnione od siły wiązania wody i możliwości jej uwolnienia podczas smażenia. Ponadto można przypuszczać, że Psyllium ma większą zdolność zatrzymywania gazu w produkcie podczas smażenia niż maltodekstryna. Próbki z wyższym stężeniem MCG (0,8%) i HPMC (0,5%) miały podobną gęstość, wyższą zawartość zawartości wody i niższą zawartość tłuszczu, w porównaniu do makaronu instant z maltodekstryną. Stwierdzono, że wyższe stężenia MCG i HPMC powodowały mniejszą utratę wody i zmniejszały wchłanianie tłuszczu, podczas smażenia makaronu instant. Pochodne celulozy, takie jak CMC, HPMC i hydroksypropyloceluloza (HPC) oraz amyloza zostały nazwane przez Varela i Fiszmana (2012) barierami tłuszczowymi w żywności, o dużej zawartości tłuszczu. Autorzy zastosowali te dodatki w smażonej afrykańskiej paście „cowpea”. Efekt „bariery tłuszczowej” naukowcy tłumaczą zdolnością żelowania termicznego HPMC. Powyżej temperatury początkowego żelowania lepkość gwałtownie wzrasta, na skutek bardzo szybkiego tworzenia się wiązań międzycząsteczkowych. Temperatura żelowania roztworu HPMC mieści się w zakresie 50–90 °C. Pozostała warstwa żelu ogranicza migrację wody i oleju podczas smażenia.

Emisja akustyczna (AE) jest zjawiskiem generowania i propagacji fal przez różne materiały. Podstawą tworzenia takich fal są mikropęknięcia, wzajemne przesunięcia lub tarcie powierzchni materiałów. Aby scharakteryzować obserwowany sygnał AE, są deskryptory akustyczne. Deskryptory AE silnie zależą od składu produktu, typu struktura i właściwości mechanicznych, takich jak twardość lub skłonność materiału do plastycznej deformacji (Marzec 2012). Tekstura makaronu jest uznawana za jedną z najważniejszych cech konsumentów i jest jednym z kluczowych aspektów oceny jakości. W omawianej pracy (H5) wykazano istotny statystycznie wpływ rodzaju dodatków na parametry akustyczne badanych makaronów (AE ($p < 0,001$), amplituda dźwięku ($p < 0,001$) i energia pojedynczego zdarzenie AE ($p < 0,001$)). Najmniejsza liczba zdarzeń (AE) została wygenerowana przez próbkę bez dodatków (kontrolna), a największa przez próbkę z 5% dodatkiem Psyllium.

Makarony instant z maltodekstryną, MCG i HPMC wygenerowały znacznie większą AE niż próbka kontrolna. Wyższa gęstość próbek z maltodekstryną, MCG i dodatkiem HPMC wpłynęła na wygenerowanie większej liczby zdarzeń AE. Gęstość makaronu instant jest związana z porowatością, tj. im mniejsza gęstość, tym większa porowatość. Mogło to mieć wpływ na dużą liczbę zdarzeń (AE) generowanych przez próbki z udziałem Psyllium.

Próbki niezawierające dodatków i z HPMC charakteryzowały się najmniejszą twardością, podczas gdy makarony z dodatkiem Psyllium (3 i 5%) były twardsze. Parametr ten, podobnie jak emisja akustyczna, silnie zależy od gęstości badanego materiału i jego składu chemicznego (Błońska i wsp. 2014). Badane próbki z dodatkiem Psyllium charakteryzowała wysoka wartość gęstości i najniższa zawartość wody.

Na podstawie analizy otrzymanych wyników badań stwierdzono, że dodatek HPMC i MCG spowodował obniżenie zawartości tłuszczu w makaronach instant, natomiast maltodekstryna i Psyllium zwiększyły nieznacznie absorpcję tłuszczu podczas smażenia. Wykazano istnienie zależności pomiędzy rodzajem wprowadzonego dodatku a barwą makaronów instant. Jaśniejszą barwę zaobserwowano w przypadku zastosowania dodatku HPMC i MCG, natomiast dodatek maltodekstryny i Psyllium przyczynił się do pociemnienia makaronów instant. Rodzaj dodatku wpłynął istotnie na teksturę makaronu. Próbki z 3% dodatkiem maltodekstryny miały bardziej miękką teksturę niż próbka bez dodatków. Natomiast makarony z dodatkiem HPMC, MCG i Psyllium charakteryzowały się dużą twardością i generowały większą liczbę zdarzeń. Temperatura smażenia wpłynęła istotnie na teksturę ocenianą na podstawie właściwości akustycznych i mechanicznych. Zwiększenie temperatury smażenia ze 160 do 170°C spowodowało znaczący wzrost wartości deskryptorów akustycznych.

W następnej publikacji H6 przedstawiono wyniki badań, dotyczące analizy wpływu dodatku emulgatora (ester sacharozy i kwasów tłuszczowych) oraz emulgatora w połączeniu z błonnikiem pokarmowym na zawartość tłuszczu, wody, parametry barwy i tekstury oraz czas hydratacji makaronów typu instant.

Wytworzony makaron instant, smażono w trzech temperaturach (150, 160 i 170 °C), w oleju rzepakowym i słonecznikowym. Wykonano kilka wariantów produktu: makaron instant bez dodatków; 2 warianty odpowiednio z 0,1% i 0,2% dodatkiem emulgatora oraz 2 warianty odpowiednio z 0,2% dodatkiem emulgatora i 3% błonnika pokarmowego oraz 0,2%

emulgatora i 5% dodatkiem błonnika pokarmowego. Wykazano zawartość tłuszczu w makaronie instant bez dodatków, smażonym w oleju rzepakowym, w przedziale od 27,17 do 29,89%. Większym zróżnicowaniem pod względem ilości tłuszczu, charakteryzowały się produkty z 0,1% dodatkiem (26,16 - 29,07%). Natomiast w przypadku większego udziału emulgatora (0,2%) stwierdzono znaczny spadek absorpcji tłuszczu przez produkt (23,31 - 26,41%). Zawartość tłuszczu w makaronie instant smażonym w oleju rzepakowym z dodatkiem 0,2% emulgatora i 3% błonnika pokarmowego mieściła się w zakresie od 26,41 do 29,00%, a większy udział błonnika pokarmowego spowodował spadek ilości tłuszczu w produkcie (24,19 - 27,20%). Makarony instant, zawierające dodatek emulgatora oraz emulgatora i błonnika pokarmowego, smażone w temperaturze 150°C, 160°C i 170°C miały niższą zawartość tłuszczu w porównaniu do makaronu kontrolnego. Tak więc dodatek emulgatora oraz emulgatora i błonnika pokarmowego zmniejszył wchłanianie tłuszczu przez produkt w procesie smażenia. Zawartość tłuszczu w makaronie instant bez dodatków, smażonym w oleju słonecznikowym, zawiera się w przedziale od 27,17-29,89%. Podobnie jak w przypadku makaronu instant smażonego w oleju rzepakowym, makaron instant bez dodatkowych składników smażony w oleju słonecznikowym w temperaturze 150°C zawierał najmniej tłuszczu (27,17%), a najwięcej smażony w temperaturze 170°C (29,89%). Dodatek emulgatora oraz emulgatora i błonnika pokarmowego spowodował obniżenie zawartości tłuszczu. Porównując poziom tłuszczu w makaronie instant smażonym w oleju rzepakowym i słonecznikowym zaobserwowano mniejszą zawartość tłuszczu, we wszystkich wariantach produktów z emulgatorem smażonych w oleju rzepakowym. Ponadto uzyskane w pracy wyniki potwierdziły wcześniejsze obserwacje (**H1**) że podwyższenie temperatury smażenia powoduje zwiększenie zawartości tłuszczu w produkcie.

Zawartości wody w makaronie instant bez dodatków mieściła się w przedziale od 1,55 do 3,09%. Makarony instant zawierające jako dodatek tylko emulgator charakteryzowała wyższa zawartość wody w odniesieniu do próbki kontrolnej. Rodzaj oleju nie wpływał na zawartość wody w makaronie instant. Natomiast w makaronie instant z dodatkiem emulgatora i błonnika pokarmowego zaobserwowano wyższą zawartość wody w produkcie smażonym w oleju rzepakowym.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że czas rehydratacji makaronu instant bez dodatków smażonego w oleju rzepakowym wynosił od 3 do 5 minut.

Zastosowane dodatki (emulgator oraz emulgator i błonnik pokarmowy) wpłynęły na wydłużenie czasu rehydratacji makaronu instant.

Maksymalna siła konieczna do przecięcia nitki makaronu instant bez dodatków mieściła się w zakresie od 5,44 N (temp. smażenia 150°C) do 10,85 N (temp. smażenia 170°C). Analizując wyniki w przypadku wszystkich rodzajów makaronów instant smażonych w oleju rzepakowym, stwierdzono tendencję wzrostu ich twardości makaronu ze wzrostem temperatury smażenia. Makaron instant bez dodatków, smażony w oleju rzepakowym charakteryzował się większą wartością siły cięcia w stosunku do produktu smażonego w oleju słonecznikowym, niezależnie od temperatury obróbki cieplnej.

Analizując parametry barwy makaronów instant bez dodatków (kontrolnych), zaobserwowano, iż najwyższy poziom jasności miał makaron smażony w temperaturze 150°C (77,49), a najniższy w temperaturze 160°C (73,68). Dodatek emulgatora spowodował wzrost jasności analizowanych próbek w porównaniu z makaronem kontrolnym. Wzrost temperatury smażenia do 160°C spowodował ciemnienie makaronów bez względu na rodzaj medium smaźalniczego. Podwyższenie temperatury procesu do 170°C skutkowało dalszym obniżeniem poziomu jasności makaronów z dodatkiem 0,1% emulgatora, smażonych w oleju słonecznikowym i makaronów z dodatkiem 0,2% emulgatora, smażonych w oleju rzepakowym. Z kolei dodatek błonnika pokarmowego obniżył poziom jasności makaronów smażonych w temp. 150°C do poziomu porównywalnego z makaronem kontrolnym (dla 3% dodatku błonnika pokarmowego) lub niższego (dla 5% dodatku błonnika pokarmowego). Makarony smażone w oleju rzepakowym były jaśniejsze lub na podobne do próbek o analogicznym składzie smażonych w oleju słonecznikowym. Najwyższym poziomem jasności, wśród analizowanych makaronów instant, charakteryzowały się produkty z dodatkiem 0,1 i 0,2% emulgatora, smażone w temperaturze 150°C bez względu na zastosowane medium smaźalnicze. Zaobserwowano również, że makarony smażone w oleju rzepakowym w temperaturze 170°C były jaśniejsze niż te smażone w oleju słonecznikowym.

Analizując zmiany wartości parametru a^* analizowanych próbek zauważono, iż dla makaronów bez dodatków parametr ten wzrastał wraz ze wzrostem temperatury smażenia. Dodatek emulgatora nie wpłynął na zmianę jego wartości, w porównaniu do makaronów bez dodatków, bez względu na temperaturę smażenia i rodzaj medium smaźalniczego. Wprowadzenie błonnika pokarmowego spowodowało obniżenie wartości tego parametru

makaronów smażonych w temperaturze 150°C. Przy czym dla 3% dodatku błonnika pokarmowego wartości parametru a^* były porównywalne, niezależnie od rodzaju medium smażalniczego (około -0.4), natomiast 5% dodatek błonnika pokarmowego spowodował obniżenie jego wartości do poziomu 0,3 dla makaronów smażonych w oleju słonecznikowym i 1,3 dla produktów smażonych w oleju rzepakowym. Przy wzroście temperatury smażenia, wartość parametru a^* wzrasta, przy czym dla makaronów z 5% udziałem błonnika pokarmowego smażonych w temperaturze 170°C, parametr ten był dwukrotnie wyższy w porównaniu do produktów bez tego dodatku. Najwyższa wartość tego parametru została zaobserwowana dla próbki z dodatkiem emulgatora i 5% błonnika pokarmowego smażonej w oleju słonecznikowym w temperaturze 170°C (6,32), natomiast najniższa również dla próbki smażonej w oleju słonecznikowym, ale z dodatkiem emulgatora i 3% błonnika pokarmowego smażonej w temperaturze 150°C (-0.47).

Analiza zmian wartości parametru b^* wykazała, iż wzrost temperatury smażenia powodował wzrost wartości tego parametru. Miał on najniższą wartość dla makaronów instant bez dodatków, smażonych w temperaturze 150°C. Parametr ten rósł wraz ze wzrostem temperatury smażenia (do 160°C) i utrzymywał się na podobny, poziomie przy dalszym podwyższaniu temperatury procesu. Dodatek emulgatora nie wpłynął na wartość tego parametru, w odniesieniu do próbek bez dodatków smażonych w niższych temperaturach. Istotny wzrost tego parametru dla makaronów z emulgatorem, nastąpił przy smażeniu w 170°C dla obu rodzajów mediów smażalniczych, osiągając najwyższe wartości wśród wszystkich analizowanych wariantów (wartości parametru b^* były porównywalne bez względu na ilość emulgatora). Dodatek błonnika pokarmowego do receptury spowodował obniżenie wartości parametru b^* do poziomu porównywalnego lub niższego jak w przypadku próbek bez dodatków. W omawianej pracy rodzaj medium smażalniczego nie miał wpływu na zmiany udziału barwy żółtej w badanych makaronach instant.

Podsumowując ten etap badań stwierdzono, że makarony instant smażone w oleju rzepakowym miały w większości analizowanych próbek niższą zawartość tłuszczu w porównaniu do makaronów smażonych w oleju słonecznikowym. Wprowadzenie do składu zastosowanych dodatków spowodowało obniżenie zawartości tłuszczu w produkcie.

Dużym problemem współczesnego społeczeństwa jest nadmierne dostarczanie energii z diety prowadzące do otyłości i powiązanych z nią chorób, dlatego ważne jest zmniejszanie kaloryczności produktów spożywczych (Gulia i Khatkar 2013). Mając to na uwadze kontynuowałam badania zmierzające do obniżenia najbardziej kalorycznego składnika makaronu instant (tłuszczu), przy jednoczesnym wprowadzeniu do jego składu dodatku o właściwościach prozdrowotnych. W kolejnej pracy **H7 podjęto próbę określenia wpływu β -glukanu na jakość smażonych makaronów instant**. β -glukanom przypisuje się szczególne właściwości prozdrowotne, między innymi zdolność do zmniejszenia ryzyka występowania niektórych schorzeń układu pokarmowego, czy wspomaganie układu immunologicznego (Daou i wsp. 2012, Cloetens i wsp. 2012). Według Amerykańskiej Agencji Żywności i Leków (U.S. FDA) spożywanie 3 g β -glukanu/dzień w połączeniu z 30-35 g błonnika pokarmowego przynoszą efekty żywieniowe i zapewnia wzrost aktywności systemu odpornościowego organizmu (Krupińska i wsp. 2013). W omawianej pracy materiałem do badań stanowił makaron instant otrzymany na bazie semoliny, soli i wody oraz dodatku 2,3 i 4 g β -glukanu (w stosunku do masy mąki). Makaron smażyono w temperaturze 170 °C przez 60 sekund. W próbkach określono zawartości tłuszczu i wody, analizowano parametry barwy i tekstury (twardość, adhezyjność i jędrność) oraz określono czas hydratacji. Otrzymane wyniki odniesiono do próbki kontrolnej, niezawierającej w składzie β -glukanu.

Na podstawie uzyskanych wyników wykazano niewielką zawartość wody (od 2,22 do 3,10%) i we wszystkich badanych makaronach instant, nieprzekraczającą 10%, co wg *Codex Alimentarius (The Codex Alimentarius Commission 2011)* jest maksymalną wartością świadczącą o dobrej jakości produktu tego typu. Niezależnie od ilości β -glukanu, makarony z tym dodatkiem zawierały więcej wody niż próbka kontrolna ($2,22 \pm 0,07\%$), jednak różnice te nie były istotne statystycznie (**H7**).

Badane makarony różniły się pod względem zawartości tłuszczu, który mieścił się w przedziale od 22,66% do 29,08% (**H7**). Zaobserwowano, że niezależnie od ilości zastosowanego β -glukanu, makarony z tym dodatkiem chłoneły mniej tłuszczu niż próbka kontrolna. Obniżenie zawartości tłuszczu w produkcie, zawierającym dodatek polisacharydu, tłumaczy się jego właściwościami, m.in. zdolnością do utrzymywania wody w produkcie, co zmniejsza szansę cząsteczek tłuszczu na wniknięcie w głąb produktu (Lee 2007). Poza tym β -glukan, podobnie jak inne hydrokoloidy poprawia teksturę powierzchni smażonego

makaronu, przyczynia się do zmniejszenia ilości wchłoniętego przez produkt tłuszczu (Heo i wsp. 2013). W związku z tym produkty o mniejszej zawartości wody powinny charakteryzować się mniejszą ilością tłuszczu, co potwierdzają wyniki uzyskane w pracy (H7). Dodatkowo wzbogacanie produktów w β -glukan przynosi korzyści zdrowotne nie tylko ze względu na zmniejszenie ilości spożywanego tłuszczu zawartego w wyrobie, ale również ze względu na pozytywny wpływ tego polisacharydu na układ sercowo-naczyniowy. Zgodnie z Rozporządzeniem 432/2012 spożywanie dziennie 3g β -glukanu pomaga w utrzymaniu prawidłowego poziomu cholesterolu we krwi. Wykazano, że zastosowanie takiej ilości w 100 g makaronu powoduje obniżenie zawartości tłuszczu w produkcie gotowym o 19,29%, w stosunku do próbki kontrolnej. Wprowadzając do składu makaronu instant β -glukan można tym samym polepszyć wartość żywieniową produktu i zaklasyfikować go do żywności funkcjonalnej (H7).

Ważnym kryterium charakteryzującym produkty instant jest czas ich hydratacji. Produkty tego typu powinny nadawać się do spożycia bezpośrednio po kilkuminutowej hydratacji w gorącej wodzie. Dodatek β -glukanu spowodował skrócenie czasu hydratacji do 4 min. Jedynie jego największa ilość (4g) skutkowała jego wydłużeniem (H7).

Od wszystkich makaronów instant wymaga się by były one białe do jasnożółtych, o jak najwyższym poziomie jasności i bez widocznych przebarwień (Wang i wsp. 2004). Dodatek β -glukanu do próbek wpłynął zarówno na zmniejszenie parametru jasności makaronu L^* , jak i na zwiększenie wartości parametru a^* . Najniższą wartością parametru L^* ($72,16 \pm 0,42$) oraz najwyższą wartością parametru a^* ($3,42 \pm 0,07$) charakteryzował się makaron z największą zastosowaną ilością (4 g) β -glukanu (H7). Dodatek β -glukanu spowodował zmianę wartości parametru a^* . Próbkę kontrolną charakteryzował większy udział barwy zielonej, a makarony z dodatkiem polisacharydu, większy udział barwy czerwonej. Zmiany barwy były silnie skorelowane z ilością zastosowanego β -glukanu, co zaobserwowali również inni autorzy (Heo i wsp. 2013). W przypadku parametru b^* obrazującego udział barwy niebieskiej i żółtej zaobserwowano, że wszystkie badane próbki charakteryzowały się większym udziałem barwy żółtej.

Od makaronów instant oczekuje się także by były one jędrne, a w niektórych przypadkach twarde. Dodatek 2 g β -glukanu spowodował zarówno zwiększenie jędrności, jak i twardości makaronu, w stosunku do próbki bez tego dodatku, co zaobserwowali również

Heo i wsp. (2013). Zjawisko to jest tłumaczone przede wszystkim zdolnością rozpuszczalnej frakcji błonnika, w tym również zbożowego β -glukanu, do tworzenia strukturalnej sieci, która wiąże cząsteczki skrobi, wzmacniając tym samym strukturę produktu (Brennan i Tudorica 2007). Natomiast większy dodatek β -glukanu (3g) spowodował istotnie statystycznie zmniejszenie twardości makaronu (**H7**). Podobne zależności uzyskali Cleary i Brennan (2006), tłumacząc to zjawisko zmianami w sieci glutenowej wyrobu spowodowane dodatkiem polisacharydów. Najlepsze rezultaty w przypadku tekstury makaronów uzyskano stosując dodatek β -glukanu w ilości 2 g.

Kolejnym bardzo ważnym czynnikiem decydującym o zawartości tłuszczu w żywności smażonej jest zawartość białka w surowcu, bowiem im większa jego zawartość tym mniejsza zawartość tłuszczu pochłoniętego w procesie smażenia. Celem pracy **H8** było **określenie wpływu dodatku białek grochu (BG) oraz transglutaminazy (TGazy) na ograniczenie zawartości tłuszczu oraz jakość smażonych makaronów typu instant**. Zastosowanie enzymu transglutaminazy (TGazy), dzięki właściwościom sieciowania większości białek, wpływa na zawarty w makaronach gluten (Caballero i wsp. 2007). Inicjuje tworzenie się wysokocząsteczkowych polimerów, dzięki czemu wzmacnia sieć glutenową w makaronach instant. Polepszenie sieci białkowej w makaronie przedłuża jego świeżość, przy zachowaniu dobrej jakości sensorycznej. Bazując na semolinie, soli i wodzie w omawianej pracy (**H8**), wykonano próbki kontrolną, z udziałem 2 i 3 % białek grochu, z białkiem grochu i 1 i 2 % TGazy. Podobnie jak we wcześniejszych badaniach oznaczono zawartość tłuszczu (metodą ekstrakcyjno-wagową), wody (metodą znormalizowaną AACC), oceniono parametry barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$, oraz parametry tekstury (twardość, adhezyjność i jędrność) i czas hydratacji.

Wykazano zawartość wody w makaronie instant w zakresie od 1,41 do 3,78% i była to wielkość zbliżona do wartości podawanych przez innych autorów. Bowiem według Kim i wsp. [2007] zawartość wody w makaronach instant powinna się zawierać w przedziale 3 ÷ 4 %. Największą zawartością wody (3,29 ÷ 3,85 %), charakteryzowały się makarony instant z dodatkiem 3 % białek grochu i 2 % TGazy, a najmniejszą – próbka kontrolna (1,41 %) bez dodatków. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem ilości preparatu białek grochu oraz TGazy wzrastała zawartość wody w makaronie instant (**H8**). Mohammadi i wsp. (2015) prowadzili

badania dotyczące bezglutenowego pieczywa, otrzymanego przy udziale TGazy i uzyskali podobne zależności. Zdaniem autorów, sieciowanie glutaminy i lizyny za pomocą TGazy, może prowadzić do wiązania wody i zwiększenia zdolności do zatrzymywania wody w cieście surowym i wyrobie gotowym. Natomiast Gerrard i wsp. (1998) uważają, że zwiększona absorpcja wody może być spowodowana eliminacją grupy amidowej z glutaminy (wynikającej z aktywności TGazy) i jej konwersją do kwasu glutaminowego, co wpływa na zwiększone wchłanianie wody. Wytworzone makarony charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością tłuszczu od 20,75 do 28,79%, uzależnioną od zastosowanego dodatku. Najmniej tłuszczu stwierdzono w makaronie z 3% dodatkiem preparatu białek grochu i 2% udziałem TGazy. Natomiast najwięcej tłuszczu zaobserwowano w próbce bez dodatków. Wraz ze wzrostem wielkości dodatku białek grochu i transglutaminazy zaobserwowano obniżenie ilości tłuszczu w produkcie. Różnice w zawartości tłuszczu w smażonym makaronie instant wynikają z jego mikroporowatej struktury oraz z ilości wody pochłoniętej w procesie parowania (Mellema 2003). W procesie smażenia woda migruje ze środka produktu ku jego powierzchni. Wydostająca się woda, z wnętrza nitek makaronu, tworzy jego porowatą strukturę. Woda parując, pozostawia w mikroporowatej strukturze makaronu puste przestrzenie, które w czasie smażenia wypełnia tłuszcz (Mellema 2003). Zastosowane w pracy preparaty białkowe dały pożądane efekty, ponieważ obniżyły zawartość tłuszczu oraz polepszyły wartość odżywczą, ze względu na właściwości dodanych surowców. Jak podają Kuraishi i wsp. (2001), dodatek transglutaminazy do ciasta może zmniejszyć absorpcję tłuszczu nawet o 25%. W omawianej pracy **H8** uzyskano lepsze rezultaty, ponieważ stosując 3% dodatek białek grochu i 2% TGazy zawartość tłuszczu zmniejszyła się o 30% w stosunku do próbki kontrolnej.

Podsumowując omówione przeze mnie badania można stwierdzić, że postawiony cel naukowy został osiągnięty. Osiągnięciem naukowym omówionych badań, było wykazanie istotnego wpływu nie tylko rodzaju medium smaźalniczego i parametrów procesu obróbki termicznej, ale także składu recepturowego na zawartość tłuszczu w produkcie. Dobranie odpowiednich parametrów procesu (temperatury i czasu) oraz medium smaźalniczego daje możliwość ograniczenia wchłaniania tłuszczu przez makaronu instant, w trakcie smażenia. Dowiedziono również możliwości otrzymania makaronów instant o obniżonej zawartości tłuszczu poprzez reformulację składu recepturowego. Bardzo dobrym medium smaźalniczym

okazał się olej rzepakowy. Jest to bardzo istotne, ze względu na to, że jest naszym rodzimym powszechnie dostępnym produktem. Zastosowanie skrobi różnego pochodzenia oraz pochodnych celulozy i Psyllium oraz emulgatora pozwala uzyskać produkty o obniżonej zawartości tłuszczu. Zastosowanie β -glukanu daje możliwość nie tylko zmniejszenia absorpcji tłuszczu, ale również podwyższenia wartości odżywczej makaronu instant. Dodatek preparatów białek grochu w połączeniu z transglutaminazą daje możliwość 30% zmniejszenia absorpcji tłuszczu w smażonym makaronie instant.

Osiągnięciem praktycznym przeprowadzonych badań było wykazanie możliwości zastosowania w produkcji makaronów typu instant składników, mogących być źródłem substancji biologicznie cennych, co wpisuje się w trendy związane z poszukiwaniem przez konsumentów produktów o obniżonej zawartości tłuszczu lub ze składnikami postrzeganymi jako prozdrowotne. Ponadto osiągnięciem praktycznym było wykazanie, że smażenie w oleju rzepakowym pozwala uzyskać makaron o mniejszej zawartości tłuszczu w porównaniu do produktu smażonego w oleju słonecznikowym czy palmowym.

1. Arendt E.K., Zannini E. 2013. Cereal grains for the food and beverage industries. Woodhead Publishing Limited.
2. Aravind, N.; Sissons, M.; Egan, N.; Fellows, C. 2012. Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. *Food Chem*, 130, 299–309.
3. Błońska, A.; Marzec, A.; Błaszczuk, A. 2014. Instrumental evaluation of acoustic and mechanical texture properties of short-dough biscuits with different content of fat and inulin. *J. Texture Stud.* 45, 225–234.
4. Brennan C. S., Tudorica C. M., 2007. Fresh pasta quality as affected by enrichment of Non-starch Polysaccharides. *J Food Sci*, 72(9), 659-665.
5. Caballero P.A., Gomez M., Rosell C.M., 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *J. Food Eng.*, 81 (1), 42-53.
6. Chon-Sik K., Yong-Won S., Sun-Hee W., Jong-Chul P., Young-Keun C., Jung-Gon K., Chul Soo P. 2004. Influences of protein characteristics on processing and texture of noodles from Korean and US wheats. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 10(3), 133-140.
7. Choy, A.L.; May, B.K.; Small, D.M. 2012. The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethylcellulose on the quality of instant fried noodles. *Food Hydrocoll.*, 26, 2–8.
8. Choy A. L., Hughes J. G., Small D. M. 2010. The effects of microbial transglutaminase, sodium stearoyl lactylate and water on the quality of instant fried noodles. *Food Chem*, 122, 957-964.
9. Cleary L., Brennan C., 2006. The influence of a (1→3)(1→4)- β -D-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta. *Int J Food Sci Tech*, 41, 910-918.
10. Cloetens L., Ulmius M., Johansson-Persson A., Åkesson B., Önning G., 2012. Role of dietary beta-glucans in the prevention of the metabolic syndrome. *Nutr. Rev.* 70, 444-458.

11. Codex Alimentarius Commission 2011. 249. Codex Standard for Instant Noodles. W: Codex Alimentarius. Food and Agricultural Organization of the United Nations.
12. Czerwińska D. 2010. Charakterystyka mąk makaronowych. *Przegląd Zbożowo - Młynarski*, 54(8), 11-12.
13. Daou Ch., Zhang H., 2012. Oat beta-glucan: Its role in health promotion and prevention of diseases. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 11, 355-365.
14. Dueik, V.; Robert, P.; Bouchon, P. 2010. Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. *Food Chem.* 119, 1143–1149.
15. Fu B.X., 2008. Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. *Food Res. Int.*, 41, 888-902.
16. Gerrard J.A., Fayle S.E., Wilson A.J., Newberry M.P., Ross M., Kavale S., 1998. Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. *J. Food Sci.*, 63 (3), 472-475.
17. Goel P.K., Singhal R.S., Kulkarni P.R. 1999. Deep-fat fried noodle-like products from model individual blends of corn starch with casein, soy protein or their hydrolysates. *J Sci Food Agr*, 79, 1577-1582.
18. Huang Y.-C., Lai H.-M. 2010. Noodle quality affected by different cereal starches. *Journal of Food Engineering* 97, 35–143.
19. Korczak J., Górecka D. 2001. Funkcjonalne dodatki do żywności zastępujące skrobię i sacharozę. W: *Współczesna wiedza o węglowodanach* (red. J. Gawęcki), Wyd. Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań , 68-79.
20. Gulia N., Dhaka V., Khatkar B. S. 2014. Instant noodles: Processing, Quality and Nutritional Aspects. *Crit Rev Food Sci*, 54, 1386-1399.
21. Gulia N., Khatkar B. S. 2013. Effect of processing variables on the oil uptake, textural properties and cooking quality of instant fried noodles. *J Food Quality*. 36(3): 181-189. Hanftwurcel A. 2001: Dalekowschodnie makarony błyskawiczne. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 45(8), 13-15.
22. Heo S., Lee S. M., Bae I. Y., Park H. G., Lee H. G., Lee S., 2013. Effect of *Lentinus edodes* β -glucan-enriched materials on the textural, rheological, and oil-resisting properties of instant fried noodles. *Food Bioprocess Technol*, 6, 553-560.
23. Hou G. 2001. Oriental noodles. *Advances in Food & Nutrition Research*, 43, 141-193.
24. Hou, G.; Kruk, M. 1998. Asian noodle technology. *AIB Tech. Bull.* 20, 1–10.
25. Jurga R. 2001. Makarony podgotowane i smażone typu orientalnego. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 45(1), 19-20.
26. Kim M.Y., Freund W., Popper L., 2007. Noodles and pasta. In: *Future of Flour*. Eds. L. Popper, W. Schäfer, W. Freund. Agrimedia Verlag, Clenze, pp. 330-353.
27. Kubomura, K. 1998. Instant noodles in Japan. *Cereals Foods World*. 4, 194–197.
28. Krupińska P., Zegan M., 2013. β -glukan – wybrane korzyści zdrowotne ze szczególnym uwzględnieniem jego wpływu na gospodarkę lipidową. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 46, 162-170.
29. Kuraishi C., Yamazaki K., Susa Y., 2001. Transglutaminase: Its utilization in the food industry. *Food Rev. Int.*, 17, 221-246.
30. Marzec, A. 2012. *Textural Properties of Shortbread Cookies in Terms of Their Structure*. Treatises and Monographs; Warsaw University of Life Sciences SGGW: Warsaw, Poland. (In Polish)
31. Mellema M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Sci Tech*. 14: 364-373.
32. Mohammadi M., Azizi M.H., Neyestani T.R., Hosseini H., Mortazavian A.M., 2015. Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. *J. Ind. Eng. Chem.*, 21, 1398-1402.

33. Perczyńska, A., Marciniak-Łukasiak, K. 2016. Wpływ dodatku β -glukanu na jakość smażonych makaronów instant. *Bromat. Chem. Toksykol* Xlix, 3, 373–377.
34. Pedreschi, F.; Cocio, C.; Moyano, P.; Troncoso, E. 2008. Oil distribution in potato slices during frying. *J. Food Eng.* 87, 200–212.
35. Varela P., Fiszman S. M. 2011. Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloid*. 25: 1801-1812.
36. Yu L. J., Ngadi M. O. 2004. Textural and other quality properties of instant fried noodles as affected by some ingredients. *Cereal Chemistry*, 81 (6), 772 – 776.
37. Wang Ch., Kovacs M. I. P., Fowler D. B., Holley R., 2004. Effects of protein content and composition on white noodle making quality: color 1. *Cereal Chem*, 81(6), 777-784.
38. WINA 2018 <https://instantnoodles.org/en/noodles/report.html>, 17.12.2018.
39. Wu J., Aluko R. E., Corke H. 2006. Partial least-squares regression study of the effects of wheat flour composition, protein and starch quality characteristics on oil content of steamed-and-fried instant noodles. *J Cereal Sci*, 44, 117-126.
40. Zhang, N.; Ma, G. 2016. Noodles, traditionally and today. *J. Ethn. Foods*. 3, 209–212.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

PRZED DOKTORATEM

Badania do pracy magisterskiej w latach 1999-2000 wykonałam pod kierunkiem naukowym dr inż. Elżbiety Dłużewskiej. Badania dotyczyły prób technologicznych wykorzystania wybranych hydrokoloidów i preparatów błonnika do otrzymywania koncentratów chleba bezglutenowego. W badaniach tych zmieniałam skład recepturowy w celu poprawy jakości i wartości odżywczej chleba bezglutenowego otrzymanego z opracowanego koncentratu. Efektem wymiernym tych badań była publikacja naukowa (Zał. 4 II.D.1), rozdział w monografii naukowej (Zał. 4 II.D.4) oraz praca o charakterze przeglądowym (Zał. 4 II.D.3). Wyniki tej pracy zostały także zaprezentowane w formie referatu na konferencji między narodowej Food Ingredients Central & Eastern Europe 2000, Warsaw (Zał 4 II.K.1) oraz posterów (Zał. 4 III.B.1-2). 4 lipca 2000 roku uzyskałam stopień magistra inżyniera nauk rolniczych w zakresie żywienia człowieka, Wydział technologii żywności i żywienia człowieka. Efektem podjętych badań były prace oryginalne (Zał. 4 II.D.2), oraz rozdział w monografii naukowej (Zał. 4 II.D.4).

13.11.2000 roku zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta w Zakładzie Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedry Technologii Żywności, Wydziału Nauk o Żywności, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie i oddelegowana na urlop bezpłatny celem podjęcia studiów doktoranckich. W czasie ich trwania, pod kierunkiem

naukowym Prof. dr. hab. Krzysztofa Krygiera, zajęłam się problematyką wpływu dodatku kwasów tłuszczowych z rodziny omega-3 na zmiany oksydacyjne i sensoryczne wybranych produktów spożywczych. 17.12.2004 uzyskałam stopień doktora inżyniera nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia (Zał. 4 II.D.5). Wyniki badań zostały także zaprezentowane w formie referatów na międzynarodowej konferencji 3rd Euro Fed Lipid Congress, „Oils, Fats and Lipids In a Changing World”, Edinburgh (Zał. II.K.4) oraz w czasie IX Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, „Polska żywność – stan obecny i perspektywy”, Kraków 2004 (Zał 4 II.K.5) oraz posterów (Zał. 4 III.B.4-9).

PO DOKTORACIE

17.12.2004 powróciłam na stanowisko asystenta. Od tego momentu kontynuowałam wcześniejsze badania oraz podjęłam aktywność naukowo-badawczą w innych obszarach, wśród których można wyróżnić następujące grupy tematyczne:

- Ocena możliwości podniesienia zawartości kwasów tłuszczowych omega-3 w oleju rzepakowym
- Poprawa jakości i wartości odżywczej pieczywa bezglutenowego
- Wpływ dodatku składników podwyższających wartość żywieniową na jakość wybranych produktów zbożowych
- Analiza jakości układów emulsyjnych ze szczególnym uwzględnieniem ich stabilności

Pierwszy obszar tematyczny dotyczy tematyki badań podjętych w ramach pracy doktorskiej. Zwiększenie spożycia korzystnych zdrowotnie polienowych kwasów tłuszczowych z grupy omega-3 można osiągnąć poprzez dodawanie ich do żywności. Produktem, który poprzez swoje powinowactwo chemiczne w naturalny sposób nadaje się do wzbogacania w te składniki jest olej rzepakowy. Jako czynnik wzbogacający można zastosować koncentrat oleju rybiego lub olej lniany, będące bogatym źródłem kwasów tłuszczowych omega-3. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu dodatku do oleju rzepakowego kwasów tłuszczowych omega-3, zawartych w koncentracie oleju rybiego i

oleju lnianym, na zmiany oksydacyjne i sensoryczne powstałych mieszanin. Próbkę wzbogaconego oleju rzepakowego były także poddane 12-tygodniowemu testowi przechowalniczemu, podczas którego oznaczano wartość liczby nadtlencowej (LOO) i liczby anizydynowej (LA). Prowadzone badania wykazały, że oleje rzepakowe wzbogacone w kwasy tłuszczowe omega-3 pochodzące z koncentratu oleju rybiego, na poziomie 0,4%, czy kwas α -linolenowy, pochodzący z oleju lnianego, na poziomie 0,5% tych kwasów, mogą stać się nowym produktem na rynku żywności funkcjonalnej, przy jednoczesnym zastosowaniu odpowiedniej ochrony przeciwutleniającej (Zał. 4 II.D.8-9; Zał. 4 III.B.10-12,14-15).

Kolejnym obszarem badań jakimi zajmowałam się w swojej pracy naukowej była tematyka związana z poprawą jakości i wartości odżywczej pieczywa bezglutenowego. Rosnąca liczba schorzeń, których przyczyną bardzo często jest nieodpowiedni sposób żywienia, determinuje wzrost popytu na żywność, która swoim składem lub sposobem wytwarzania różni się od tradycyjnych środków spożywczych. Do tej grupy żywności zalicza się produkty, takie jak pieczywo bezglutenowe, które stanowi podstawę diety eliminacyjnej, stosowanej w chorobach glutnozależnych (celiakii, chorobie Daringa, alergii na gluten, bądź jego nietolerancji). Pieczywo bezglutenowe pozbawione, tak ważnego składnika strukturotwórczego jakim jest gluten, charakteryzuje się m.in. dużą podatnością na czerstwienie. Ze względu na swój skład recepturowy produkty bezglutenowe charakteryzują się także mniejszą wartością odżywczą, w porównaniu z ich tradycyjnymi odpowiednikami. Stąd ważnym problemem jest nie tylko poprawa cech fizycznych i sensorycznych pieczywa bezglutenowego, ale również jego wartości odżywczej.

W swoich badaniach podjęłam próbę poprawy jakości oraz podniesienia wartości odżywczej produktów bezglutenowych poprzez reformulację składu recepturowego, na przykładzie pieczywa oraz muffin biszkoptowo-tłuszczowych. Celem badań było opracowanie receptur koncentratów chleba bezglutenowego, z których możliwe byłoby otrzymanie pieczywa o właściwej objętości, strukturze miękiszu i cechach sensorycznych zbliżonych do cech pieczywa pszennego, przy jednocześnie wyższej wartości odżywczej i większej trwałości niż dostępne w Polsce pieczywo bezglutenowe. Jednym ze sposobów realizacji zamierzonego celu było zastosowanie dodatku mąki z szarłat do otrzymywania chleba o właściwościach fizykochemicznych i cechach sensorycznych zbliżonych do tradycyjnego pieczywa pszennego,

ale o lepszych parametrach tekstury i wyższej wartości odżywczej niż dostępne na rynku pieczywo bezglutenowe (Zał. 4 II.D.10; III.B.19). Zastosowane dodatki mąki z szarłatu spowodowały poprawę cech fizycznych otrzymanego pieczywa oraz wartości odżywczej. Najlepsze rezultaty uzyskano stosując dodatek mąki z szarłatu w ilości do 10 % całkowitej masy koncentratu. Z kolei zastosowanie wybranych hydrokoloidów polisacharydowych oraz białek sojowych spowodowało nie tylko poprawę cech fizycznych pieczywa, ale również poprawę wartości odżywczej. Zawartość białka była na porównywalnym poziomie z pieczywem pszenno-żytnim, natomiast wyższa w porównaniu z ich handlowymi odpowiednikami bezglutenowymi (Zał. 4 II.D.11; III.B.21). Z kolei zastosowanie w recepturze pieczywa bezglutenowego dodatku mąki gryczanej wpłynęło na poprawę cech fizykochemicznych (objętości pieczywa) oraz spowolnienie procesu czerstwienia, przy dodatku na poziomi 7,5-10% (Zał. 4 II.D.12, III.B.23). Zastosowanie enzymu transglutaminazy w połączeniu z białkami sojowymi oraz białkami mleka pozwoliło otrzymać chleb bezglutenowy o stabilnej strukturze białkowej uzyskanej poprzez właściwości sieciujące enzymu. Wpłynęło to także na opóźnienie procesu czerstwienia, co jest jednym z najważniejszych problemów tego typu produktów (Zał. 4.II.A.4; II.D.18; III.B.30). Podobnie w przypadku muffin bezglutenowych zastosowanie dodatku białek grochu wpłynęło korzystnie na parametry fizyczne oraz wartość odżywczą tych produktów (Zał. 4 II.D.48, III.B.37).

Wśród prac dotyczących problematyki produktów bezglutenowych znalazły się także prace o charakterze przeglądowym, będące uzupełnieniem stanu wiedzy z tego zakresu (Zał. 4 II.D.20,24).

Następnym zagadnieniem podjętym w trakcie moich badań naukowych, było opracowanie nowych produktów zbożowych o odpowiednim składzie i wartości odżywczej. Do produkcji ciast, zwłaszcza tzw. wysokotłuszczowych (ciasta kruche, półkruche, francuskie i półfrancuskie), stosowane są często bardzo duże dodatki tłuszczów, które mogą sięgać nawet do 40% składu recepturowego. Bardzo ważne było określenie możliwości podwyższenia jakości ciastek francuskich z mąki o niskiej wartości wypiekowej poprzez dodatek tłuszczów o różnej zawartości izomerów trans KT (Zał. 4.II.D.6-7; III.D.16,42). Nie stwierdzono zależności pomiędzy zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych, a zmianami hydrolitycznymi i oksydacyjnymi w tłuszczach w czasie przechowywania ciastek

francuskich. Zaobserwowano jednak, że zawartość wolnych kwasów tłuszczowych w tłuszczach o największej zawartości izomerów trans (36 i 54%) rosła relatywnie najwolniej.

Ciastka kruche należą do grupy produktów spożywczych, którą można zaliczyć do tzw. żywności wygodnej, cieszącej się dużą popularnością wśród konsumentów. W tradycyjnych recepturach dodatek żółtek może stanowić nawet 10% składu recepturowego. Dlatego podjęto próbę wyeliminowania, ze składu recepturowego tradycyjnych wyrobów kruchych żółtka, i zastąpienie go innym emulgatorem (Zał. 4.II.13). Całkowite wyeliminowanie żółtka kurzego z tradycyjnych wyrobów kruchych i zastąpienie go innym emulgatorem powodowało różne efekty, w zależności od rodzaju zastosowanego dodatku tłuszczowego. Zastąpienie żółtek monostearynianem glicerolu, w przypadku ciastek otrzymanych z udziałem 100% tłuszczu piekarskiego, powodowało obniżenie jakości fizycznej wyrobów. Lepsze rezultaty uzyskano przy zastosowaniu margaryny, gdyż nastąpił wzrost rozmiarów, masy i objętości ciastek. Zaobserwowano, że o wielkościach parametrów fizycznych ciastek kruchych decydowała przede wszystkim rzeczywista ilość tłuszczu w składzie recepturowym. Zastosowanie w wyrobach ciastkarskich dodatku preparatów karagenowych (Zał. 4. II.D.43), czy karobu (Zał. 4. II.D.45) korzystnie wpływała na jakość otrzymanych produktów. Natomiast wzbogacenie receptury wyrobów kruchych płatkami owsianymi (Zał. 4 III.B.27), błonnikiem pokarmowym (Zał. 4 III.B.28) w odpowiednich ilościach, czy inuliną (Zał. 4 II.A.6) korzystnie wpływa to nie tylko na cechy fizyczne produktu, ale także na jego wartość żywieniową.

Obserwowany proces starzenia się społeczeństw państw wysokorozwiniętych, wzrost zagrożeń cywilizacyjnych oraz kosztów leczenia, a ponadto większe zaufanie konsumentów do żywności w postaci tradycyjnej niż do preparatów farmaceutycznych spowodowały coraz większe zainteresowanie konsumentów żywnością o podwyższonej wartości żywieniowej. Do tej grupy żywności można także zaliczyć batony zbożowe, które w swoim składzie zawierają wiele składników, w tym zboża, owoce, orzechy, błonnik pokarmowy, składniki mineralne oraz surowce wysokobiałkowe, i mogą być spożywane jako przekąska. Batony zbożowe to produkty spożywcze łączące wysoką wartość żywieniową, wygodę, cenę oraz walory sensoryczne. Takiej żywności coraz częściej poszukuje współczesny konsument. Mając to na uwadze w kolejnej pracy (Zał. 4 II. D. 14; III. B. 24,29) podjęto próbę podniesienia wartości

żywnościowej oraz jakości batonów zbożowych, poprzez zastosowanie preparatów białek sojowych oraz amarantusa. Do wytworzenia batonów zastosowano mieszaninę płatków zbożowych z rodzynkami oraz preparowane białka sojowe i ekspandowane ziarna amarantusa. Na podstawie przeprowadzonej oceny sensorycznej stwierdzono, że najbardziej akceptowane przez konsumentów były batony zawierające dodatek preparowanych białek sojowych, natomiast najmniejszym uznaniem cieszyły się produkty zawierające największy dodatek preparowanych ziaren amarantusa, ze względu na pojawienie się posmaku mączystego. Wraz ze wzrostem dodatku preparowanych białek sojowych stwierdzono obniżenie twardości wytworzonych batonów. W przypadku wzrostu udziału preparowanych ziaren amarantusa także zaobserwowano obniżenie twardości. Dodatek białek sojowych oraz amarantusa powodował wzrost zawartości białka ogółem w końcowym produkcie.

Batony owocowo-zbożowe stanowią alternatywę dla tradycyjnych czekolad i batonów czekoladowych, które zawierają duże ilości kalorycznych składników tj. sacharozy oraz tłuszczu kakaowego. Ze względu na niższą kaloryczność produktu i wysokie walory smakowe są coraz bardziej popularne, a ich spożycie wciąż wzrasta. Bardzo ciekawym rozwiązaniem, w produkcji batonów zbożowych, może być zastosowanie wartościowych surowców odpadowych przemysłu owocowego. Kolejną pracę udało się zrealizować przy współpracy z ośrodkiem Slovak University of Agriculture w Nitrze (Zał. 4 II.D.48). Skład recepturowy wzbogacono o wyłoki owocowe (z jabłek i aronii). Na podstawie prowadzonych badań stwierdzono, że istnieje możliwość wykorzystania tego typu surowców w produkcji batonów zbożowych.

W kręgu moich zainteresowań naukowych znalazły się także emulsje, które stanowią bardzo ważną grupę wśród produktów spożywczych. Pod względem termodynamicznym emulsje są układami dynamicznymi, które zmieniają swoje właściwości reologiczne w funkcji czasu. Ciągły ruch cząstek fazy wewnętrznej może prowadzić do niekorzystnych zmian, mających wpływ na stabilność emulsji. Wśród tych zmian należy wymienić procesy takie, jak: sedymentacja, śmietanowanie, flokulacja, koalescencja i dojrzewanie Ostwaldowskie. W celu zwiększenia stabilności emulsji do układu wprowadza się substancje przeciwdziałające łączeniu się cząstek fazy rozproszonej, względnie pozwalające zwiększyć lepkość układu, a tym samym spowolnić ruch fazy wewnętrznej. Nie bez znaczenia są również parametry

procesu homogenizacji, takie jak czas, czy liczba obrotów, a także sposób prowadzenia homogenizacji (na zimno czy na gorąco). W badaniach dotyczących tej problematyki podjęto próbę określenia wpływu warunków przygotowania emulsji spożywczej, zawierającej jako bazę tłuszczową olej z orzechów włoskich, na jej stabilność i charakterystykę fizykochemiczną (Zał. 4 II.A 3). Prowadzone badania pozwoliły na wskazanie optymalnego składu emulsji (dodatek emulgatora na poziomie 5 g i 3-minutowy czas homogenizacji). Układ ten charakteryzował się zarówno najmniejszą wielkością cząstek, jak i współczynnikiem dyspersji. Emulsja miała charakter monodispersyjny, a obraz mikroskopowy potwierdził jednorodność tego układu. Z kolei badania prowadzone nad wpływem pH na stabilność emulsji wykazały, że najbardziej optymalnym środowiskiem jest pH=6 (Zał. 4 II. A. 5). Natomiast zastosowanie preparatu białek, z alg morskich, pozwala otrzymać emulsje niskotłuszczowe i o większej stabilności w trakcie przechowywania, w stosunku do emulsji bez dodatku (Zał. 4 II. A. 9).

Zwieńczeniem moich osiągnięć naukowych są dwie nagrody uzyskane w 2018 roku. Jedną z nich to Nagroda JM Rektora SGGW (zespołowa stopnia II) - za osiągnięcia naukowe, a drugą to, Nagroda Redakcji czasopisma Żywność Nauka Technologia Jakość za najlepszą publikację („Oleozele – perspektywy ich wykorzystania w żywności”) (Zał. 4 II.D. 21).

Moja aktywność naukowa została również dostrzeżona przez wydawców międzynarodowych czasopism naukowych o dużej renomie (Zał. 4.III.P), którzy powierzyli mi recenzowanie nadesłanych tam prac (łącznie recenzowałam 43 opracowania z bazy JCR w większości o wysokim wskaźniku IF od 0,783 do 4,195) oraz przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, które powierzyło mi do recenzji projekty w ramach Preselekcji do pierwszego polsko-chińskiego konkursu bilateralnego (Zał. 4.III.O).

Dwukrotnie byłam stypendystką Fundacji Pro Scientia et Vita (Zał. 4.Q). Uzyskane środki pozwoliły mi na udział w dwóch międzynarodowych kongresach tłuszczowych Euro Fed Lipids, gdzie wyniki moich badań zaprezentowałam podczas wygłaszania referatu (Zał. 4 II.K.4) oraz w formie posteru (Zał. 4 III.B.9).

W ramach rozwoju mojego warsztatu badawczego odbyłam cztery staże naukowe (Zał. 4 III. L). Pierwszym staż odbyłam w Centralnym Laboratorium Koncentratów Spożywczych KONCLAB w Poznaniu w 2006 roku (2 tygodnie). W czasie stażu poznałam

metody analityczne oraz towarzyszyłam w opracowywaniu receptur nowych koncentratów spożywczych. Kolejnym stażem jaki odbyłam był staż w UC DAVIS Genome and Bioinformatics Program, College of Biological Sciences Genomics and Biomedical Sciences Facility University of California w 2013 roku (2 tygodnie), gdzie zapoznałam się z wpływem zmian w strukturze białek na ich właściwości. W kolejnym ośrodku naukowym - Instytucie Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie w 2016 roku (6 tygodni) poznałam chromatograficzne metody analityczne oraz metody oznaczania właściwości przeciwutleniających związków bioaktywnych. W Slovak University of Agriculture in Nitra, na Słowacji, w roku 2017 (5 tygodni) uczestniczyłam między innymi w opracowywaniu receptur produktów zbożowych, na przykładzie batonów.

W swoim dorobku mam także udział w dwóch stażach przemysłowych, które odbyłam w cukierni „CHODAKOWIANKA” w Sochaczewie (2 tygodnie) oraz w piekarni SPC w Warszawie (4 tygodnie) w roku 2008.

W ramach moich zainteresowań naukowych współpracuję także z innymi ośrodkami naukowymi, między innymi z Uniwersytetem Technologiczno-Humanistycznym im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, w ramach czego powstały publikacje w czasopiśmie wymienionych w bazie Journal Citation Reports (Zał. 4 II.A.3,5-6), Uniwersytetem Rzeszowskim oraz Wydziałem Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, a wyniki współpracy zostały zaprezentowane na konferencji naukowej w formie posteru (Zał. 4 III.B.36).

W roku 2018 brałam czynny udział jako wykonawca w projekcie „Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: Badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami w celu poprawy cech i parametrów sensorycznych produktów przetwórstwa owoców i warzyw ekologicznych z uwzględnieniem zachowania składników odżywczych otrzymywanych produktów”, w ramach badań na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowanych przez MRiRW. Moja rola polegała na opracowaniu metodyki badań tekstury i wykonaniu oznaczeń. Obecnie biorę udział w projekcie naukowym „Opracowanie systemu monitorowania marnowanej żywności i efektywnego programu racjonalizacji strat i ograniczania marnotrawstwa żywności”, akronim: PROM, finansowanym przez NCBiR w ramach konkursu Gospostrateg 1/385753/1NCBR/2018. Zakres prac, w których uczestniczę

jako wykonawca, obejmuje opracowanie metody badania tekstury i wykonaniu tych oznaczeń, różnych kategorii żywności, która jest przechowywana dłużej niż deklarowana przez producenta data minimalnej trwałości. Celem tych działań jest wyznaczenie faktycznej daty decydującej o bezpieczeństwie żywności.

W wyniku mojej działalności naukowej został zgłoszony do Urzędu Patentowego RP wniosek o udzielenie patentu na wynalazek (numer: P.426674) Sposób wytwarzania wyrobu ciastkarskiego, zakres terytorialny ochrony patentowej – Polska (Zał. 4 II.B.1).

Zostałam zaproszona do udziału w Komitecie Naukowym 10 konferencji (Zał. 4 III.Q), a od 2015 roku jestem stałym członkiem Komitetu Naukowego Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, której byłam przewodniczącą w latach 2007-2013 (Zał. 4 III.H). W czasie uczestniczenia w Komitetach Naukowych i uczestniczenia w innych konferencjach byłam powoływana do przewodniczenia sesjom referatowym oraz do komisji konkursowych oceniających wystąpienia i prezentowane postery.

Zdobytą wiedzę prezentowałam na licznych konferencjach międzynarodowych i krajowych, wygłaszając referaty i prezentując postery (łącznie 9 referatów i 42 postery).

Oprócz działalności naukowej moje działania skierowane są na obszar dydaktyczny i organizacyjny. W ramach działalności dydaktycznej prowadzę zajęcia na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych, na kierunku technologia żywności i żywienie, towaroznawstwo w biogospodarce i bezpieczeństwo żywności. Realizuję zajęcia laboratoryjne i wykłady z następujących przedmiotów: Technologii Specjalizacyjnej (w zakresie koncentratów spożywczych), Ogólnej Technologii Żywności Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Opakowań, Opakowalnictwa, Bezpieczeństwa opakowań, Współczesnych trendów w nauce o żywności i żywieniu, Dodatków do żywności aspekty technologiczne, Dodatki do żywności aspekty prozdrowotne, Żywności instant. Jestem współautorem siedmiu rozdziałów w skryptach (Zał. 4 II.D.49-55). Jestem koordynatorem przedmiotu Technologia Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych. Moja działalność dydaktyczna została doceniona, czego odzwierciedleniem są nagrody JM Rektora SGGW w Warszawie (Zał. 4 III.D).

Po 2012 roku opracowałam nowe wykłady z następujących przedmiotów: Technologia i higiena żywności pochodzenia roślinnego, Surowce pochodzenia roślinnego, Ocena jakości produktu i logistyka, Bezpieczeństwo opakowań, Opakowalnictwo i Opakowania żywności, Żywność instant oraz ćwiczenia laboratoryjne w ramach zajęć z: Przetwórstwa surowców roślinnych, Opakowalnictwa i Bezpieczeństwa opakowań., Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych oraz Technologii Specjalizacyjnej.

Poza obowiązkami wynikającymi z obciążenia dydaktycznego na Wydziale Nauk o Żywności prowadziłam wykłady, w zakresie popularyzacji nauki, na kursie pt. „Opakowanie źródłem wiedzy o produkcie spożywczym”, w ramach Uniwersytetu Otwartego SGGW, które umożliwiały słuchaczom poszerzenie wiedzy i zdobycie umiejętności interpretacji informacji zamieszczanych na opakowaniach żywności. Prowadziłam także zajęcia dla szkół średnich w ramach popularyzowania nauki. Prowadziłam także wykłady w ramach studiów podyplomowych „Podstawy Zarządzania Bezpieczeństwem i Jakością Żywności” zorganizowanych przy Wydziale Nauk o Żywności SGGW w Warszawie. W 2017 roku brałam także udział w Targach Żywności Euro Food, 2017, podczas których celem było Wydziału Nauk o Żywności oraz popularyzacja wiedzy z zakresu technologii żywności (Zał. 4 III.I.1-5). W 2014 roku zostałam powołana jako sekretarz do zespołu wybierającego najlepszą publikację w czasopiśmie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. W 2018 roku uczestniczyłam także jako członek Komitetu oceniającego dorobek Kół Naukowych SGGW podczas Przeglądu Dorobku Kół Naukowych (Zał. 4 III.J.1-5).

Byłam do tej pory opiekunem naukowym 5 prac magisterskich i promotorem 63 prac dyplomowych, w tym 24 prac magisterskich i 39 prac inżynierskich. Zostałam także powołana na recenzenta prac dyplomowych przy Wydziale Nauk o Żywności SGGW w Warszawie. Jestem promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim (Zał. 4 III.K).

W 2016 roku zostałam powołana na opiekuna roku studentów Wydziału Nauk o Żywności na kierunku Towaroznawstwo (Zał. 4.III.Q).

W ocenie studentów otrzymywałam oceny od 4,5 wzwyż w 5-punktowej skali oceniania. A w roku 2018 zostałam nominowana do plebiscytu, organizowanego przez Radę Uczelnianą Samorządu Studentów SGGW w Warszawie, Mistrzowie Edukacji.

W obszarze działalności organizacyjnej moje działania skupiają się między innymi wokół Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności (PTTŻ), którego jestem członkiem od 2001 roku, byłam członkiem Zarządu Głównego PTTŻ w latach 2007-2010. W latach 2007-2010 byłam przewodniczącą Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ. A od roku 2018 jestem wiceprzewodniczącą Sądu Koleżeńskiego, byłam członkiem Euro Fed Lipid (European Federation of The Lipid Science and Technology) w latach 2002-2005. W latach 2006-2010 byłam członkiem Komisji Rewizyjnej Polskiej Izby Dodatków do Żywności oraz członkiem Komisji Chemii, Biochemii, Analizy Żywności Komitetu Nauk o Żywności PAN w latach 2007-2010 (Zał. 4 III.H.1-4). W roku 2016 zostałam wybrana na członka Rady Wydziału, jako przedstawiciel adiunktów. Funkcję tę pełnię obecnie i uczestniczę w podejmowaniu ważnych dla wydziału decyzji. W 2018 roku zostałam powołana na członka Komisji Dydaktycznej Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie, w której uczestniczę w opracowywaniu dokumentacji dydaktycznej nowych programów studiów, w tym sylabusów przedmiotowych.

Brałam czynny udział w organizowaniu 11 konferencji naukowych (Zał. 4.III.C) oraz Dni SGGW (w latach 2010, 2012, 2013, 2015, 2017) (Zał. 4.III.Q). Wśród organizowanych konferencji należy wymienić cykliczną konferencję Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, w której organizowaniu uczestniczyłam 9 razy (Zał. 4 III.C.1-5,7-10). W maju 2010 roku brałam udział w organizowaniu Międzynarodowej konferencji „Using Science to Drive Success in the Food Market” w Warszawie przy okazji Targów Food Ingredients Central @ Eastern Europe (Zał. 4 III.C.6). Konferencja ta była organizowana przy współudziale Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, a swoim patronatem objął tę konferencję prof. dr h. multi Antoni Rutkowski. Uczestniczyłam także w organizowaniu wydarzeń odbywających się na Wydziale nauk o Żywności SGGW w Warszawie. Tymi wydarzeniami były Zjazd Absolwentów Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w 2011 roku oraz obchody 200 lecia SGGW w Warszawie, przy okazji których zorganizowano obchody 55 lecia Wydziału Nauk o Żywności, w których brałam czynny udział.

Podczas Dni SGGW w latach natomiast brałam udział w przygotowywaniu stoisk związanych z promocją Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie i przekazywałam zainteresowanym informacje dotyczące naszego wydziału oraz z zakresu technologii tłuszczów i koncentratów spożywczych.

Biorę także udział w projekcie o nazwie „Projekt nowoczesnego Centrum Badawczo-Rozwojowego Żywności i Żywienia SGGW” dofinansowany z funduszy unijnych z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020, w którym współuczestniczyłam w opracowywaniu linii technologicznych oraz przygotowuję dokumentację do przetargu związaną z zakupem sprzętów do tego centrum.

Oprócz wymienionych aktywności, współuczestniczyłam w przeprowadzeniu procedury przetargowej związanej z zakupem teksturometru TA.XTplus (STABLE MICRO SYSTEM) dla Zakładu Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych. Jestem osobą powołaną, z Wydziału Nauk o Żywności, i przeszkoloną, do udzielania pierwszej pomocy. Zajmuję się także monitorowaniem finansowych przychodów i rozchodów w Zakładzie Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych.

Jestem opiekunem pracowni właściwości fizycznych produktów. Opracowałam i przygotowałam stanowiska do oznaczania tekstury i aktywności wody produktów spożywczych. Uczestniczyłam w szkoleniach dotyczących analizy tekstury (firmy Stable Micro System) i właściwości reologicznych (firmy Brookfield), obsługi Lumisizera (firma LUM GmbH) oraz obsługi programu STATISTICA (firma StatSoft) umożliwiającego opracowanie wyników badań naukowych.

Podsumowując mój dorobek naukowy składa się z:

- 12 artykułów w czasopismach wymienionych w bazie Journal Citation Reports (wszystkie po doktoracie),
- 25 artykułów wymienionych w części B wykazu MNiSW (22 po doktoracie),
- 7 rozdziałów w monografii naukowej (5 po doktoracie),
- 1 zgłoszenia patentowego o zasięgu krajowym (po doktoracie),
- 3 referatów wygłoszonych na międzynarodowych konferencjach tematycznych,
- 6 referatów wygłoszonych na krajowych konferencjach tematycznych,
- 42 komunikatów naukowych (posterów) (33 po doktoracie),
- 4 staży naukowych (wszystkie po doktoracie),
- 2 ekspertyz,
- 43 recenzji artykułów o zasięgu krajowym i międzynarodowym,
- Udziału w 2 projektach badawczych jako wykonawca (po doktoracie),
- 1 promotorstwa pomocniczego pracy doktorskiej

Podsumowanie scjentometryczne moich osiągnięć naukowych przedstawia się następująco:

- Punkty MNiSW 537 (w tym 511 po doktoracie)
- Sumaryczny IF=14,246 (całość po doktoracie)
- Liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 20 (według bazy Scopus 30)
- Indeks Hirsha według bazy Web of Science wynosi 3 (według bazy Scopus 4)

