**AUTOREFERAT**

1. Imię i nazwisko:

**MAŁGORZATA KOWALSKA**

1. Posiadane dyplomy (stopnie naukowe):

**2004 rok**- doktor nauk rolniczych, dyscyplina: technologia żywności i żywienie człowieka, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – Warszawa.

**1994 rok** – magister inżynier, kierunek: technologia chemiczna, Wydział Materiałoznawstwa i Technologii Obuwia, Wyższa Szkoła Inżynierska (WSI) w Radomiu.

1. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

**1993 – 1994** – student stażysta w Katedrze Garbarstwa, Wydział Materiałoznawstwa i Technologii Obuwia, WSI Radom.

**1994 – 2004** – asystent w Katedrze Chemii, Zakład Chemii Fizycznej, Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Politechnika Radomska (wcześniej WSI).

**2000 – 2004** – studia doktoranckie na wydziale Technologii Żywności w Katedrze Chemii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego – w Warszawie (pozostając w pełnym wymiarze pracy w Politechnice Radomskiej).

**2004** – do chwili obecnej - adiunkt w Katedrze Chemii, Zakład Chemii Fizycznej Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu (wcześniej Politechnika Radomska).

1. Wskazanie osiągniecia stanowiącego podstawę postepowania habilitacyjnego:
2. Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm. Dz. U z 2005r. nr 164, poz 1365 oraz Dz.U z 2011r, nr 84, poz.455) jest jednotematyczny cykl publikacji naukowych pt.

**Wielokierunkowe badania właściwości modelowych układów emulsyjnych zawierających tłuszcze spożywcze stabilizowane lecytyną lub emulgatorami wytworzonymi w procesie przeestryfikowania enzymatycznego.**

b) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

1. **Kowalska M., Żbikowska A. Szerling K.: Application of modified fats by enzymatic interestrification in emulsions. Italian Journal of Food Science. 2011, 23, 136-144, (IF=0,530).**

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzonym eksperymentem, wykonanie część badań (badanie wielkości i rozkładu cząstek emulsji, przeprowadzenie procesu przeestryfikowania), udział w opracowaniu i interpretacji wyników, formułowanie ostatecznych wniosków, tłumaczenie artykułu, opracowanie odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 60%.*

1. **Kowalska M**., Żbikowska A.: Application of a laser diffraction method for determination of stability of dispersion systems in food and chemical industry. Journal of Dispersion Science and Technology. 2013, 34, 1447–1453, **(IF=0,628).**

*Wkład własny: autor koncepcji badań, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, wykonanie znacznej części eksperymentu, (badanie wielkości i rozkładu cząstek emulsji), opracowanie wykresów, napisanie i tłumaczenie artykułu, opracowanie odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 75%.*

1. **Kowalska M.**, Zbikowska A., Śmiechowski K., Marciniak-Łukasiak K.: Wpływ ilości lecytyny słonecznikowej i czasu homogenizacji na stabilność emulsji spożywczej zawierającej olej z orzechów włoskich. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2014, 1(92), 78-91.

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzanym eksperymentem, wykonanie część badań (badanie wielkości i rozkładu cząstek emulsji, badanie struktury układów dyspersyjnych), udział w opracowaniu i interpretacji wyników, formułowanie ostatecznych wniosków, napisanie manuskryptu, opracowanie odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 65%.*

1. **Kowalska M.**, Krztoń-Maziopa A.: pH effect on viscoelastic behavior and physicochemical properties of walnut oil emulsions. Applied Rheology. 2014, 24, 4, **36-43**, **(IF=1,592).**

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzanym eksperymentem, wykonanie analizy wielkości cząstek układów dyspersyjnych, badań struktury układów, częściowy udział w opracowaniu i interpretacji wyników, częściowe przygotowanie manuskryptu, udział w opracowaniu odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 50%.*

1. **Kowalska M.,** Żbikowska A., Kowalski B.: The properties of water based emulsions formed from enzymatically interesterified blends of mutton tallow and rapeseed oil. Journal of the American Oil Chemists'  Society. 2014, 91, 1703-1710, **(IF=1,62).**

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzanym eksperymentem, wykonanie analizy wielkości cząstek układów dyspersyjnych, przeprowadzenie procesu przeestryfikowania, oznaczenie liczby kwasowej, temperatury mięknięcia, zawartości frakcji polarnej i niepolarnej tłuszczów, udział w interpretacji wyników, przygotowanie manuskryptu, tłumaczenie artykułu. Udzielenie i opracowanie odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 70%.*

1. **Kowalska M.,** Paździor M., Śmiechowski K.: Wykorzystanie programu komputerowego opartego na metodzie Kleemana jako narzędzia pozwalającego uzyskać stabilną emulsję spożywczą. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego. 2014, 24/44, (1), 41-47.

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzanym eksperymentem, wykonanie eksperymentu, udział w opracowaniu i interpretacji wyników, formułowanie ostatecznych wniosków, przygotowanie manuskryptu. Mój udział w pracy wynosi 80%.*

1. **Kowalska M.,** Żbikowska A., Marciniak-Łukasiak K., Śmiechowski K.: Stability and the distribution of droplets in walnut oil water based emulsions formed at different pH. Journal of Dispersion Science and Technology. 2015, 36, 740-746, **(IF=0,705).**

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzanym eksperymentem, wykonanie analizy wielkości cząstek układów dyspersyjnych, badań struktury układów, udział w opracowaniu i interpretacji wyników, formułowanie ostatecznych wniosków, przygotowanie manuskryptu. Częściowy udział w odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 60%.*

1. **Kowalska M.,** Żbikowska A., Tarnowska K.: Stability of emulsions containing interesterified fats based on mutton tallow and walnut oil. Journal of the American Oil Chemists'  Society. DOI 10.1007/s11746-015-2659-7, **(IF=1,62).**

*Wkład własny: pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie i kierowanie przeprowadzanym eksperymentem, wykonanie emulsji, wykonanie analizy wielkości cząstek układów dyspersyjnych, przeprowadzenie testu Turbiscan, określenie struktury układów emulsyjnych, przygotowanie części literaturowej manuskryptu, interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu, tłumaczenie artykułu. Udzielenie i opracowanie odpowiedzi na recenzje. Mój udział w pracy wynosi 60%.*

*Razem osiągnięcie:* ***154 pkt, 6,695 IF***

c) Omówienie celu naukowego w/w prac, osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

**Wprowadzenie**

Obecnie produktom spożywczym stawiane są coraz większe wymagania w zakresie jakości oraz ich właściwości fizykochemicznych. Tłuszcze pozyskane bezpośrednio z surowców roślinnych czy zwierzęcych nie zawsze spełniają oczekiwania żywieniowców czy konsumentów. Z tego względu poddaje się je licznym modyfikacjom, mającym na celu uzyskanie nowych produktów o pożądanych i korzystnych cechach oraz właściwościach (określonej plastyczności, temperaturze topnienia, formie krystalicznej czy składzie). Jednym z takich procesów pozwalających otrzymać nowe tłuszcze, nie mające swoich odpowiedników w przyrodzie, jest przeestryfikowanie enzymatyczne. Katalizatorami tego procesu są specyficzne lipazy. Przeestryfikowanie enzymatyczne pozwala modyfikować właściwości tłuszczów w szerokim zakresie. Synteza tłuszczu drogą przeestryfikowania enzymatycznego jest procesem stosunkowo powolnym. Trwa od kilku do kilkunastu godzin, co pozwala łatwo nim sterować. Jest to technologia przyjazna środowisku, ponieważ praktycznie nie pozostawia odpadów. Przeestryfikowanie enzymatyczne, stwarza również możliwość lepszego wykorzystania tłuszczów odpadowych przemysłu spożywczego, np. łoju wołowego czy baraniego. Przeestryfikowanie wymienionych tłuszczów z olejami roślinnymi pozwala na ulepszenie ich właściwości użytkowych i żywieniowych poprzez wzbogacenie ich w nienasycone kwasy tłuszczowe. Ze względu na charakterystyczny skład triacylogliceroli, łój wołowy charakteryzuje się wysoką stabilnością oksydatywną. Łój barani również należy do tłuszczów stałych (twardych), jednak z punktu widzenia żywieniowego skład jego kwasów tłuszczowych jest bardziej atrakcyjny niż łoju wołowego. Zawiera więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych, ponad dwa razy mniej kwasu palmitynowego oraz o połowę mniej kwasu stearynowego w porównaniu do łoju wołowego. W stosunku do innych tłuszczów stałych (smalec, łój wołowy) łój barani zawiera najwięcej cennego kwasu rumenowego (CLA). Kwas ten nawet przy bardzo małych dawkach ma działanie przeciwmiażdżycowe, hamuje proces karcinogenezy redukuje tkankę tłuszczową, a także reguluje prawidłowe funkcjonowanie układu immunologicznego. Tłuszcz barani posiada swoisty smak i zapach, które są często nieakceptowane przez konsumentów i dlatego jego zastosowanie kulinarne i spożywcze jest mocno ograniczone. Producenci baraniny najczęściej sprzedają go razem z mięsem. Aby uatrakcyjnić mięso baranie należałoby od niego oddzielić łój. Następnie można poprawić parametry jakościowe łoju baraniego poprzez modyfikacje.

Obecnie, największy udział w spożyciu tłuszczów mają oleje roślinne. Wyparły one z jadłospisu tłuszcze stałe. Najbardziej popularne i najczęściej wykorzystywane w obróbce kulinarnej są oleje: rzepakowy, słonecznikowy, sojowy, palmowy. Coraz częściej używane są też oleje dotychczas mało popularne np. olej z orzechów włoskich. Charakteryzuje się on wysoką zawartością kwasów: linolowego, oleinowego, linolenowego. Duża zawartość tych kwasów czyni go atrakcyjnym i pożądanym składnikiem diety. Jego spożycie staje się czynnikiem zmniejszającym ryzyko wystąpienia choroby wieńcowej serca, a wysoka zawartość naturalnych antyoksydantów sprawia, że ma on właściwości antykancerogenne wobec niektórych typów nowotworów.

Emulsje to układy powszechnie wykorzystywane w przemyśle spożywczym. Najczęściej występują w dwóch postaciach: jako układy olej w wodzie (o/w) lub woda w oleju (w/o). Z punktu widzenia termodynamicznego emulsje należą do układów nietrwałych. Aby uzyskać trwały układ emulsyjny należy dodać emulgatory i/lub modyfikatory lepkości oraz właściwie dobrać parametry mające kluczowe znaczenie w stabilizowaniu emulsji, tj. czas i ilość obrotów podczas homogenizacji a także temperaturę w której przygotowuje się emulsje. Recepturę i parametry technologiczne wytwarzania stabilnej emulsji można dobierać w sposób empiryczny lub wykorzystując komputerowe programy optymalizacji. Pierwszy sposób jest długotrwały i kosztowny. Drugi, polegający na zastosowaniu odpowiedniej metody optymalizacji może prowadzić do skrócenia czasu i redukcji zaangażowanych środków. W pracy zastosowano do programowania parametrów stabilnego, układu emulsyjnego program optymalizacyjny oparty na metodzie Kleemana. Zaproponowana metoda dotychczas była stosowana do optymalizacji parametrów i substancji dodawanych w procesie garbowania skór (m.in. czasu trwania garbowania, ustalania pH, dobóru ilości garbnika i.in). Ponieważ zastosowanie tej metody związane jest z wykorzystaniem surowców naturalnych, które charakteryzują się brakiem powtarzalności, zaproponowano wykorzystanie jej do układów emulsyjnych zawierających m.in. naturalne surowce. Przeprowadzenie badań dotyczących stabilności w czasie modelowych emulsji spożywczych, a nastepnie sprawdzenie skuteczności programu komuterowego opartego na metodzie Kleemana wydaje się zasadne z punktu wiedzenia ekonomicznego, długości prowadzenia eksperymentu oraz łatwiejszego i pewniejszego projektowania stabilnego produktu. Właściwe jest więc zaproponowanie skutecznej i szybkiej metody pozwalającej zaprojektować modelowy układ emulsjny. Wprowadzenie pozostałych składników recepturowych do układu tj; zapachów, przypraw, czy barwników pozwoli na otrzymanie końcowego produktu (np. spożywczego) zaprojektowanego wg. określonych preferencji konsumetów.

**Hipotezy badawcze i cel badań**

Produkty spożywcze mają często charakter układów dyspersyjnych. Do ich wytworzenia najczęściej wykorzystywane są syntetyczne emulgatory. Zarówno w Europie jak i na świecie coraz bardziej popularny jest pogląd, że produkty których składniki powstają w sposób naturalny, bez udziału substancji syntetycznych są korzystniejsze dla zdrowia, dlatego cieszą się rosnącym zainteresowaniem. Moje wcześniejsze badania wykazały, że poprzez zmianę paramentów procesu przeestryfikowania enzymatycznego można otrzymać nowe tłuszcze o różnym składzie i udziale tri-, di- i monoacylogliceroli (TAG, DAG, MAG). W dostępnej literaturze naukowej brak jest doniesień dotyczących wykorzystania tłuszczów enzymatycznie przeestryfikowanych do wytwarzania emulsji bez udziału syntetycznych substancji emulgujących. Dążąc do otrzymania wysokiej jakości, trwałego układu dyspersyjnego z wykorzystaniem naturalnie powstających mono- i diacylogliceroli przeprowadziłam kompleksowe badania opublikowane w postaci osiągniecia naukowego.

**Głównym celem badań** była analiza i ocena parametrów wpływających na stabilność i trwałość modelowych układów dyspersyjnych oraz opracowanie optymalnego składu i warunków procesu homogenizacji emulsji tłuszczowych stabilizowanych lecytyną bądź naturalnymi emulgatorami powstającymi podczas przeestryfikowania enzymatycznego.

Na podstawie przeglądu literatury i wyników wcześniejszych własnych prac sformułowano: **hipotezy badawcze:**

1. Średnia wielkość cząstek oznaczona metodą dyfrakcji laserowej może być podstawowym wyznacznikiem pozwalającym wiarygodnie ocenić stabilność układów emulsyjnych.
2. Możliwe jest otrzymanie stabilnych układów emulsyjnych z udziałem rzadko stosowanego w emulsjach spożywczych oleju z orzechów włoskich.
3. Przy ustalaniu składu oraz parametrów homogenizacji emulsji celowe jest wykorzystanie programu optymalizacyjnego „KATESKÓR” opartego na metodzie Kleemana.
4. Proces przeestryfikowania enzymatycznego łoju wołowego czy baraniego z olejami roślinnymi pozwoli uzyskać nowe tłuszcze o korzystnym profilu kwasów tłuszczowych.
5. Naruszenie równowagi pomiędzy reakcją przeestryfikowania enzymatycznego a hydrolizą tłuszczu poprzez dodatek wody do preparatu enzymatycznego na początku procesu spowoduje wytworzenie dodatkowej ilości frakcji polarnej zawierającej mono- i diacyloglicerole.
6. Układy emulsyjne powstałe na bazie tłuszczów przeestryfikowanych zawierających naturalne emulgatory wytworzone podczas przeestryfikowania mogą być stabilne.

**Omówienie wyników:**

Głównym elementem mojego osiągnięcia naukowego była analiza modelowych układów dyspersyjnych, a w szczególności niekorzystnych zmiany jakie w nich zachodzą. Pogorszenie trwałości produktu zauważalne jest przez konsumenta na bardzo późnym etapie, czyli wtedy kiedy nastąpi całkowite zniszczenie układu – załamanie emulsji. Zastosowanie szybkiej, niezawodnej metody pozwalającej precyzyjnie określić stan emulsji ma dużą wartość aplikacyjną.

**Wykorzystanie metody dyfrakcji laserowej do oznaczania średniej wielkości cząstek układów emulsyjnych**

W publikacji 2 przestawiono metodę dyfrakcji laserowej jako narzędzie wykorzystywane w ocenie stanu produktu emulsyjnego. Wykazano, że zaproponowana metoda może być wykorzystywana w ocenie towaroznawczej gotowych produktów handlowych ale również półproduktów nad którymi prowadzono badania. Metoda pozwala na określenie zmian średniej wielkości cząstek fazy zdyspergowanej, a tym samym pozwala określić zmiany fizyczne zachodzące w układzie. Badane w pracy układy emulsyjne (emulsje napojowe, majonezowe, kosmetyczne, emulsje majonezowe o obniżonej zawartości tłuszczu, emulsje natłuszczające stosowane w przemyśle chemicznym) charakteryzowały się szerokim przedziałem wielkości cząstek emulsji (od 1,31 do 99,70 µm) i różniły się istotnie statystycznie w obrębie badanej grupy produktów. Najmniejszą średnią wielkością cząstek charakteryzowały się spożywcze napojowe układy emulsyjne, zaś największą średnią wartość wielkości cząstki wykazano dla kosmetycznych układów dyspersyjnych. Rozkład cząstek dla każdej grupy badanych produktów był zróżnicowany. Stwierdzono obecność od 1 do 4 frakcji w układzie biorąc pod uwagę wszystkie analizowane emulsje. Największe jednak zróżnicowanie cząstek zaobserwowano dla spożywczych emulsji napojowych. Wartość współczynnika dyspersyjności tych układów była wysoka (3,60 - 12,33) co potwierdzało szeroki rozrzut cząstek fazy zdyspergowanej układów. Wysoka wartość współczynnika dyspersyjności została zaobserwowana również dla emulsji majonezowej 1 (zawartość tłuszczu w produkcie 80%) (56,44). Jej średnia wielkość cząstki była najwyższa ze zmierzonych w tej grupie produktów (65,12µm). Znajomość średniej wielkości cząstek danego produktu pozwala na ocenę takiego produktu jak również na określenie jego przeznaczenia. W pracy wykazano również, że znajomość średniej wielkości cząstek fazy zdyspergowanej układów dyspersyjnych może być pomocna w fazie projektowania produktów. Otrzymanie niezadawalającej średniej wielkości cząstek czy rozkładu emulsji podczas wstępnych badań nad uzyskaniem stabilnego układu emulsyjnego pozwala na ewentualną zmianę doboru składników emulsji (ilości emulgatora, modyfikatora lepkości) oraz na regulację parametrów emulsji tj. czasu i obrotów homogenizatora. Możliwe jest więc wypracowanie takiego składu emulsji o specyficznych i unikatowych właściwościach oraz co istotne stabilnym charakterze. Podsumowując zaprezentowane w pracy wyniki rozkładu i średniej wielkości cząstek stwierdzono, że zastosowanie powyższej metody ma charakter interdyscyplinarny. Metoda dyfrakcji laserowej daje szansę właściwej, dokładnej oceny trwałości i stabilności układów dyspersyjnych. Pozwala ona na szybką ocenę stanu produktu. Stosowanie jej w tego typu oznaczeniach jest jak najbardziej wiarygodne i uzasadnione. W publikacji 2 dowiedziono również, że pH jest czynnikiem wpływającym w istotny sposób na rozkład emulsji, średnią wielkość cząstek oraz współczynnik dyspersyjności. Zaobserwowano, że dla emulsji natłuszczającej stosowanej w przemyśle chemicznym najbardziej stabilne układy były w przedziale pH 5,5-7,5. Wartość współczynników dyspersyjności w podanym zakresie pH była 0,60 - 0,94 i należała do najniższych prezentowanych w pracy. Rozkład każdej z tych emulsji w pH 5,5; 6,5; 7,5; był jednofrakcyjny. Średnia wielkość cząstek tych emulsji była na porównywalnym poziomie (56,78-61,44µm) nieznacznie różniąca się statystycznie, ale z kolei wyższym poziomie niż pozostałe emulsje w wyższym i niższym pH.

**Ocena stabilności modelowych układów emulsyjnych zawierających rzadko stosowany w emulsjach tłuszczowych olej z orzechów włoskich.**

W publikacji 7 opisano układy emulsyjne będące produktami nowatorskimi, w których wykorzystano olej z orzechów włoskich. Wybór oleju z orzechów włoskich podyktowany był jego korzystnym składem głównych kwasów tłuszczowych (KT): 7,89% nasyconych KT (palmitynowego i stearynowego), 92,11% nienasyconych KT (17,63% kwasu oleinowego, 59,5% kwasu linolowego i 14,98% kwasu alfa-linolenowego). Obecność przeciwutleniaczy (tokoferolii) oraz atrakcyjny smak i zapach oleju również zadecydowały o wyborze tego surowca do badań. W pracy zastosowano lecytynę słonecznikową w roli emulgatora i składnika poprawiającego strukturę emulsji ze względu na jej potencjalnie korzystne znaczenie żywieniowe. Ze względu na zgodność biologiczną, nietoksyczność, biodegradowalność i zdolność organizmu do jej metabolizowania lecytyna jest cennym żywieniowo składnikiem żywności, suplementów diety oraz preparatów do odżywiania pozajelitowego.

Wyniki opisane w publikacji 7 potwierdziły rezultaty przedstawione w publikacji 2. Wykazano, że pH jest ważnym czynnikiem mającym wpływ na stabilność układów emulsyjnych. Stwierdzono, że układ o pH=6 cechował się najmniejszą średnią wielkość cząstki, która zmieniła się jedynie o 0,4 μm podczas czterotygodniowego okresu przechowywania. Wykazano w nim, obecność jednej frakcji przez cały okres przechowywania wskazując również jej monodyspersyjny charakter. W prezentowanej pracy wszystkie otrzymane układy miały małe średnie wielkości cząstek, które mieściły się w przedziale od 2,80 do 3,73 μm. Wartości średniej wielkości cząstek wszystkich badanych emulsji poza układem o pH=6 różniły się istotnie statystycznie, podczas całego okresu przechowywania. Zmiany istotne statystycznie wykazano również w przypadku lepkości analizowanych emulsji. Jednak najmniejsze zmiany tego parametru, podczas czterotygodniowego okresu przechowywania, stwierdzono dla emulsji o pH=6. Emulsja ta charakteryzowała się największą wartością tego parametru. Analizując rozkład wszystkich modelowych emulsji stwierdzono, że podczas całego okresu przechowywania cechowały się one stosunkowo wąskim zakresem wielkości cząstek fazy rozproszonej (1-10 μm). Takie układy, których cząstki są małe, a rozkład ich wielkości wąski, zdecydowanie wolniej ulegają destabilizacyjnym zmianom takim, jak: flokulacja, koalescencja, dojrzewanie Oswaldowskie czy sedymentacja.

Właściwa stabilność układu dyspersyjnego przy pH=6 została również potwierdzona testami reologicznymi (publ.4). Stwierdzono, że najbardziej stabilną emulsję uzyskano w warunkach lekko kwaśnego odczynu (pH = 6), które sprzyjało formowaniu drobnych, jednolitych kropel nie wykazujących skłonności do koagulacji w warunkach otoczenia. W stabilnych warunkach emulsje wytworzone na bazie oleju orzechowego tworzyły metastabilną, żelowatą mikrostrukturę, o czym świadczył szeroki zakres liniowej lepkosprężystości z niewielkimi deformacjami (publ. 4). Krzywe płynięcia rozpatrywanych emulsji wskazywały na powstawanie płynów pseudoplastycznych przy umiarkowanych prędkościach ścinania. Zaobserwowano, że lepkość emulsji ulegała zmniejszeniu z tendencją do lepkości granicznej przy większych obciążeniach. Stabilność badanych układów emulsyjnych została także przedstawiona poprzez dominację pamięci modułu G’ nad modułem G" w szerokim zakresie częstotliwości i małym nachyleniu G’ przy niskich częstotliwościach. Zaobserwowano również, że emulsje przygotowane w kwaśnym i zasadowym pH (4,0 i 8,0) nie wykazały cech destabilizacji (koalescencji) podczas ścinania przy zadanej szybkości ścinania 100 s-1 w całym zakresie temperatury 20-60°C. W emulsjach przygotowanych przy trzech wielkościach pH: 5,0; 6,0 i 7,0 zaobserwowano pojawienie się charakterystycznego minimum na krzywej lepkości pozornej co wskazało na termicznie indukowane zaburzenia cząstek, a w konsekwencji degradację układu emulsyjnego. Szczegółowe omówienie tych zagadnień zamieszczono w publikacji 4. Reasumując powyższe omówienie rezultatów trzech publikacji (publ. 2, 4, 7) stwierdzono, że odczyn środowiska jest czynnikiem zwiększającym trwałość układów emulsyjnych. Empirycznie określone pH, przy którym wykazano największą trwałość układów emulsyjnych, było pierwszym etapem w formowaniu modelowego stabilnego układu emulsyjnego.

W kolejnych badaniach zmierzających w kierunku dalszej optymalizacji składu oraz określenia optymalnych parametrów procesu wytwarzania emulsji wykorzystano informacje o trwałości układów emulsyjnych w pH = 6,0 i wszystkie nowowytworzone układy miały lekko kwaśny odczyn. W publikacjach 3 i 6 scharakteryzowano po sześć układów emulsyjnych otrzymanych przy udziale różnej ilości substancji stabilizujących oraz różnego czasu homogenizacji. W obu publikacjach wykorzystano program optymalizacyjny KATESKÓR oparty na metodzie Kleemana. Metoda ta nie była dotychczas wykorzystywana do ustalania składu modelowych, spożywczych emulsji tłuszczowych. Pozwala ona na jednorazowy pomiar kilku różnych wariantów układu dyspersyjnego. Ocena stabilności takiego układu przeprowadzona tradycyjnymi metodami badawczymi wymagałaby przeprowadzenia kilku lub kilkunastu oznaczeń np. monitorowania średniej wielkości cząstek, współczynnika dyspersyjności, określenia lepkości czy określenia rozkładu emulsji zadanych układów przez dłuższy okres czasu. Zaadaptowanie metody na potrzeby pracy umożliwiało badanie sześciu układów przy dwóch zmiennych parametrach. Aby uzyskać kompromisowe optimum wybierano wartości graniczne zmierzonych parametrów i przy użyciu programu opracowano zakres zadanych parametrów, dla których emulsja powinna wykazywać charakter stabilny. Stosując program optymalizacyjny ustalono ilości wybranego emulgatora i zastosowanego zagęstnika oraz określono czas homogenizacji, przy którym układ wykazał wysoką stabilność (publ. 3, 6). W publikacji 3 zastosowano dwie zmienne. Ilość emulgatora była następująca: (dwie próbki 2,5g; jedna próbka 5,0g; jedna próbka 7,5g; dwie próbki 7,5g), natomiast czas homogenizacji zmieniał się następująco: (dwie próbki homogenizowane: 1 min; dwie próbki: 3min; dwie próbki: 5 min). Każda emulsja była przygotowywana jako 100-gramowy układ. W przedstawionych badaniach przyjęty model stabilnego układu emulsyjnego charakteryzował się następującymi parametrami: lepkość – 21 Pa·s, liczba frakcji – 1,5, współczynnik dyspersyjności – 1,06, średnia wielkość cząstek emulsji – 3,3 µm, wartość współczynnika K90% – 4,8. W pracy otrzymano kompromisowe optimum parametrów wejściowych: gdzie zawartość emulgatora (lecytyny słonecznikowej) mieściła się w zakresie od 5,87 do 6,52 g (przyjmując masę emulsji 100g) a czas homogenizacji powinien być od 1,52 do 4,78 minut. Kompromisowe optimum parametrów charakteryzowało zadane parametry dla których modelowy układ dyspersyjny powinien być przygotowany aby wykazywał największą i długoterminową stabilność. Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzono, że emulsja zawierająca 5,00g lecytyny słonecznikowej i homogenizowana przez 3,00 min. cechowała się parametrami zbliżonymi do wskazanych przez program. Oznaczało to, że jedynie ta emulsja z sześciu przedstawionych w pracy ma największą szansę uzyskać trwały układ emulsyjny. Wskazane przez program rozwiązanie zostało również potwierdzone przez wyniki badań prowadzone równolegle drogą empiryczną. Wspomniana emulsja charakteryzowała się najmniejszą średnią wielkością cząstki nieróżniącą się istotnie statystycznie, najniższym współczynnikiem dyspersyjności a jej rozkład wielkości cząstek fazy zdyspergowanej miał charakter monodyspersyjny (jednofrakcyjny) i był taki sam podczas dwóch kolejnych pomiarów (po 24h i 2 tygodniach przechowywania). Analiza mikroskopowa tej emulsji potwierdziła jednorodność i homogeniczność układu.

W publikacji 6 zastosowano zmienne: ilość karboksymetylocelulozy (dwie próbki: 0,3g: jedna próbka: 0,6g; jedna próbka: 0,9g; dwie próbki: po 1,2g) oraz czas homogenizacji (dwie próbki homogenizowane: 1,3min; dwie próbki homogenizowane: 3,9min; dwie próbki homogenizowane: 6,5min). W prezentowanych badaniach przyjęty model stabilnego układu emulsyjnego charakteryzował się następującymi parametrami: lepkość – 1000 mPa\*s; liczba frakcji – 1; współczynnik dyspersyjności – 1; średnia wielkość cząstek emulsji – 3,2 µm; rozrzut wielkości cząstek 4. Analiza komputerowa wykazała, że dodatek zagęstnika (karboksymetylocelulozy) powinien mieścić się w przedziale od 0,86 do 1,11g, a czas homogenizacji powinien wynosić od 2,64 do 3,90 minuty. Jedynie układ zawierający 0,90 g zagęstnika i homogenizowany przez 3,90 mieścił się w zakresie parametrów podanych przez program KATESKÓR. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że po 24h od wytworzenia emulsja ta charakteryzowała się najmniejszą średnią wielkością cząstek, najmniejszą wartością współczynnika dyspersyjności a rozkład wielkości cząstek fazy rozproszonej był monodyspersyjny i zdecydowanie najwęższy. Wszystkie emulsje były przygotowywane jako 100 gramowe układy.

Równolegle przeprowadzono badania pozwalające na optymalizacje ilości zagęstnika i liczby obrotów zadanych podczas homogenizacji emulsji oraz badania pozwalające ustalić optymalną ilości oleju i czasu homogenizacji. Rezultaty tych badań zostały przedstawione w drugiej części autoreferatu (w opisie innych przeprowadzonych prac naukowych) ponieważ zaproponowane jako baza tłuszczowa emulsji, tłuszcze spożywcze były składnikami preparatów kosmetycznych. Uzyskane rezultaty posłużyły do opracowania modelu emulsji, który był podstawą dla kompozycji emulsyjnych zawierających przeestryfikowane enzymatycznie tłuszcze.

Elementem nowatorskim tej części pracy była aplikacja programu optymalizacyjnego opartego na metodzie Kleemana do programowania parametrów stabilnego układu dyspersyjnego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że skład i parametry technologiczne wytwarzania stabilnych systemów emulsyjnych można dobierać nie tylko empirycznie ale także za pomocą optymalizacyjnych programów komputerowych. Wykorzystując techniki komputerowe można znacznie zmniejszyć nakłady pracy i koszty badań. Zaprezentowane powyżej prace potwierdziły słuszność założonych w pracy hipotez.

W tej części pracy wykazano również możliwość wykorzystania oleju z orzechów włoskich jako składnika emulsji. Dotychczas wykorzystanie tego tłuszczu jest mało popularne i raczej stanowi on produkt bezpośredniego spożycia.

**Ocena właściwości fizykochemicznych tłuszczów przeestryfikowanych enzymatycznie. Badania i ocena emulsji zawierających tłuszcze przeestryfikowane enzymatycznie z dodatkową ilością frakcji polarnej wytworzonej w procesie przeestryfikowania.**

Mając na uwadze lepsze wykorzystanie łoju wołowego i baraniego w przemyśle spożywczym podjęto badania mające na celu otrzymanie z tych surowców innowacyjnych produktów zgodnych z potrzebami i preferencjami konsumentów. Poprzez enzymatyczne przeestryfikowanie łoju wołowego z olejem słonecznikowym (publ.1) oraz łoju baraniego z olejem rzepakowym (publ. 5) i olejem z orzechów włoskich (publ. 8) uzyskano nowe tłuszcze, które poddano ocenie fizykochemicznej.

Przeestryfikowanie enzymatyczne jest technologią wykorzystywaną w przemyśle tłuszczowym do modyfikacji oraz optymalizacji struktury, jak i właściwości tłuszczów. Daje ono szansę wytworzenia zmodyfikowanych tłuszczów o korzystnym składzie żywieniowym oraz innych właściwościach fizykochemicznych. Właściwość selektywnej hydrolizy tłuszczu jakie wskazuje preparat enzymatyczny Lipozym IR RM wykorzystano do przeprowadzenia reakcji przeestryfikowania. Hydrolizuje on wiązania estrowe cząsteczek tłuszczów w pozycjach SN 1, 3. Produktem tej hydrolizy mogą być monoacyloglicerole, diacyloglicerole, wolne kwasy tłuszczowe jak również inne niezhydrolizowane triacyloglicerole. Hydroliza jest reakcją odwracalną, dlatego w warunkach ograniczonej ilości wody w systemie reakcyjnym, w przeciwnym kierunku zachodzi reakcja syntezy acylogliceroli. W przeprowadzonych badaniach celowo naruszono równowagę pomiędzy procesem przeestryfikowania a hydrolizą aby zwiększyć ilość powstającej w procesie frakcji polarnej. Ilość wody deklarowanej przez producenta w preparacie enzymatycznym wynosi 4%. W pracy zwiększono zawartość wody do 10,0 i 15,0% w preparacie enzymatycznym (publ. 1). Modyfikacji tłuszczowej poddano mieszaniny łoju wołowego i oleju słonecznikowego w następujących składach: (L:SFO 3:2 w/w) i (L:SFO 3:3 w/w). Tłuszcze wytworzone drogą modyfikacji enzymatycznej charakteryzowały się większą liczbą kwasową i ilością frakcji polarnej w stosunku do mieszaniny nieprzeestryfikowanej. Znacząco wyższą liczba kwasową (22,2 - 23,1mg KOH/g) oraz większą ilością frakcji polarnej (28-32%) charakteryzowały się mieszaniny przeestryfikowane w obecności preparatu Lipozymu IR RM w którym zawartość wody wynosiła 15%. Stwierdzono, że rodzaj mieszanki tłuszczowej nie wpływał znacząco na ilość wytworzonej frakcji polarnej. Przeestryfikowane tłuszcze wykorzystano jako bazę tłuszczową do wytworzenia modelowych układów emulsyjnych co stanowi element innowacji dotychczas nie spotkany przeze mnie w literaturze. Otrzymanych układów dyspersyjnych nie stabilizowano dodatkowym emulgatorem. Za zemulgowanie układów odpowiedzialne były jedynie emulgatory: monacyloglicerole (MAG) i diacyloglicerole (DAG) wytworzone w procesie przeestryfikowania. Ich wykorzystanie w roli emulgatorów było oryginalnym osiągnięciem omawianych badań. Najlepszą stabilność wykazały emulsje zawierające tłuszcze modyfikowane w obecności Lipozymu IR RM w którym zawartość wody była 15%. W pełni przeszły testy na stabilność: wirówkowy i temperaturowy. Średnia wielkość cząstek fazy zdyspergowanej różniła się nieznacznie statystycznie i była najmniejsza wśród przebadanych układów (L:SFO 3:2 – 4,74µm; L:SFO 3:3 – 3,96µm). Ich współczynniki dyspersyjności również należały do najniższych (L:SFO 3:2 – 2,8; L:SFO 3:3 – 2,5) a rozkłady wykazywały charakter monodyspersyjny -jednofrakcyjny.

W publikacji 5 opisano przebadane innowacyjne układy tłuszczowe zawierające w swoim składzie, dotychczas niespotkany przeze mnie w dostępnej literaturze przeestryfikowany enzymatycznie tłuszcz barani z olejem rzepakowym. Celem omawianych badań zamieszczonych w publikacji 5 było wytworzenie podczas przeestryfikowania tłuszczów o dostatecznej ilości frakcji polarnej, a w szczególności mono- i diacylogliceroli, które mogłyby stabilizować układy emulsyjne. Sporządzone mieszaniny różniły się wyjściowym składem tłuszczów oraz ilością wody dodanej do środowiska reakcji na początku procesu przeestryfikowania. Sporządzono mieszaniny zawierające znaczną przewagę tłuszczu baraniego nad olejem rzepakowym (3:1w/w) oraz mieszaninę, w której udział obu tłuszczów był równy (1/1w/w). Naruszenie równowagi pomiędzy właściwym przeestryfikowaniem a hydrolizą uzyskano dodając odpowiednio 8,0; 10,0; 15,0% wody do preparatu enzymatycznego na początku przeestryfikowania. Wykazano, że zmodyfikowane tłuszcze charakteryzowały się niższą odpornością oksydatywną w porównaniu do nieprzeestryfikowanej mieszaniny o tym samym składzie. Porównując z kolei otrzymane tłuszcze stwierdzono, że bardziej odporne na utlenianie były tłuszcze uzyskane podczas przeestryfikowania prowadzonego w obecności preparatu enzymatycznego z większą zawartości wody (10,0 i 15,0%). Wartości czasu indukcji zmierzone testem Rancimat dla tych mieszanin zarówno dla próbki tłuszczu (3:1w/w) i (3:3w/w) nie różniły się istotnie statystycznie. Natomiast porównując wartości czasu indukcji tych mieszanin pomiędzy różnymi składami tłuszczów (3:1w/w) i (3:3w/w) zaobserwowano nieznaczne różnice statystyczne. Temperatura topnienia nowych mieszanin tłuszczowych była niższa niż ich odpowiednich nieprzeestryfikowanych tłuszczów i malała dla tłuszczów powstałych podczas przeestryfikowania kiedy ilość wody wzrastała w preparacie enzymatycznym dodanym podczas przeestryfikowania. Najmniejszą temperaturę topnienia miała mieszanina zawierająca równe ilości tłuszczu twardego (L) i oleju (RSO) - przeestryfikowana w obecności biokatalizatora zawierającego 15,0% wody. Wykazano dla dwóch przeestryfikowanych mieszanin (L:RSO 3:1w/w), w których zawartość wody podczas przeestryfikowania w preparacie enzymatycznym była 8,0 i 10,0%, brak istotnych statystycznie zmian w wartościach temperatury topnienia. Dla pozostałych badanych mieszanin tłuszczowych zaobserwowano istotne statystyczne różnice w wartościach tego parametru.

Stwierdzono, że ilość frakcji polarnej zwiększyła się proporcjonalnie do ilości wody zaaplikowanej do preparatu enzymatycznego. Wykazano, że ilość frakcji polarnej nie była uzależniona od rodzaju mieszaniny tłuszczowej i przyjęto, że była porównywalna dla mieszanin otrzymanych w wyniku przeestryfikowania przy udziale preparatu enzymatycznego z tą samą ilością dodanej wody. Uzyskane ilości frakcji polarnej a tym samym frakcji niepolarnej wszystkich mieszanin tłuszczowych różniły się istotnie statystycznie (p<0,05).

Omówione wyniki wykazały, że możliwe jest otrzymanie nowych układów emulsyjnych na bazie przeestryfikowanej mieszaniny tłuszczu baraniego i oleju rzepakowego. Za innowacyjne działanie uznano również zaaplikowanie otrzymanych tłuszczów do modelowych układów emulsyjnych.

Podsumowując rezultaty badań zamieszczone w publikacji 5stwierdzono, że najbardziej stabilne emulsje otrzymano przy udziale tłuszczu modyfikowanego w obecności preparatu enzymatycznego, w którym zawartość wody wynosiła 15,0%. Emulsje, przy wytworzeniu których użyto tłuszczów otrzymanych w procesie przeestryfikowania z wykorzystaniem preparatu enzymatycznego, w którym zawartość wody wynosiła 10,0%, cechowała niewystarczająca stabilność. Wynik testu temperaturowego tych emulsji wypadł pozytywnie, natomiast podczas testu wirówkowego nastąpiło załamanie emulsji. Całkowicie niestabilne okazały się emulsje powstałe na bazie tłuszczów wytworzonych w czasie przeestryfikowania przy najmniejszej zawartości wody w preparacie (8,0%). Stwierdzono, że średnia wielkość cząstek tych emulsji była zbyt duża (99,56 i 152,1 mikrometrów), aby taki układ był trwały w dłuższym okresie przechowywania. Średnia wielkość cząstki układu uznanego za najlepszy wynosiła 76,24µm (mieszanina L:RSO 3:1w/w) . Była to wartość typowa dla klasycznej emulsji, czyli układu zawierającego cząstki o wielkości 1-100µm. Zaobserwowano, że wartości średniej wielkości cząstek dla wszystkich układów różniły się istotnie statystycznie. Uznano więc, za konieczną dalszą modyfikację zmierzającą do zmniejszenia średniej wielkości cząstek fazy zdyspergowanej. Modyfikacje składu modelowych emulsji (publ. 2; 3; 4; 6; 7) wykazały silną zależność pomiędzy składem i parametrami procesu homogenizacji a stabilnością układu.

Ważnym osiągnięciem omówionych badań było również wykazanie, że zawartość wody dodanej w preparacie enzymatycznym powinna mieścić się w zakresie od 10,0 do 15,0% (publ. 5). Przedział ten uznano jednak za szeroki i podjęto dalsze badania zmierzające do jego zawężenia (publ. 8).

W pracy której wyniki opisano w publikacji 8, przeprowadzono przeestryfikowanie enzymatyczne łoju baraniego i oleju z orzechów włoskich w stosunku wagowym (2:3 w/w). Proces prowadzono również w obecności biokatalizatora Lipozym IR MR. Zawartość wody dodanej do preparatu enzymatycznego wynosiła odpowiednio: 11,5; 13,0; 14,5; 16,0%. Otrzymano sześć układów emulsyjnych: pięć układów zawierających przeestryfikowane tłuszcze różniące się zawartością frakcji polarnej powstałej podczas przeestryfikowania enzymatycznego i układ zawierający tłuszcz nieprzeestryfikowany stabilizowany lecytyną słonecznikową.

Osiągnieciem twórczym pracy badawczej przedstawionym w publikacji 8, z którym nie spotkałam się w dostępnej mi literaturze, było uzyskanie układu emulsyjnego zawierającego tłuszcze o korzystnym profilu żywieniowym oraz zawierające emulgatory pochodzące z procesu przeestryfikowania czyli substancje stanowiące składnik nowowywtorzonej mieszaniny tłuszczowej. Do wiarygodnej oceny stabilności sześciu przygotowanych w pracy układów dyspersyjnych zastosowano dwie obecnie najważniejsze metody określające stan emulsji. Dokonano pomiaru średniej wielkości cząstki oraz rozkładu fazy zdyspergowanej metodą dyfrakcji laserowej oraz obserwacji rozwarstwienia faz za pomocą aparatu Turbiscan (*Turbiscan Lab, Formulaction)*. Dzięki rezultatom otrzymanym metodą turbidymetryczną można określić rzeczywisty stan układu dyspersyjnego, a także obserwować długotrwale zachodzące w nim procesy destabilizacyjne. Stwierdzono, że dla większości emulsji przebieg krzywych procentowego udziału światła wstecznie rozproszonego miał podobny przebieg przez okres dziewięciu tygodni ich przechowywania. Nie zaobserwowano żadnych zakłóceń w przebiegu tych krzywych. Krzywe pokrywały się, co świadczyło o dobrej stabilności produktów. Jedynym układem emulsyjnym, w którym zaobserwowano zmianę w przebiegu krzywych procentowego udziału światła wstecznie rozproszonego, była emulsja zawierająca tłuszcz przeestryfikowany wytworzony podczas przeestryfikowania gdzie zawartość dodanej wody do preparatu enzymatycznego wynosiła 11,5%. W przebiegu tych krzywych po lewej stronie wykresu pomiędzy 0 a 10 mm wysokości naczynka, w którym następował pomiar zaobserwowano, że krzywe nie pokrywały się. Było to spowodowane zmniejszeniem intensywności światła wstecznie rozproszonego w dolnej części naczynka z emulsją, wskazującym na spadek koncentracji kropli olejowych w tej części próbki. Taki przebieg krzywych charakteryzował jeden z procesów destabilizujących układ czyli proces smietankowania. Wyniki pomiarów dokonane metoda turbidymetryczną były zgodne z wynikami uzyskanymi z pomiaru średniej wielkości i rozkładu cząstek fazy zdyspergowanej. Dla emulsji, których czynnikiem stabilizującym były mono- i diacyloglicerole powstałe w procesie przeestryfikowania i dla których określono właściwą stabilność, uzyskano średnią wartość cząstki fazy zdyspergowanej od 4,40 do 17,90 µm podczas dziewięciotygodniowego okresu przechowywania. Wyniki średniej wielkości cząstek dla tych emulsji różniły się istotnie statystycznie. Natomiast dla emulsji zawierającej tłuszcz powstały w wyniku enzymatycznego przeestryfikowania, gdzie zawartość wody w preparacie enzymatycznym była równa 11,50%, wartość średniej wielkości cząstki fazy zdyspergowanej była w przedziale 29,3 – 42,4 mikrometra i nie zaobserwowano dla nich znaczących różnic w analizie statystycznej (p<0,05). Uzyskane wyniki upoważniały jednak do stwierdzenia, że ilość emulgatorów wytworzonych podczas tego przypadku przeestyfikowania była niewystarczająca aby odpowiednio stabilizować układ. Właściwą stabilnością charakteryzowała się również emulsja przygotowana na bazie tłuszczu przeestryfikowanego enzymatycznie gdzie zawartość wody podczas procesu nie była dodawana. Emulsja ta stabilizowana była lecytyną słonecznikową i zdecydowanie mniejsza ilością powstałych w czasie przeestryfikowania niepełnych triacylogliceroli. Wartość średniej wartości cząstek dla tej emulsji była mała (6,40 -7,80 mikrometra) nieznacznie różniąca się statystycznie przez cały okres przechowywania. W rozkładzie tej emulsji jako jedynej podczas pierwszego pomiaru rozkładu cząstek emulsji (24h od wytworzenia) zaobserwowano dwie frakcje które utrzymywały się do końca badania. Pojawienie się dodatkowej frakcji nie oznaczało niestabilnego charakteru układu a raczej wykazywało na obecności dwóch udziałów (rodzajów) emulgatorów. Nie zaobserwowano żadnych zmian w przebiegu krzywych intensywności światła wstecznie rozproszonego dla tej emulsji. Najmniejsze zmiany, nieistotne statystycznie, w średniej wielkości cząstek fazy zdyspergowanej stwierdzono, dla układu emulsyjnego stabilizowanego lecytyną i zawierającego tłuszcz nieprzeestryfikowany. Podobnie jak dla trzech wspomnianych wyżej układów stabilizowanych niepełnymi triacyloglicerolami oraz układu stabilizowanego lecytyną i niewielką zawartością MAG i DAG, nie zaobserwowano zmian i zakłóceń w przebiegu krzywych intensywności światła wstecznie rozproszonego dla tej emulsji.

Stwierdzono, że otrzymane emulsje na bazie tłuszczów przeestryfikwanych powstałych w wyniku przeestryfikowania enzymatycznego kiedy zawartość wody w biokatalizatorze wynosiła 13,0; 14,5; 16,0%, wykazywały porównywalną stabilność z układami stabilizowanymi lecytyną słonecznikową. Stwierdzono, że tłuszcz powstały podczas przeestryfikowania, gdzie w preparacie enzymatycznym zawartość wody była 13,0%, cechował się już wystarczającą ilością frakcji polarnej zapewniającej właściwą stabilność układu emulsyjnego. Dodatek wody do preparatu enzymatycznego podczas procesu przeestryfikowania powyżej 13,0% okazał się zatem niekonieczny, ponieważ już przy tym poziomie wody w preparacie uzyskane produkty stanowiły odpowiednią bazę tłuszczową i miały wystarczającą ilość składników stabilizujących układy emulsjne. Pomimo, że dodatek większej ilości wody do preparatu enzymatycznego podczas przeestryfikowania spowodował wzrost udziału frakcji polarnej, to układy emulsyjne wytworzone na bazie tych tłuszczów wykazały porównywalną stabilność do emulsji z tłuszczem uzyskanym podczas przeestryfikowania w obecności biokatalizatora o zawartości wody - 13,0%.

Podsumowując rezultaty badań opisanych w publikacji 1, 5, 8 do swoich oryginalnych osiągnięć z zakresu przedstawionej tematyki modyfikacji enzymatycznej tłuszczów zaliczam:

* wytworzenie nowych tłuszczów o zmienionych parametrach fizykochemicznych i korzystnej wartości żywieniowej,
* utworzenie stabilnych modelowych emulsji tłuszczowych zawierających innowacyjny tłuszcz, który pełnił funkcję bazy tłuszczowej a jednocześnie był źródłem substancji stabilizujących układy dyspersyjne.

**Podsumowanie jednotematycznego cyklu publikacji pt.**

**Wielokierunkowe badania właściwości modelowych układów emulsyjnych zawierających tłuszcze spożywcze stabilizowane lecytyną lub emulgatorami wytworzonymi w procesie przeestryfikowania enzymatycznego.**

Wyniki badań przedstawionych w/w publikacjach zweryfikowały pozytywnie wszystkie postawione hipotezy badawcze. Realizacja celu pracy oraz weryfikacja hipotez badawczych pozwoliła na sformułowanie poniższych stwierdzeń i wniosków.

1. pH jest istotnym parametrem, wpływającym na formowanie się układu emulsyjnego. Określono, że przy pH od 5,5 do 7,5 emulsje wykazywały najlepszą stabilność w warunkach normalnych. Obniżanie bądź podwyższanie pH poza wskazany zakres powodowało niekorzystne zmiany średniej wielkości cząstek i rozkładu emulsji.
2. Do ustalenia właściwego składu i parametrów odpowiedzialnych za stabilność układu można wykorzystać programy optymalizacyjne. Ich stosowanie skraca czas eksperymentu i pozwala precyzyjniej zaprojektować optymalny układ emulsyjny. Szczególnie zasadne jest wykorzystywanie tego rodzaju programów do projektowania układów emulsyjnych przeznaczonych do długoterminowych produktów.
3. Za właściwe narzędzie umożliwiające śledzenie i ocenę zmian zachodzących w układach emulsyjnych można uznać dyfrakcje laserową. Pozwala ona wychwycić niepożądane zmiany, w bardzo wczesnym etapie, które są niezauważalne przez potencjalnego konsumenta. Ponadto pomaga w projektowaniu i ustalaniu składu stabilnych układów dyspersyjnych.
4. Przeestryfikowanie enzymatyczne mieszanin: łoju wołowego z olejem słonecznikowym, łoju baraniego z olejem rzepakowym oraz łoju baraniego z olejem z orzechów włoskich pozwoliło na otrzymanie nowych niewystępujących naturalnie tłuszczów o pożądanym składzie kwasów tłuszczowych. W produktach finalnych procesów przeestryfikowania występowały kwasy polienowe (linolowy i linolenowy) – szczególnie cenne z punktu widzenia żywieniowego.
5. Dolny próg ilości wody wprowadzonej do środowiska reakcji enzymatycznej, pozwalający uzyskać wystarczającą do stabilizowania emulsji ilość emulgatorów wynosi 13%.
6. Modelowe układy emulsyjne wytworzone na bazie nowych przeestryfikowanych enzymatycznie tłuszczów w których ilość frakcji polarnej mieściła się w przedziale 27-32% wykazały wysoką stabilność.
7. Opracowane stabilne emulsyjne układy modelowe mogą mieć charakter interdyscyplinarny i być pomocne w wytwarzaniu innowacyjnych produktów finalnych w obrębie różnych przemysłów, takich jak np. spożywczy, kosmetyczny czy farmaceutyczny.
8. **Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo –badawczych**

Pracę zawodową podjęłam 1.10.1993 jako student stażysta będąc na piątym roku studiów dziennych na kierunku „Technologia Chemiczna” Wydziału Materiałoznawstwo i Technologia Obuwia w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Radomiu. W ramach stażu przeprowadziłam zajęcia dydaktyczne oraz brałam udział w pracach naukowo-badawczych realizowanych w Zakładzie Technologii Garbarstwa. Współuczestniczyłam również w przygotowaniu materiałów do zajęć z „Ochrony środowiska w przemyśle skórzanym”. 14 lipca 1994 obroniłam pracę magisterską przygotowaną pod kierunkiem dr inż. Krzysztofa Śmiechowskiego pt. „Próby oceny technologii produkcji skór bydlęcych pod względem ekologicznym” i uzyskałam dyplom magistra inżyniera.

Od 1.11.1994 rozpoczęłam pracę w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Radomiu w Katedrze Chemii, Zakładzie Chemii Fizycznej i Nieorganicznej na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego.

1.10.2000 roku podjęłam dzienne studia doktoranckie w SGGW w Warszawie, organizowane przez Wydział Technologii Żywności w Katedrze Chemii. Studia te podjęłam pozostając w stałym stosunku pracy na WSI- Radom. Od momentu rozpoczęcia studiów doktoranckich moje naukowe zainteresowania skupiły się na chemii i technologii tłuszczów. Efektem tego była praca doktorska pt. „Badania właściwości fizykochemicznych acyloglicerolii tłuszczów zwierzęcych oraz produktów ich mieszania i przeestryfikowania z olejami roślinnymi” obroniona 18 czerwca 2004 której promotorem pracy był dr hab. inż. Bolesław Kowalski.

Kontynuacja badań dotyczących przeestryfikowania tłuszczów pozwoliła mi na przygotowanie prac będących podstawą osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę niniejszego wniosku. Oprócz zagadnień przedstawionych w osiągnięciu naukowym prowadzę prace badawcze głównie w obszarze badania jakości związków lipidowych, układów dyspersyjnych jak również interesuje się tematyką systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem w przemyśle spożywczym. Realizowana przeze mnie problematyka naukowo-badawcza obejmuje następujące zagadnienia:

* 1. **Studia nad właściwościami tłuszczów modyfikowanych chemicznie i enzymatycznie**
  2. **Niespożywcze kierunki wykorzystania tłuszczów jadalnych**
  3. **Stabilność emulsji majonezowych o obniżonej zawartości tłuszczu oraz jakość majonezów handlowych**
  4. **Jakość tłuszczów zawierających TFA, ich zawartość w produktach dostępnych na polskim rynku oraz wpływ na cechy wybranych produktów spożywczych.**
  5. **Stabilność preparatów natłuszczających stosowanych w garbarstwie**
  6. **Prace nad rozpowszechnianiem idei HACCP oraz nad zasadnością implementacji systemu do firm spożywczych.**

**Ad. 5.1.** Tematyka tłuszczów przeestryfikowanych czyli modyfikowanych w celu polepszenia ich właściwości fizykochemicznych była wielokierunkowo prezentowana również w innych niżej przedstawianych przeze mnie pracach. W publikacji w wykazie opublikowanych prac **punkt II A poz. 4** wykazano przydatność procesu przeestryfikowania jako metody umożliwiającej zmianę właściwości fizykochemicznych tłuszczów, czyniąc je bardziej atrakcyjnymi technologicznie i żywieniowo, a zarazem pozwalającej na wykorzystanie tłuszczu, który bez modyfikacji jest jedynie odpadem w przemyśle spożywczym. Proces przeestryfikowania enzymatycznego smalcu z olejem rzepakowym spowodował, że w nowopowstałych tłuszczach zaobserwowano wbudowanie się cennych kwasów nienasyconych w cząsteczki triacylogliceroli. W uzyskanych tłuszczach nie zaobserwowano wzrostu zawartości izomerów trans co ma miejsce podczas procesu uwodornienia. Tego rodzaju modyfikacja jest cenną metodą poszukiwania i pozyskiwania nowych produktów o cennych właściwościach żywieniowych. Jedyną cechą otrzymanych tłuszczów, która wymagałaby poprawy, jest ich stabilność oksydacyjna. Wykazano, że proces modyfikacji enzymatycznej, prowadzonej zarówno w obecności biokatalizatora Lipozymu IR MR, jak i Nowozymu 435 spowodował redukcję stabilności oksydacyjnej mieszanin tłuszczów. Wyniki analiz tłuszczów otrzymane za pomocą różnicowej kolorymetrii skaningowej (DSC oraz PDSC) potwierdziły obniżenie stabilności oksydacyjnej tłuszczów w mieszaninach przeestryfikowanych jak i wyizolowanych frakcjach trialcylogliceroli.

Tematyka modyfikacji tłuszczów za pomocą przeestryfikowania enzymatycznego została również przedstawiona w pracy **punkt II A poz. 9.** Przeestryfikowanie prowadzono w obecności Lipozymu IR RM specyficznego katalizatora reakcji hydrolizującego wiązanie estrowe w pozycji SN 1,3 oraz Nowozymu 435 niespecyficznego katalizatora enzymatycznego. Przeprowadzono przeestryfikowania enzymatyczne stearyny stanowiącej frakcję łoju wołowego z olejem rzepakowym w następujących stosunkach wagowych (2:3; 3:7; 1:4 w/w). W wyniku procesów przeestryfikowania zarówno z katalizatorem Lipozym IR RM jak i Nowozym 435 zanotowano wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych, oraz niepełnych acylogliceroli (MAG, DAG) w stosunku do ich zawartości w tłuszczach nie poddanych modyfikacji. Także temperatura mięknięcia i zawartość fazy stałej dla tłuszczów przeestryfikowanych wykazywały niższe wartości w porównaniu do odpowiednich mieszanin wyjściowych. Novozym 435 nie wykazywał regiospecyficzności katalitycznej względem wiązań estrowych triacylogliceroli. Produkty przeestryfikowania katalizowanego tym preparatem charakteryzowały się zbliżonym do statystycznego rozkładem kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli. Modyfikacja prowadzona Lipozymem IM RM zachodziła w obrębie pozycji SN – 1,3 triacylogliceroli. Niewielkie zmiany, które wystąpiły w pozycji wewnętrznej triacylogliceroli otrzymanych przy użyciu Lipozym IM RM, mogły być wynikiem migracji acyli. Wykorzystując techniki DSC oraz PDSC stwierdzono, że nowe tłuszcze charakteryzowały się obniżoną stabilnością oksydatywną w stosunku do mieszanin wyjściowych. W pracy wykazano, że dzięki procesowi mieszania a następnie przeestyfikowania enzymatycznego charakterystyka tłuszczu odpadowego w postaci stearyny została poprawiona. Stwierdzono, że otrzymane nowe tłuszcze zostały wzbogacone w nienasycone kwasy tłuszczowe i nie pojawiły się w nich niepożądane izomery trans. Ich temperatura mięknięcia i właściwości reologiczne zostały zmienione a tym samym uzyskane mieszaniny miały szanse zostać zaakceptowane w większym stopniu (przez technologów, żywieniowców czy nawet konsumentów) niż ich odpowiedniki nieprzeestryfikowane. Takie tłuszcze mogą zaleźć różne zastosowanie w produkcji żywności. Przy mniejszej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) jako tłuszcze piekarskie czy bez izomerów trans jako tłuszcze smażalnicze.

W pracach **(punkt II D: poz. 3, 5, 6, 12, 16)** również dotyczacych procesów przeestryfikowania tłuszczów jako surowce wykorzystano tłuszcze: łój wołowy lub jego frakcje oraz oleje roślinne bogate w kwasy nienasycone tj. olej rzepakowy, słonecznikowy, sojowy. Wybór tych surowców był podyktowany dostępnością i ich ceną. Stwierdzono, że można zaprogramować fizyczne i chemiczne właściwości uzyskanych tłuszczów oraz korzystny żywieniowo skład kwasów tłuszczowych poprzez dobór: odpowiednich parametrów reakcji przeestryfikowania (temperatura i czas trwania reakcji), składu mieszaniny fizycznej, rodzaju katalizatora. Metodą przeestryfikowania otrzymano nowe tłuszcze nie mające swoich odpowiedników w przyrodzie, które mogą być wykorzystywane jako: substytuty mleka kobiecego, szorteningi czy jako składniki tłuszczów smażalniczych.

**Ad. 5.2. B**adania wykazały, że istnieją też inne możliwości wykorzystania tłuszczów przeestryfikowanych. Oprócz zagadnień przedstawionych w osiągnięciu naukowym prowadzę badania dotyczące zastosowania tłuszczów przeestryfikowanych jako bazy tłuszczowej emulsji o przeznaczeniu niespożywczym. W publikacji **punkt II A poz. 7** wykazano, że tłuszcze przeestryfikowane mogą być wykorzystane jako baza tłuszczowa w emulsjach kosmetycznych. Przeprowadzono przeestryfikowanie enzymatyczne mieszaniny łoju baraniego i oleju z orzechów włoskich w stosunku 2:3 w/w. Na początku procesu naruszono równowagę pomiędzy przeestryfikowaniem a hydrolizą tłuszczu, poprzez dodanie wody do katalizatora - Lipozymu IR MR aby otrzymać większą ilości frakcji polarnej (MAG i DAG). Przeprowadzono 5 rodzajów przeestryfikowań różniących się ilością dodanej wody: 10,0; 13,0; 14,0; 16,0% do preparatu enzymatycznego. Jedna próba zawierała ilość wody w preparacie deklarowaną przez producenta (4,0%). Próbę kontrolną stanowiła emulsja, uzyskana z mieszanego, nieprzeestryfikowanego tłuszczu i lecytyny słonecznikowej jako emulgatora. Przeprowadzona analiza wykazała, że emulsje z tłuszczami przeestryfikowanymi charakteryzowały się dobrą jakością. Respondenci scharakteryzowali wszystkie emulsje jako produkty łatwe do nabierania, nie spływające i nie rozlewające się na skórze. W ich ocenie emulsje były spójne, a ich konsystencja, w większości, odpowiadała konsystencji mleczka kosmetycznego. Wchłaniały się one dobrze i szybko a po upływie 1h od czasu aplikacji skóra traktowana nimi wykazywała wyczuwalny tłusty depozyt preparatu. 90% respondentów oceniło skórą poddaną działaniu badanych emulsji jako wygładzoną i przyjemną w dotyku. Emulsje na bazie tłuszczów przeestryfikowanych w ocenie respondentów lepiej nawilżały skórę niż emulsja zawierająca tłuszcz nieprzestryfikowany. Powyższa ocena respondentów upoważniła do stwierdzenia, że zaproponowane emulsje kosmetyczne na bazie tłuszczów przeestryfikowanych są produktami innowacyjnymi dotychczas niedostępnymi na rynku. Dodatkowa korzyścią tak skomponowanych emulsji jest brak emulgatorów syntetycznych których zadaniem jest utrzymanie właściwej stabilności. Obecność wytworzonych podczas przeestryfikowania MAG i DAG pozwoliła uzyskać właściwą stabilność wytworzonym układom. Tak zaproponowany skład z minimalną ilością składników mogących być potencjalnymi alergenami jest korzystnym rozwiązaniem, szczególnie dla konsumentów posiadających problemy ze skórą (atopowe zapalenie skóry, łuszczyca, egzema).

Kolejnym obszarem moich zainteresowań jest sprawdzanie przydatności tłuszczów spożywczych które dotychczas nie były stosowane lub wykorzystywano je sporadycznie w emulsjach kosmetycznych. W publikacji (**punkt II A poz. 6)** jako bazę tłuszczową emulsji wykorzystano olej marchewkowy. W produkcji kosmetycznej coraz częściej dąży się do wprowadzenia coraz to nowych innowacyjnych substancji, które do tej pory nie były wykorzystywane w danym obszarze badań, a mogą być uznawane jako korzystne. Zastosowanie oleju marchewkowego w pracy było podyktowane korzystnym składem kwasów tłuszczowych (bazą dla oleju był olej słonecznikowy - 95%, który wg. informacji producenta przedłuża ważność oleju marchewkowego, zabezpieczając go m.in. przed zmianami oksydacyjnymi) i obecnością karotenów (5%). Obecność karotenów jest szczególnie ważna ze względu na ich działanie antyoksydacyjne. W tym przypadku kierowano również się atrakcyjnym kolorem oleju który poprawia barwę finalnego produktu. W pracy podjęto próbę ustalenia wpływu zawartości modyfikatora lepkości (karboksymetylocelulozy) (dwie próbki po 0,2; dwie próbki po 0,6; dwie próbki po 1,0 gramie) oraz ilości obrotów homogenizatora (dwie próbki 6000; jedna 12000; jedna 18000; dwie 24000 rpm) na stabilność wytworzonych układów. Każda emulsja była przygotowywana jako 100 gramowy układ. Zastosowano program do optymalizacji parametrów stabilnej emulsji, zakładając powyższe dwie zmienne układu. Program został wykorzystany jako narzędzie pozwalające wybrać z sześciu zaprezentowanych układów emulsyjnych najbardziej stabilny. Oceny stabilności układów wytworzonych zgodnie z zaproponowanym składem i procedurą podanymi przez program, dokonano na postawie pomiaru rozkładu i średniej wielkości cząstek fazy rozproszonej przez okres czternastu tygodni dokonując pomiaru średnio co cztery tygodnie, morfologii układu oraz oceny właściwości reologicznych. Na podstawie uzyskanych rezultatów stwierdzono, że zarówno ilość modyfikatora lepkości jak i zmienne obroty wpływały na rozkład i średnią wielkość cząstki fazy zdyspergowanej badanych układów emulsyjnych. Stwierdzono, że zwiększenie ilości karboksymetylocelulozy dodanej do układu powodowało zwiększenie średniej wielkości cząstki emulsji, natomiast zastosowanie wyższych obrotów bilansowało (redukowało) wzrost wielkości cząstki pozwalając ostatecznie osiągnąć odpowiednio małą wartość. Największą stabilnością charakteryzował się układ stabilizowany przez dodatek 0,6g zagęstnika i wytworzony poprzez zastosowanie 18000 rpm w czasie homogenizacji. Wartość współczynnika dyspersyjności tej emulsji była najmniejsza i praktycznie niezmienna podczas całego okresu przechowywania (14 tygodni). Rozkład tej emulsji wykazywał niezmienność w czasie. Potwierdzeniem właściwie skomponowanego układu była analiza obrazu, który wykazał jednorodność i homogeniczność układu. Także testy oscylacyjne potwierdziły powstawanie metastabilnej mikrostruktury w stabilnych warunkach przedstawionych przez szeroki zakres liniowej lepkosprężystości oraz wykazały niewielką zależność modułu zachowawczego (G”) od częstotliwości oscylacji w obszarze niskich częstotliwości (G’). Przedstawione w pracy rezultaty jednoznacznie dowodzą, że olej marchewkowy może być z powodzeniem wykorzystany jako baza tłuszczowa emulsji. Zatem informacje zawarte w pracy stanowią przyczynek do opracowania metody skomponowania trwałego układu emulsyjnego.

W publikacji **(punkt II A poz. 13)** jako bazę tłuszczową emulsji kosmetycznych zastosowano olej konopny. Z przeprowadzonej przeze mnie analizy literaturowej takie wykorzystanie oleju spożywczego nie zostało dotychczas opisane. Właściwości odżywcze oleju konopnego są wysoko cenione ze względu na zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (oleinowego, linolowego, alfa i gamma linolenowego i eikozenowego) oraz obecności naturalnych antyoksydantów. Kierując się tymi względami zastosowano go jako bazę tłuszczową emulsji i zbadano ich stabilność. Podobnie jak w poprzedniej pracy program optymalizacyjny posłużył do skomponowania składu emulsji. Zastosowano różny dodatek oleju konopnego (dwie próbki po 10,0; dwie próbki po 30,0; dwie próbki po 50,0 g) i różny czas homogenizacji (dwie próbki 1,5; jedna próbka 3,0; jedna 4,5; dwie 6,0 minut). Każda emulsja była przygotowywana jako 100 gramowy układ. W pracy przygotowano sześć układów emulsyjnych, zbadano empirycznie ich stabilność oraz wyznaczono najwłaściwiej skomponowany skład emulsji posługując się symulacja komputerową. Określono: średnią wielkość cząstki, rozkład fazy zdyspergowanej, morfologię i lepkość emulsji. Stabilność emulsji zbadano za pomocą techniki Turbiscan test, którego zadaniem było identyfikowanie i monitorowanie niestabilności, pod kątem zjawiska sedymentacji i śmietankowania oraz flokulacji i koalescencji. Wykreślono profile stabilności emulsji mierząc natężenie światła wstecznie rozproszonego, co pozwoliło uzyskać aktualny obraz stanu dyspersji emulsji. Cały eksperyment trwał 10 tygodni. Dodatkowo stabilność emulsji została określona za pomocą testów: wirówkowego i temperaturowego. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że emulsja zawierająca 50,0 g oleju oraz homogenizowana przez 6,0 minut charakteryzowała się największą stabilnością. Analiza krzywych intensywności światła wstecznie rozproszonego wykazała, że był to jedyny układ w którym krzywe nakładały się na siebie w całym przedziale czasowym pomiaru. Średnia wielkość cząstki była mała i nie różniła się istotnie statystycznie podczas całego okresu przechowywania (5,75 – 5,80 μm). Nie zaobserwowano również zmian destabilizacyjnych układu podczas poddania emulsji testom: wirówkowego i temperaturowego. Parametry określone doświadczalnie były spójne z wynikami uzyskanymi przy użyciu programu komputerowego. Symulacja komputerowa wykazała, że najbardziej stabilna emulsja powinna zawierać od 30,0 do 50,0 g oleju, a czas jej homogenizacji powinien mieścić się w zakresie 2,5 – 6,0 minut. Potwierdzono, że program komputerowy oparty na metodzie Kleemana okazał się przydatny do szybkiej optymalizacji składu i parametrów produkcji stabilnych układów emulsyjnych. Uzyskanie w pracy modelowego układu o właściwej stabilności upoważnia do stwierdzenia, że emulsja na bazie oleju konopnego mogą mieć zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym.

**Ad. 5.3.** Kolejnym obszarem moich zainteresowań jest badanie stabilności majonezów o obniżonej zawartości tłuszczu. W pracy **(punkt II D poz. 21)** określono wpływ wielkości dodatku, rodzaju oraz układu zastosowanych hydrokoloidów (hydroksypropylofosforan diskrobiowy, hydroksypropyloskrobia, koncentrat mikrorozdrobnionego białka serwatkowego-Simplesse) na stabilność emulsji niskotłuszczowych. Jako hydroksypropylofosforan disodowy zastosowano skrobię instant (stosowaną na zimno) z kukurydzy woskowej(Ultra–Tex 2000 firmy National Starch & Chemical) oraz skrobię z tapioki do gotowania (National Frigex firmy National Starch & Chemical). Hydroksypropyloskrobię stanowiła skrobia instant (stosowaną na zimno) z tapioki(Textra Plus firmy National Starch & Chemical) oraz skrobia z tapioki do gotowania (Textrafirmy National Starch & Chemical). Przebadano emulsje tłuszczowe oznaczając: lepkość, rozkład i średnią wielkość cząstek. Ponadto określono współczynnik dyspersyjności, czyli parametr mówiący m.in. o różnorodności średnic kropel tłuszczowych. Stwierdzono, że dodatek hydroksypropyloskrobi kleikującej na gorąco i na zimno oraz koncentratu białka serwatkowego utrudniał dyspersję fazy olejowej i należy to uwzględniać przy ustalaniu początkowych parametrów wytwarzania emulsji tj. czasu i szybkości homogenizacji emulsji. W przypadku emulsji otrzymywanych na gorąco jeszcze trudniej było zdyspergować olej w fazie wodnej. Prawdopodobnie było to związane z tworzeniem się silnych wiązań pomiędzy hydrokoloidami fazy wodnej podczas jej podgrzewania. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że emulsje otrzymywane na zimno i na gorąco o większym udziale hydroksypropylofosforanu diskrobiowego (7,0%) oraz mniejszym dodatku zagęstnika (koncentratu białka serwatkowego, lub hydroksypropyloskrobi kleikującej na gorąco i na zimno 0,5%) charakteryzowały się wysokim parametrem lepkości, większym współczynnikiem dyspersyjności i przeważnie mniejszą średnią wielkością cząstek niż emulsje z mniejszym dodatkiem hydroksypropylofosforanu diskrobiowego (3,0; 5,0%) i większą ilością (koncentratu białka serwatkowego, lub hydroksypropyloskrobi kleikującej na gorąco i na zimno 1,0; 2,0 %). Stwierdzono, że hydroksypropylofosforan diskrobiowy w ilości 7,0% powodował wzrost lepkości układów. Ich lepkość mieściła się w przedziale (72,2 – 100,2 Pa·s), podczas gdy dla pozostałych układów gdzie zawartość tego zagęstnika była 3,0 i 5,0% mieściła się w przedziale (21,6 – 69,6 Pa·s). Uznano, że emulsja zawierające 3% skrobi z tapioki do gotowania (National Frigex firmy National Starch & Chemical) i 2% skrobi z tapioki do gotowania (Textrafirmy National Starch & Chemical) oraz emulsja o składzie 3% skrobi z tapioki do gotowania (National Frigex firmy National Starch & Chemical) i 2% białkowego zamiennika tłuszczu (Simplesse 100 firmy CP Kelco), wykazały najlepiej skomponowany skład układu emulsyjnego.

Hydrokoloidy są bardzo ważne w kształtowaniu stabilności emulsji. Ich działanie polega na modyfikowaniu lepkości, a także są odpowiedzialne za teksturę produktu. W pracy (**punkt II A poz. 1)** przedstawiono wpływ wielkości dodatku, rodzaju hydrokoloidów (hydroksypropylofosforanu diskrobiowego, gumy ksantanowej, gumy guar, mączki chleba świętojańskiego) na rozkład i średnią wielkości kropel emulsji oraz współczynnik dyspersyjności. Jako hydroksypropylofosforan disodowy zastosowano skrobię instant (stosowaną na zimno) z kukurydzy woskowej(Ultra–Tex 2000 firmy National Starch & Chemical) oraz skrobię z tapioki do gotowania (National Frigex firmy National Starch & Chemical). Stwierdzono, że emulsje otrzymane metodą „na zimno” z większym dodatkiem hydroksypropylofosforanu diskrobiowego (7,0%) i mniejszym dodatkiem drugiego hydrokoloidu (gumy ksantanowej i guar – 0,3%), mimo wysokiej lepkości (175,9 i 142,9 Pa·s) charakteryzowały się jedną z mniejszych wielkości cząstek (31,72 i 24,90 µm) ale z kolei wyższym współczynnikiem dyspersji (1,82 i 3,41) w porównaniu do emulsji z mniejszą ilością hydroksypropylofosforanu diskrobiowego (3,0; 5,0%) i z większym dodatkiem drugiego hydrokoloidu (0,5; 0,7%). Na tej podstawie można przypuszczać, że dodatek gumy ksantanowej i guar utrudniał dyspersję fazy olejowej. Ostatecznie uznano, że emulsja zawierająca hydroksypropylofosforan diskrobiowy stosowany „na gorąco” (w ilości 3%) z dodatkiem mączki świętojańskiej (w ilości 0,7%) był układem o najlepiej dobranym składzie. Mimo, że emulsja posiadała jedną z większych średnich wielkości cząstek (42,03 µm) to wartość jej współczynnika dyspersyjności i lepkości była najniższa, a sam rozkład cząstek wykazywał charakter monodyspersyjny (jedna frakcja o najwęższym rozrzucie cząstek fazy zdyspergowanej). Stwierdzono także, że dodatek mączki chleba świętojańskiego do hydroksypropylofosforanu diskrobiowego powodował, niezależnie od stężania hydrokoloidu wzrost średniej wielkości cząstek emulsji. Średnia wielkość cząstek dla prezentowanych w pracy układów była parametrem zmieniającym się w zależności od zastosowanych hydrokoloidów, jego wielkości różniły się istotnie statystycznie (p<0,05) .

W publikacji (**punkt II D poz. 10)** zaprezentowano charakterystykę różnego typu majonezów dostępnych na polskim rynku (niskotłuszczowych - 40% tłuszczu, stołowych - 60% tłuszczu, wysokotłuszczowych – 80% tłuszczu) opracowaną przy zastosowaniu chemicznych metod analitycznych. Zbadano również wpływ temperatury i czasu przechowywania na ich stabilność określając zmiany w średniej wielkości i rozkładzie cząstek emulsji, współczynniku dyspersyjności oraz ilości frakcji. Na podstawie przeprowadzonej analizy chromatografii gazowej (GC) określono podobieństwo tłuszczów wyekstrahowanych z majonezów do odpowiednich olejów roślinnych, pod względem zawartości określonych kwasów tłuszczowych. Stwierdzono, że przy produkcji badanych majonezów, najczęściej stosowano olej rzepakowy. Występowały również produkty na bazie oleju sojowego. Podstawę fazy tłuszczowej stanowiła także mieszanina olejów rzepakowego i sojowego. Zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) w tłuszczach będących składnikami majonezów były zbliżone do wartości oznaczonych w olejach roślinnych. Powyższy rezultat potwierdził, że badane majonezy posiadały właściwą jakość i były świeże. W większości badanych majonezów zawartość frakcji (MAG + DAG) kształtowała się na poziomie ok. 3,0%, jednak część majonezów charakteryzowała się większą zawartość mono- i diacylogliceroli (4,0 – 7,0%). Były to produkty z grupy majonezów niskotłuszczowych i stołowych. Można zatem przypuszczać, że podczas ich produkcji wprowadzono dodatkowe ilości tych składników, które pełnią funkcje emulgatorów spożywczych. W majonezach niskotłuszczowych ilość frakcji TAG przyjmowała wartości 94,4 - 97,6%, w majonezach stołowych mieściła się ona w przedziale od 93,2 - 96,8%, natomiast w majonezach wysokotłuszczowych kształtowała się na poziomie 96,8 – 97,5%. Zaobserwowano, że w większości badanych majonezów podczas czteromiesięcznego okresu przechowywania nastąpił proces koalescencji, a w niskiej temperaturze także krystalizacja acylogliceroli. W rezultacie nastąpiło wydzielanie fazy tłuszczowej i destabilizacja emulsji. Najmniejsze średnice cząstek fazy zdyspergowanej zaobserwowano dla majonezów wysokotłuszczowych. Po czterech miesiącach przechowywania największa zamierzona cząstka dla majonezu przechowywanego w temperaturze 2oC wynosiła 13,6 μm, podczas gdy dla majonezów gdzie zawartość tłuszczu była 45 i 60% wynosiła odpowiednio: 41,2 i 49,8 μm. Zaobserwowano, że wielkość cząstki fazy zdyspergowanej dla tych samych majonezów, po tym samym czasie przechowywania, ale w różnej temperaturze (2 i 20oC) nie różniła się znacząco, jednak mniejsze wartości były zaobserwowane dla próbek przechowywanych w temperaturze wyższej. Wartość współczynników dyspersyjności dla większości majonezów pozostawała w przedziale (1,1 – 3,0). Odnotowano również znacząco wysokie wartości współczynnika dla majonezu stołowego przechowywanego w temperaturze 2oC – po pierwszym miesiącu wynosił 19, po czterech miesiącach - 21. Ten sam majonez charakteryzował się zdecydowanie niższym współczynnikiem dyspersyjności dla próbek przechowywanych w temperaturze 20oC (pierwszy miesiąc – 2,0; czwarty miesiąc - 2,3). Podobną tendencje zaobserwowano dla średniej wielkości cząstek tego majonezu. Wartość ta była aż pięciokrotnie niższa jeśli majonez był przechowywany w temperaturze 20oC. Przedstawione wyniki jednoznacznie wskazują, że istnieje pewna grupa majonezów, które aby utrzymać jak najdłużej swoją właściwą stabilność powinny być przechowywane w temperaturze pokojowej.

**Ad. 5.4.** Obszarem, który również pozostaje w sferze moich zainteresowań jest zawartość izomerów trans w różnych produktach spożywczych szczególnie w margarynach dostępnych na polskim rynku. Izomery trans kwasów tłuszczowych (TFA) występujące w żywności mogą być naturalnym składnikiem w produktach pochodzących od zwierząt przeżuwających, bądź efektem procesów przemysłowych. TFA w największych ilościach powstają w procesie częściowego uwodornienia. Ich zawartość w tłuszczu częściowo uwodornionym, potocznie nazywanym utwardzonym, może sięgać nawet 60%. W związku z zagrożeniem zdrowotnym wynikającym ze spożywania TFA w niektórych krajach podjęto działania zmierzające do ograniczenia stosowania tego typu tłuszczów w przemyśle spożywczym. Wprowadzono limity zawartości TFA w produktach spożywczych lub obowiązek umieszczania informacji o ich ilości na opakowaniu. W Polsce, podobnie jak w całej UE, poza preparatami dla niemowląt, brak rozwiązań prawnych dotyczących TFA. Mając na uwadze zalecenia żywieniowe dotyczące ograniczania ilości TFA w diecie, w publikacji (**punkt II A poz. 2)** przeanalizowano skład kwasów tłuszczowych w margarynach miękkich - przeznaczonych do smarowania pieczywa oraz margarynach twardych (kostkowych) innego przeznaczenia. Produkty pochodziły z 2008 roku. W margarynach kostkowych zawartość TFA nie przekraczała 10,9%, w miękkich 7,9%. W siedmiu spośród dwunastu przebadanych margaryn miękkich zawartość izomerów trans była nie większa niż 0,7%. Oznacza to, że margaryny były wytwarzane na bazie tłuszczów przeestryfikowanych bądź tłuszczów mieszanych, a nie częściowo uwodornionych. Porównując margaryny znajdujące się na rynku czeskim czy tureckim z dostępnymi na rynku polskim, stwierdzono mniejszą zawartość izomerów trans w krajowych produktach. Natomiast polskie margaryny zawierały większe ilości TFA w porównaniu z podobnymi produktami w Danii czy Austrii. Ponadto margaryny miękkie w porównaniu do kostkowych charakteryzowały się znacznie większą zawartością kwasów tłuszczowych w konfiguracji cis jednonienasyconych (MUFA) oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) pośród których w znacznej ilości występował kwas linolowy którego niewiele stwierdzono w margarynach kostkowych. Produkty przeznaczone do pieczenia (kostkowe) charakteryzowały się większą zawartością kwasów nasyconych głównie palmitynowego. W sześciu próbach margaryn kostkowych stwierdzono również obecność kwasu laurynowego i mirystynowego świadczących o obecności tłuszczu kokosowego w recepturze tych margaryn.

Kolejne doświadczenia miały na celu wskazanie produktów w których występują izomery trans oraz określenie ich zawartości w tych produktach (**punkt II D poz. 31)**. Analizę przeprowadzono we wrześniu 2013r. Produkty pochodziły z pięciu sklepów o powierzchni powyżej 1000 m2 i dwóch mniejszych dyskontów o powierzchni nie przekraczającej 1000 m2. Były to placówki sieciowe występujące na terenie całego kraju. Do badań wybrano te produkty spożywcze, które stanowią potencjalnie źródło TFA. Podzielono je na następujące grupy: wyroby ciastkarskie (ciastka i wafle przekładane), batony czekoladowe i chałwy, czekolady nadziewane, koncentraty zup, margaryny. Występowanie tłuszczów mogących być źródłem TFA w produktach ustalono na podstawie deklaracji producenta na etykietach wyrobów. Stwierdzono powszechne występowanie tłuszczów utwardzonych w produktach dostępnych w analizowanych sklepach wielkopowierzchniowych. Średnio co czwarty produkt (wyroby ciastkarskie, czekolady nadziewane, batony czekoladowe i chałwy) występujący na analizowanym rynku został wyprodukowany przy udziale tłuszczów mogących stanowić istotne źródło TFA. Najwięcej produktów z tłuszczami utwardzonymi występowało w grupie czekolad nadziewanych (44% dostępnego asortymentu). Produkty z tłuszczami uwodornionymi najpowszechniej występowały w jednym z dwu popularnych w całej Polsce dyskontów. W drugim dyskoncie o podobnej powierzchni oferta produktów z tłuszczami utwardzonymi była najmniejsza spośród badanych sklepów. Większość produktów, w których nie deklarowano zawartości tłuszczu utwardzonego pochodziła od dużych producentów należących do międzynarodowych koncernów, sprzedających swoje produkty nie tylko na polskim rynku, ale również w wielu innych regionach świata. Z uwagi na stwierdzoną powszechność występowania tłuszczów utwardzonych w składzie produktów spożywczych w sieciowych sklepach wielkopowierzchniowych w Polsce wydaje się celowe umieszczanie informacji o zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych (głównie TFA i nasyconych kwasów tłuszczowych) na etykietach żywności. Zwróciłoby to uwagę konsumentów na jakość tłuszczów w produktach spożywczych, pozwoliło im dokonywać świadomych wyborów i w konsekwencji mogłoby doprowadzić do zmniejszenia ryzyka niektórych chorób cywilizacyjnych.

Celem kolejnych badań (**punkt II A poz. 11)** było określenie składu głównych grup kwasów tłuszczowych, zwłaszcza TFA, w produktach ciastkarsko-cukierniczych i ziemniaczanych. Analizie poddano jakość tłuszczu w tych produktach ze szczególnym uwzględnieniem produktów utlenienia tłuszczów. Analizom poddano tłuszcz wyekstrahowany z produktów mogących być źródłem TFA w polskiej diecie. Ekstrakcję przeprowadzono stosując Folch’s method lub metodę Weibulla – Stoldta. Oszacowano również spożycie TFA w Polsce. Produkty będące obiektem badań były zakupione w warszawskich sklepach pomiędzy grudniem 2009 a wrześniem 2010. Zmiany oksydacyjne tłuszczu były na poziomie: od 0,62 do 7,75 meqO2/kg (liczba nadtlenkowa) i od 2,9 do 18,43 (liczba anizydynowa). W większości badanych próbek nie stwierdzono istotnych zmian hydrolitycznych tłuszczu. Tłuszcz z produktów cechował wysoki udział nasyconych kwasów tłuszczowych nasyconych (średnio 50 g SFA/100g kwasów tłuszczowych), oprócz frytek. Stwierdzono duże zróżnicowanie zawartości TFA w tłuszczu zawartym w produktach - szczególnie w kruchych ciastkach (0,3 – 24,8g TFA/100g kwasów tłuszczowych). Największą średnią zawartością TFA w grupie wyrobów ciastkarskich cechowały się wafle (1,94 g TFA/100g produktu). Oszacowano, że produkty pochodzenia naturalnego dostarczały 0,49g/osobę TFA dziennie, natomiast pochodzenia przemysłowego około 1,5 g. W pracy stwierdzono obecność na polskim rynku produktów przygotowanych na bazie tłuszczów o obniżonej jakości. Na rynku były dostępne ciastka o dużej zawartości TFA, co świadczy o stosowaniu do ich wytworzenia tłuszczów częściowo uwodornionych. Oszacowana wielkość średniego spożycia TFA nie stwarza zagrożenia zdrowotnego dla konsumenta aczkolwiek nie można wykluczyć ryzyka związanego z przekroczeniem bezpiecznego poziomu ich spożycia, zwłaszcza w przypadku osób konsumujących duże ilości ciastek kruchych.

Celem kolejnej pracy (**punkt II D poz. 13)** było określenie wpływu składu kwasów tłuszczowych na zmiany chemiczne zachodzące w tłuszczach podczas obróbki termicznej i przechowywania ciastek kruchych. Do wyrobu ciast zastosowano tłuszcze różniące się składem kwasów tłuszczowych, a zwłaszcza zawartością izomerów trans (od 4.1 do 53.2%). Ciastka wypiekano w temp. 180ºC przez 20 minut a następnie przechowywano przez 6 tygodni. Tłuszcz ekstrahowano metodą Katesa. Skład kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej (GC). Stwierdzono, że zawartość izomerów trans nie wpływała w sposób istotny statystycznie (p<0,05) na zmiany oksydacyjne i hydrolityczne zachodzące w tłuszczach podczas wypieku i przechowywania ciastek. We wszystkich tłuszczach, niezależnie od zawartości izomerów trans, następował bardzo mały wzrost zawartości pierwotnych i wtórnych produktów utleniania. Podczas pieczenia ciastek metodą konwencjonalną, przez 20 minut w temperaturze 180 °C, zaobserwowano niewielkie zmiany w składzie podstawowych grup kwasów tłuszczowych, będących wskaźnikami jakości tłuszczów. Stwierdzono, że zastosowana temperatura w czasie wypieku nie wpływała na zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych. W gotowym produkcie w odniesieniu do surowca, następowały nieznaczne, ale statystycznie istotne zmiany zawartości izomerów trans i NNKT. Zaobserwowano również, że w czasie przechowywania w tłuszczach o zawartości izomerów trans 36 i 53% zawartość wolnych kwasów tłuszczowych rosła relatywnie wolniej.

W pracy (**punkt II D poz. 14)** przeanalizowałam wpływ głównych grup kwasów tłuszczowych, a zwłaszcza TFA, na jakość sensoryczną kruchych ciastek otrzymanych z udziałem tych kwasów. Zakres pracy obejmował porównanie składu kwasowego trzech tłuszczów roślinnych, różniących się zawartością izomerów trans (0,9 do 23,1%) oraz określenie jakości sensorycznej kruchych ciastek otrzymanych z udziałem tych tłuszczów. Badano trzy 100-procentowe tłuszcze stałe. Sensorycznej oceny tłuszczów dokonał dziesięcioosobowy zespół który ocenił: smakowitość, barwę oraz konsystencję tłuszczów. Ocenę przeprowadzono przy użyciu 5-punktowej skali (5 – ocena bardzo dobra, 4 – ocena dobra, 3 – ocena dostateczna, 2 – ocena niedostateczna, 1 – ocena zła). Możliwe były także oceny połówkowe. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ składu kwasów tłuszczowych, w tym zawartość TFA, na jakość sensoryczną wyrobów z ciasta kruchego. Obecność izomerów trans powodowała wzrost twardości ciastek, z kolei negatywnie wpływała na intensywność barwy gotowych wyrobów. Zaobserwowano również, że kwas palmitynowy oraz NNKT negatywnie wpływały na teksturę ciastek nadmiernie zwiększając ich kruchość i obniżając twardość ale poprawiały barwę wyrobów. Biorąc pod uwagę wyniki badań sensorycznych stwierdzono, że najlepszymi cechami charakteryzowały się wyroby przygotowane z udziałem zarówno tłuszczów o małej lub średniej zawartości izomerów trans. To upoważniło do wnioskowania, że eliminowanie izomerów trans z tłuszczów stosowanych w ciastkarstwie nie będzie powodowało problemów z jakością wyrobów.

Podobną problematyką zajmowałam się w pracy (**punkt II D poz. 8)** której celem było określenie zależności pomiędzy składem kwasowym, zwłaszcza zawartością izomerów trans, a zmianami chemicznymi zachodzącymi w tłuszczach podczas przechowywania ciastek francuskich, wyprodukowanych z ich dodatkiem. Badano właściwości chemiczne siedmiu roślinnych tłuszczów piekarskich różniących się zawartością izomerów trans (od 4,1 do 54,2%) oraz oceniono zmiany hydrolityczne i oksydacyjne zachodzących w tłuszczach zawartych w ciastkach francuskich, podczas ich 49-dniowego przechowywania. Tłuszcz ekstrahowano metodą Katesa i oznaczano w nim liczbę kwasową i nadtlenkowa. Skład kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono znaczących zależności pomiędzy zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych a zmianami hydrolitycznymi i oksydacyjnymi w tłuszczach w czasie przechowywania ciastek francuskich. Zaobserwowano jednak, że w tłuszczach o największej zawartości izomerów trans (36 i 54%) ilość wolnych kwasów tłuszczowych rosła najwolniej.

W publikacji (**punkt II A poz. 3)** na podstawie zawartości fazy stałej (SFC) oceniono jakość szorteningów oraz ustalono ich przydatność do produkcji ciast kruchych. SFC jest ścisłe powiązana ze składem kwasów tłuszczowych. Na jej podwyższenie wpływają: obecność TFA oraz obecność nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA). W pracy określono zawartość SFC pięciu szorteningów za pomocą magnetycznego rezonansu jądrowego. Mechaniczne właściwości surowych i wypieczonych kruchych ciast wyznaczono metodą instrumentalną. Instrumentalne pomiary wielkości mechanicznych półproduktu i produktu przeprowadzono przy użyciu aparatu wytrzymałościowego INSTRON 4341, w temp. 22 °C, z głowicą o zakresie 100 N. Ocenę sensoryczną wykonał zespół ośmioosobowy, stosując skalę sześciopunktową (1 pkt – ocena minimalna, 6 pkt – ocena maksymalna). Ocenę ogólną wyliczano na podstawie wartości następujących wyróżników: jednolitość partii, wygląd zewnętrzny, smak i zapach, struktura i tekstura. Oceny struktury i tekstury dokonywano poprzez przełamanie ciastka, uwzględniając jego porowatość i barwę na przełomie, a także twardość i kruchość wyrobu w ustach. Ponadto określono skład kwasów tłuszczowych tłuszczów i jakość sensoryczną otrzymanych z ich udziałem ciast kruchych. Stwierdzono, że za pomocą SFC można określić jakość żywieniową tłuszczów oraz ustalić ich przydatność do produkcji wyrobów kruchych. Na podstawie wysokich wartości SFC szorteningów można wnioskować o ich małej wartości żywieniowej (wysokiej ilości SFA i TFA). Z kolei mała zawartość fazy stałej świadczyła o dużej ilości izomerów cis, w tym NNKT. Na podstawie zależności pomiędzy SFC a mechanicznymi właściwościami półproduktów i wyrobów gotowych ustalono, że zawartość SFC powyżej 3 % i poniżej 39 %, w temp. 20 °C, zapewnia łatwość procesu produkcji ciasta kruchego i odpowiednią jego twardość. Pod względem tekstury najwyżej oceniono produkty gotowe o zawartości fazy stałej w przedziale 33 - 36%, w temp. 20 °C. W sensorycznej ocenie ogólnej także uznane je za najlepsze.

**Ad. 5.5.** Kolejnym problemem badawczym w rozwiązaniu którego uczestniczyłam było opracowanie składu kompozycji natłuszczających stosowanych w garbarstwie do natłuszczania skór aby nadać im odpowiednia miękkość, chwyt, hydrofobowość – czyli cechy pożądane przez konsumentów. Zmiany jakim skóra ulega w procesie natłuszczania są w dużym stopniu zależne od właściwości użytych środków. Dostępne na rynku środki natłuszczające należą do różnych grup związków chemicznych. Najczęściej są to emulsje otrzymane z naturalnych tłuszczów pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego w formie niezmienionej lub po chemicznej modyfikacji w postaci emulsji w wodzie. Modyfikacja chemiczna tłuszczów ma na celu nadanie tłuszczom właściwości emulgujących, jak również wprowadzenie do cząsteczki tłuszczu odpowiednich grup funkcyjnych, aby w ten sposób zwiększyć powinowactwo do garbowanej skóry. Od samego procesu natłuszczania a także od użytego środka natłuszczającego zależą takie właściwości gotowej skóry jak: miękkość, pulchność, elastyczność. Proces natłuszczania wpływa także na wytrzymałość skóry na rozciąganie, przepuszczalność pary wodnej, przewodnictwo cieplne, a także na odporność skóry na działanie tlenu z powietrza. Istotnym parametrem determinującym jakość emulsji natłuszczającej jest wielkość cząstek emulsji. Celem prac (**punkt II D poz. 17 i 20)** było zbadanie wpływu charakteru rozkładu i średniej wielkości cząstek emulsji natłuszczających (mono i polidyspersyjnych) na wybrane właściwości, głównie miękkość skóry. Wyniki badań stanowiły podstawę doboru składu kompozycji natłuszczających. Najlepsze efekty natłuszczania uzyskano w przypadku użycia kompozycji zawierających tłuszcze syntetyczne i modyfikowane, oraz tłuszcze naturalne z dodatkiem oleju silikonowego i środków zmiękczających. Średnia wielkość cząstek badanych emulsji wynosiła od 6,1 do 31,5µm. Uzyskane wyniki nie pozwoliły ustalić jednoznacznych zależności między średnią wielkością cząstek emulsji a miękkością skór nimi natłuszczonych.

W publikacji (**punkt II A poz. 5)** przedstawiono wpływ pH na stabilność emulsji zastosowanych do natłuszczania skór. Zbadano pięć układów emulsyjnych w zakresie pH od 4,0 do 8,0. Określono w nich średnią wielkość cząstek, rozkład emulsji oraz wyznaczono współczynnik dyspersyjności. Wykazano, że emulsja zawierająca modyfikowaną lanolinę oraz emulsja na bazie tłuszczów naturalnych i syntetycznych zachowały trwałość w zmiennym pH. Szczegółowy opis zastosowanych tłuszczów został zamieszczony w publikacji „punkt II A poz. 5”. Średnia wielkość cząstek dla układu z lanoliną charakteryzowała się najniższą cząstką fazy zdyspergowanej zawartą w przedziale (1,44 – 1,91µm), nie różniąca się istotnie statystycznie. W badanym zakresie pH wykazywała jedną frakcję a jej współczynnik dyspersyjności nie przekroczył wartości 1,57. Druga z wymienionych emulsji posiadała trochę większą cząstkę mieszczącą się w oznaczanym zakresie pH (2,54 -3,33µm), dla której nie zaobserwowano istotnych zmian statystycznych. Wykazywała ona charakter monodyspersyjny (obecność jednej frakcji o wąskim rozkładzie cząstek) a jej współczynnik dyspersyjności pozostawał w zakresie (1,29-1,81). W pozostałych emulsjach zmiana pH skutkowała dużym zróżnicowaniem średnicy cząstek fazy zdyspergowanej. Większa wartość współczynnika dyspersyjności potwierdzała zróżnicowanie rozmiaru cząstek a tym samym wskazywała na pojawienie się większej liczby frakcji w układzie. Stwierdzono, że mając wiedze na temat średniej wielkości cząstek, można właściwe dobierać odpowiednie środki natłuszczające do skóry, które dotrą do przestrzeni między fibrylami, a nie zapełnią przestrzeni między włókienkami powodując w ten sposób efekt przetłuszczenia. Właściwe przygotowana emulsja natłuszczająca prawidłowo wypełnieni kapilary i otrzymany produkt – jako skóra gotowa będzie charakteryzować się pożądaną miękkością.

**Ad. 5.6.** Zasadniczą rolę w odpowiednim podejściu do wymagań stawianych przedsiębiorstwom przemysłu spożywczego przez rynek jest ich dostosowanie się zarówno do norm ISO odnoszących się do zarządzania jakością jak również staranne wdrażanie systemu prewencyjno-zapobiegawczego HACCP. Powyższą tematykę zaprezentowano w kilku pracach, ze szczególnym podkreśleniem stosowalności i zasadności wprowadzania systemu HACCP w przemyśle spożywczym. W publikacjach **(punkt II D poz. 26, 28, 29, 33, 35)** podkreślono, że wyprodukowanie bezpiecznego wyrobu branży spożywczej, wolnego od zanieczyszczeń chemicznych, fizycznych, biologicznych jest dla konsumenta bardzo istotne. Wskazano, potrzebę opracowania procedur wdrażania systemu HACCP do wszystkich przedsiębiorstw branży spożywczej. Większe przedsiębiorstwa, kierowane stale wzrastającą konkurencją krok ten już wykonały, dlatego zasadne staje się dotarcie do mniejszych firm i przygotowanie dla nich łatwych do zrozumienia przewodników, opracowanych przez kompetentne osoby, co pozwoli uniknąć nieporozumień i problemów we wdrażaniu systemu. Należy jednak zaznaczyć, że wprowadzenie systemu do małych firm branży spożywczej stanowi dość istotny problem bowiem przedsiębiorcy kojarzą go z dużymi wydatkami i związaną z tym biurokracją. Dlatego w publikacji **(punkt II D poz. 29)** starano się wykazać, że wprowadzenie systemu HACCP nie wymaga dużych nakładów finansowych, a jedynie zaangażowania personelu. Korzyści jakie dzięki temu osiąga zakład produkcyjny są duże i rekompensują wcześniej poniesione koszty. Możliwość korzystania z różnego rodzaju szkoleń oraz dostępność przewodników ułatwiających wdrażanie może zmienić nastawienie do wprowadzania tego systemu, który mimo wszystko pozostaje najtańszym narzędziem zapewniającym bezpieczeństwo wyprodukowanej żywności.

W publikacji **(punkt II D poz. 26)** przeprowadzono analizę możliwości pojawienia się nieprawidłowości podczas transportu produktów oraz podczas produkcji opakowań metalowych wykorzystywanych do ich pakowania. Wskazano miejsca, gdzie nieprawidłowości mogą się pojawić jak również przedstawiono błędy w technologii produkcji opakowań. W artykule pokazano znaczenie wdrażania systemu HACCP w celu eliminacji błędów technologicznych oraz eliminacji produktów wadliwych.

Analizy przedstawione w powyższych pracach upoważniają do stwierdzenia, że systematyczne podejście producentów, polegające na tworzeniu systemu przede wszystkim prewencyjno-zapobiegawczego, a nie kontrolującego już zaistniałe wady produktu, przyczynia się do wzrostu zaufania klientów i jest warunkiem sukcesu. System HACCP należy upowszechniać, ponieważ jest on efektywny i skuteczny oraz gwarantuje jakość i bezpieczeństwo żywności. Certyfikat systemu HACCP, potwierdza dbałość zakładu o bezpieczeństwo zdrowotne żywności w sposób akceptowany w Europie i na świecie. Przedsiębiorstwo staje się bardziej konkurencyjne i otwarte na zaspakajanie potrzeb klientów, a w przypadku handlu może więcej sił i środków poświęcić na uatrakcyjnienie form sprzedaży i wyrabianie marki, czyli na działania marketingowe. Na sukces lub niepowodzenie przedsiębiorstwa wpływa sprawność działania przedsiębiorstwa oraz kompleks zewnętrznych uwarunkowań rynkowych i pozarynkowych. Orientacja rynkowa staje się koniecznością w warunkach konkurencyjnego i zrównoważonego rynku nabywcy. Występuje, wtedy sytuacja, w której sukces przedsiębiorstwa zależy od jakości zaspokajania potrzeb odbiorców produktów oraz jakości działań marketingowych. Szczegółowe podejście do tych zagadnień zostało zaprezentowane w innej publikacji **(punkt II D poz. 28).** Pokazano, że prawidłowo prowadzony marketing to strategiczne działanie firm spożywczych. Bardzo istotna jest wiedza dotycząca jakości, bezpieczeństwa produktów oraz potrzeb różnych grup odbiorców. Wyjście naprzeciw potrzebom konsumenta daje szanse producentowi, że spełni oczekiwania i preferencje odbiorcy, a zadowolony konsument rozpowszechni walory jego produktu wśród innych potencjalnych nabywców. W pracy podkreślono, że narzędzie w postaci systemu HACCP, zabezpiecza zarówno producenta, jak również daje pewność konsumentowi, że produkt jest bezpieczny i wolny od wad. Wybierając i kupując produkt spożywczy konsument zawsze może sprawdzić czy jego producent wprowadził system HACCP w swoim przedsiębiorstwie. W pracy podkreślono, że produkty wyraźnie lepsze, wyróżniające się na tle innych, częściej odnoszą sukces rynkowy niż produkty podobne. Dlatego ostatecznym celem skutecznego procesu marketingowego jest stworzenie dla docelowych konsumentów bezpiecznego wyrobu spożywczego dostarczającego im wartości innych niż dotychczas oferowane, wraz z pełnym pakietem korzyści zdrowotnych i smakowych.

**Podsumowanie pozostałych najważniejszych osiągnieć naukowo badawczych po uzyskaniu stopnia doktora nie zaliczonych do osiągniecia naukowego będącego podstawą wniosku.**

1. Uzyskanie poprawy właściwości fizykochemicznych i reologicznych odpadowych tłuszczów spożywczych tj. łoju baraniego, łoju wołowego, oraz frakcji łoju wołowego, w wyniku przeestryfikowania enzymatycznego.
2. Wykazanie, że przeestryfikowanie enzymatyczne tłuszczu spożywczego daje produkt mogący stanowić bazę tłuszczową stabilnych emulsji służących do produkcji preparatów kosmetycznych.
3. Wskazanie nowego kierunku możliwej aplikacji mniej popularnych tłuszczów spożywczych – jako bazy tłuszczowej stabilnych produktów kosmetycznych.
4. Otrzymanie stabilnych układów dyspersyjnych o obniżonej zawartości tłuszczu poprzez dodatek mieszaniny różnych hydrokoloidów.
5. Pokazanie skali występowania tłuszczów częściowo uwodornionych będących źródłem izomerów trans kwasów tłuszczowych w produktach spożywczych obecnych na polskim rynku.
6. Wykazanie wpływu jakości tłuszczów piekarskich na cechy wyrobów spożywczych oraz możliwości eliminacji izomerów trans kwasów tłuszczowych z tłuszczów stosowanych w produkcji wyrobów ciastkarskich bez obniżenia ich jakości.
7. Opracowanie stabilnych kompozycji do natłuszczania skór w przemyśle garbarskim zawierających naturalne oraz syntetyczne tłuszcze.
8. Przedstawienie skali problemów związanych z wprowadzaniem systemu HACCP oraz wykazanie korzyści, wad i blokad wynikających z jego implementacji do przedsiębiorstw spożywczych. Wykazanie, że prawidłowo prowadzony marketing to również strategiczne działanie firm spożywczych.

Ponadto do mojej działalności naukowo - badawczej oraz dydaktycznej zaliczam współpracę z innymi ośrodkami naukowymi, zarówno krajowymi jak i zagranicznymi. Wieloletnią współpracę prowadzę z Zakładem Chemii Żywności i Zakładem Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Wydziału Nauk o Żywności, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Efektem wspólnych prac naukowo - badawczych (od 2000 roku do nadal) jest wiele publikacji w renomowanych czasopismach zagranicznych i krajowych. Również ważną i owocną współpracą której wynikiem są wspólne artykuły jest współpraca z Zakładem Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji – SGGW (od 2010 roku do nadal). Pozostaję we współpracy z Katedrą Chemii Nieorganicznej i Technologii Ciała Stałego, Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (od 2012 roku do nadal).

Realizacja projektu POKL.04.03.00-00-057/12 PT „Dostosowanie oferty dydaktycznej UTH do wymagań rynku pracy” w którym brałam aktywny udział wzmocniła moją współpracę w ramach wspólnej działalności dydaktycznej i naukowej z Katedrą Nauk o Jakości Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu (od 2013 do nadal).

W ramach programu Erasmus plus nawiązałam również współpracę naukowo-dydaktyczną z Fryderico II Uniwersytetem w Neapolu – Division of Science and Technology. Wygłosiłam tam wykłady dla doktorantów na temat “Fat modifications with special emphasis on the interestrification”, oraz „Enzymatic and chemical interesterification. Trans fatty acids (TFA) in human diet”. Wspólna praca naukowa z powyższym ośrodkiem będzie dotyczyć aplikacji na sztucznej skórze emulsji kosmetycznych zawierających przeestryfikowane tłuszcze. Planuję rozpocząć badania we wrześniu 2015roku.

Wykłady o podobnej tematyce dotyczącej modyfikacji tłuszczów wygłosiłam również w Antwerpii na Uniwersytecie Karel de Grote Hogeschool dla studentów studiów magisterskich. Ponadto prowadzę wspólne badania naukowe z katedrą: Department of Industrial Sciences and Technology. Przygotowane przeze mnie próbki tłuszczu przeestryfikowanego zostały w tym ośrodku naukowym przebadane pod kątem zawartości emulgatorów. Dalsze wspólne prace zmierzają w kierunku otrzymywania strukturyzowanych triacylogliceroli oraz mono i diacylogliceroli.