

**UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-HUMANISTYCZNY
IM. KAZIMIERZA PUŁASKIEGO
WYDZIAŁ EKONOMII I FINANSÓW**

mgr inż. Magdalena Woźniak

**Doskonalenie cech jakościowych produktów emulsyjnych
na bazie tłuszczów modyfikowanych**

Autoreferat rozprawy doktorskiej

PROMOTOR

prof. dr hab. inż. Małgorzata Katarzyna Kowalska

WSPÓLPROMOTORZY

prof. Serge M. F. Tavernier

prof. Pieter Billen

PROMOTOR POMOCNICZY

dr hab. inż. Magdalena Paździor, prof. UTH

RADOM 2021

Spis treści

1	Plan rozprawy doktorskiej.....	3
2	Uzasadnienie podjęcia tematu	5
3	Cel pracy, teza oraz hipotezy badawcze	7
4	Material i metody badawcze.....	8
5	Struktura pracy doktorskiej	10
6	Wyniki badań.....	12
7	Bibliografia.....	17

1 Plan rozprawy doktorskiej

Wykaz skrótów i symboli stosowanych w pracy

WSTĘP

CZEŚĆ LITERATUROWA

1. Charakterystyka tłuszczów
 - 1.1 Tłuszcze i determinanty ich jakości
 - 1.2 Światowy rynek olejów i tłuszczów oraz ich zastosowania w przemyśle
 - 1.3 Tłuszcz zwierzęcy – łój barani
 - 1.3.1 Właściwości fizykochemiczne łożu baraniego
 - 1.3.2 Charakterystyka, produkcja oraz kierunki wykorzystania łożu baraniego
 - 1.4 Tłuszcz roślinny – olej konopny
 - 1.4.1 Charakterystyka oleju konopnego (*Cannabis sativa* L.)
 - 1.4.2 Areal uprawy konopi siewnych
 - 1.4.3 Właściwości, budowa oraz znaczenie oleju konopnego
 - 1.5 Metody modyfikacji tłuszczów
 - 1.5.1 Frakcjonowanie
 - 1.5.2 Mieszanie
 - 1.5.3 Uwodornienie
 - 1.5.4 Przeestryfikowanie
 - 1.5.5 Oleożelacja
 - 2 Charakterystyka układów emulsyjnych
 - 2.1 Czynniki determinujące jakość produktów emulsyjnych
 - 2.2 Mechanizmy niestabilności układów emulsyjnych
 - 2.3 Rodzaje substancji stabilizujących układy emulsyjne
 - 2.3.1 Budowa i właściwości emulgatorów
 - 2.3.2 Substancje modyfikujące teksturę układów emulsyjnych
 - 3 Produkty spożywcze, kosmetyczne i farmaceutyczne jako układy dyspersyjne
 - 3.1 Produkty spożywcze
 - 3.2 Produkty kosmetyczne
 - 3.3 Produkty farmaceutyczne
- CZEŚĆ EKSPERYMENTALNA
- 4 Założenia badawcze
 - 4.1 Cel pracy, teza oraz hipotezy badawcze
 - 5 Badanie ankietowe

- 5.1 Metodyka badań ankietowych
- 6 Materiał doświadczalny
 - 6.1 Materiał badawczy
- 7 Metodyka badawcza
 - 7.1 Przygotowanie materiału badawczego
 - 7.1.1 Oczyszczanie łoju baraniego
 - 7.1.2 Procedura modyfikacji enzymatycznej mieszanin tłuszczowych łoju baraniego i oleju konopnego
 - 7.1.3 Wytworzenie diacylogliceroli z tłuszczów natywnych
 - 7.1.4 Przygotowanie emulsji
 - 7.2 Metody oceny jakości tłuszczów
 - 7.2.1 Oznaczenie liczby kwasowej
 - 7.2.2 Pomiar punktu topnienia
 - 7.2.3 Ocena mikrostruktury krystalicznej tłuszczów
 - 7.2.4 Ocena tekstury tłuszczów
 - 7.2.5 Analiza profilu kwasów tłuszczowych
 - 7.2.6 Pozytywne rozmieszczenie kwasów tłuszczowych w triacyloglicerolach
 - 7.2.7 Analiza jakościowa i ilościowa frakcji polarnej, niepolarnej
 - 7.2.8 Stabilność oksydacyjna tłuszczów
 - 7.3 Metody oceny jakości układów emulsyjnych
 - 7.3.1 Badanie lepkości dynamicznej
 - 7.3.2 Ocena tekstury
 - 7.3.3 Ocena procesów zachodzących w emulsjach podczas przechowywania
 - 7.3.4 Ocena mikrostruktury układów emulsyjnych
 - 7.3.5 Ocena konsumencka emulsji
 - 7.4 Analiza statystyczna wyników
- 8 Zakres badań doświadczalnych
- 9 Wyniki badań i ich dyskusja
 - 9.1 Wyniki badań ankietowych
 - 9.2 Etap 1 - Optymalizacja ilości dodanej wody do preparatu enzymatycznego podczas procesu modyfikacji tłuszczów
 - 9.3 Etap 2 - Charakterystyka tłuszczów surowych, mieszanin tłuszczowych zmodyfikowanych w zoptymalizowanych warunkach i ich niemodyfikowanych odpowiedników
 - 9.4 Etap 3 - Produkty emulsyjne na bazie tłuszczów modyfikowanych z wykorzystaniem różnych modyfikatorów tekstury
 - 9.4.1 Układy emulsyjne stabilizowane karboksymetylocelulozą (CMC)

- 9.4.2 Układy emulsyjne stabilizowane hydroksypropylometylocelulozą (HPMC)
- 9.4.3 Układy emulsyjne stabilizowane gumą ksantanową (XG)
- 9.4.4 Układy emulsyjne stabilizowane gumą ksantanową i skleroglukanem (XGSG)
- 9.4.5 Układy emulsyjne stabilizowane gumą ksantanową i celulozą mikrokrystaliczną (XGMCC)
- 9.4.6 Ocena fizykochemiczna najbardziej stabilnych fizykochemicznie układów emulsyjnych zawierających tłuszcz zmodyfikowany względem układów zawierających tłuszcz nie poddany procesowi przeestryfikowania
- 9.5 Etap 4 - Porównanie efektywności emulgatorów wytworzonych w procesie modyfikacji enzymatycznej
- 9.6 Etap 5 - Ocena konsumencka
- 10 Podsumowanie wyników
- 11 Wnioski
- Bibliografia
- Wykaz rysunków
- Załącznik nr 1
- Załącznik nr 2

2 Uzasadnienie podjęcia tematu

Obecnie, można zaobserwować coraz większe wymagania dotyczące jakości wykorzystywanych tłuszczów. Tłuszcze pozyskane bezpośrednio z surowców roślinnych oraz zwierzęcych, nie zawsze zaspokajają oczekiwania technologów, żywieniowców czy konsumentów. Z tego względu poddaje się je licznym modyfikacjom, które pozwalają uzyskać produkt o pożądanych cechach i właściwościach, a także spełniających oczekiwania konsumentów w kierunku cech sensorycznych (Gunstone, 2006). Jedną z modyfikacji, która spełnia aktualne wymagania w kontekście środowiskowym, jak również wpisuje się w trendy dotyczące bezpieczeństwa produktów oraz dążenia do zrównoważonej produkcji jest przeestryfikowanie enzymatyczne tłuszczów. Niewątpliwymi zaletami tego procesu jest szerokie spektrum możliwości zaprojektowania produktu wraz z jego właściwościami funkcjonalnymi (Sivakanthan i Madhujith, 2020). Po procesie przeestryfikowania, biologicznie aktywne kwasy tłuszczowe obecne w surowcach tłuszczowych pozostają nienaruszone (Gruczyńska, 2012). Ponadto, modyfikacja ta nie prowadzi do powstania szkodliwych izomerów *trans* kwasów tłuszczowych (Sivakanthan i Madhujith, 2020). Przeestryfikowanie

enzymatyczne może być szansą na poszerzenie zastosowania odpadowych tłuszczów zwierzęcych, m.in. łoju baraniego (Kowalska i wsp., 2019).

Łój barani jest trudno akceptowany przez konsumentów do bezpośredniej konsumpcji, dlatego też zazwyczaj wykorzystywany jest w celach technicznych (Thomas i wsp., 2015). Tłuszcz ten jest źródłem nasyconych kwasów tłuszczowych, m.in. palmitynowego i stearynowego, które przyczyniają się do jego wysokiej stabilności oksydacyjnej oraz wysokiej temperatury topnienia (Gunstone, 2009). Poprzez proces przeestryfikowania łoju baraniego z olejem roślinnym, można wzbogacić go w nienasycone kwasy tłuszczowe, co pozwoli na uzyskanie produktu tłuszczowego o wyższej wartości żywieniowej oraz zmodyfikowanych cechach jakościowych. W niniejszej pracy przeprowadzono proces przeestryfikowania enzymatycznego łoju baraniego z olejem z nasion konopi siewnych. Olej ten posiada unikalny skład kwasów tłuszczowych, w porównaniu do innych produktów tego typu dostępnych na rynku. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe stanowią znaczną większość wszystkich kwasów obecnych w tym oleju (Callaway i Pate, 2009). Olej konopny zawiera również składniki działające antyoksydacyjne (tokoferole, polifenole, karotenoidy), jak również jest źródłem kannabinoidów (Mikulcová i wsp., 2017; Izzo i wsp., 2020).

Wybrany proces modyfikacji enzymatycznej umożliwi także, dzięki odpowiedniemu dobraniu warunków reakcji, wytworzenie pewnej ilości emulgatorów (mono- i diacylogliceroli). Stąd też, w pracy założono zaprojektowanie stabilnych modelowych produktów emulsyjnych, zawierających zmodyfikowany tłuszcz z wystarczającą ilością emulgatorów umożliwiającą eliminację dodatku innych składników emulgujących. Z uwagi na to, że wytworzone emulgatory posiadają unikalną strukturę wynikającą zarówno z budowy użytych surowców tłuszczowych, jak również zastosowanego procesu modyfikacji, zasadna była ocena ich kompatybilności z modyfikatorami tekstury wykorzystywanymi w układach emulsyjnych. Emulsje poddano ocenie jakościowej, która umożliwiła wskazanie najbardziej efektywnego modyfikatora tekstury, który wykazał największy synergizm z emulgatorami wytworzonymi podczas modyfikacji enzymatycznej. W badaniach wykorzystano pięć różnych hydrokoloidów: karboksymetylocelulozę, hydroksypropylometylocelulozę, gumę ksantanową oraz mieszaniny gumy ksantanowej ze skleroglukanem i celulozą mikrokrystaliczną. Z uwagi na fakt, że uzyskanie pożądanej stabilności emulsji, nie zawsze warunkuje akceptowalne właściwości fizykochemiczne i odczucia sensoryczne, wybrane produkty podano także ocenie konsumenckiej.

Tematyka procesu przeestryfikowania enzymatycznego tłuszczów zwierzęcych z olejami roślinnymi została podjęta przez wielu autorów (Kowalska i wsp., 2008; Holm i Cowan, 2008; Gibon, 2011; Gruczyńska, 2012; Rohm i wsp., 2018). Natomiast w literaturze brak jest badań dotyczących tego rodzaju modyfikacji z zastosowaniem wykorzystanych w pracy surowców – loju baraniego i oleju z nasion konopi siewnych. Ponadto, jak dotychczas, w literaturze nie znaleziono doniesień dotyczących wykorzystania przeestryfikowanych mieszanin tłuszczowych loju baraniego oraz oleju konopnego w produktach emulsyjnych. Zagadnienie to wydaje się istotne, gdyż na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego, stwierdzono, że konsumenci byłiby zainteresowani zaproponowanymi produktami emulsyjnymi wytworzonymi na bazie przeestryfikowanych enzymatycznie tłuszczów. Układy te wpisują się w aktualne trendy panujące na rynkach produktów spożywczych oraz kosmetycznych. Wytworzone produkty są układami innowacyjnymi, zrównoważonymi oraz zawierającymi jedynie składniki pochodzenia naturalnego.

Celem pracy było zaprojektowanie i wytworzenie modelowych układów emulsyjnych na bazie tłuszczów modyfikowanych enzymatycznie do kształtowania jakości docelowych produktów w branży spożywczej, kosmetycznej i farmaceutycznej.

3 Cel pracy, teza oraz hipotezy badawcze

Celem pracy było zaprojektowanie modelowych układów emulsyjnych na bazie tłuszczów modyfikowanych enzymatycznie do kształtowania jakości docelowych produktów w branży spożywczej, kosmetycznej i farmaceutycznej. Założono wytworzenie akceptowalnych przez konsumentów, stabilnych produktów emulsyjnych, zawierających zmodyfikowany tłuszcz z wystarczającą ilością emulgatorów oraz różnym rodzajem i zmiennym stężeniem modyfikatora lepkości. Na podstawie dostępnej literatury oraz wyników wstępnych badań postawiono następującą tezę pracy:

Wytworzone stabilne produkty emulsyjne na bazie enzymatycznie modyfikowanych tłuszczów spełniają oczekiwania konsumentów

Na potrzeby realizacji celu oraz tezy pracy sformułowano następujące **hipotezy badawcze**:

Hipoteza I: Zwiększona zawartość wody dodana do preparatu enzymatycznego podczas procesu przeestryfikowania tłuszczu może zapewnić otrzymanie założonej ilości mono- i diacylogliceroli w zmodyfikowanym produkcie tłuszczowym.

Hipoteza 2: Stabilność układu emulsyjnego może zależeć od rodzaju emulgatorów otrzymanych w wyniku enzymatycznej modyfikacji tłuszczów nasyconych (z łoju baraniego i oleju konopnego).

Hipoteza 3: Kształtowanie jakości produktów emulsyjnych może być związane z enzymatycznie modyfikowanymi tłuszczami będącymi fazami tłuszczowymi wytworzonych układów oraz rodzajem i stężeniem dodanego do układu modyfikatora lepkości.

Hipoteza 4: Produkty emulsyjne na bazie zmodyfikowanych tłuszczów, zawierające emulgatory wytworzone w procesie modyfikacji enzymatycznej oraz wybrane modyfikatory lepkości, mogą być akceptowane przez konsumentów.

Ze względu na złożoność oraz wieloaspektowość pracy, zaproponowano następujące cele częściowe:

- 1 Wyznaczenie optymalnego poziomu emulgatorów w modyfikowanych mieszaninach tłuszczowych.
- 2 Doskonalenie cech jakościowych tłuszczów w procesie modyfikacji enzymatycznej.
- 3 Weryfikacja stabilności produktów emulsyjnych na bazie tłuszczów modyfikowanych zawierających różne rodzaje i stężenie modyfikatorów tekstury.
- 4 Porównanie efektywności emulgatorów wytworzonych podczas modyfikacji enzymatycznej.
- 5 Ocena konsumencka wybranych, charakteryzujących się najwyższą stabilnością, produktów emulsyjnych.

4 Materiał i metody badawcze

Badanie ankietowe

Przed przystąpieniem do weryfikacji hipotez przeprowadzono badanie ankietowe w celu zdobycia wiedzy na temat akceptacji zaproponowanych w pracy produktów emulsyjnych wytworzonych na bazie zmodyfikowanych enzymatycznie mieszanin tłuszczowych łoju baraniego i oleju konopnego. Jednocześnie, w badaniu tym, starano się zidentyfikować czynniki mogące wpłynąć na decyzje o zakupie przez konsumentów proponowanych produktów. Badanie ankietowe było realizowane z wykorzystaniem metody CAWI (ang. *computer-assisted web interview*). Kwestionariusz ankiety składał się z 8 pytań zamkniętych, jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru. Z uwagi na wykorzystanie w pracy niepopularnych surowców tłuszczowych, przed częścią pytań zamieszczono krótkie uzupełniające informacje,

wprowadzające do pytania. Badanie przeprowadzono za pośrednictwem serwisu Ankietao.pl. Próba badawcza miała charakter losowy, a operatem losowania był panel internetowy SWpanel.pl prowadzony przez agencję badawczą SW Research. W ramach badania przeprowadzono 1000 ankiet. Udział w badaniach był dobrowolny i anonimowy.

Materiał badawczy

Jako surowce tłuszczowe w pracy wykorzystano nierafinowany olej z nasion konopi siewnych tłoczony na zimno (Oleofarm, Wrocław, Polska) oraz łój barani (Meat-Farm Radosław Łuczak, Stefanowo, Polska). Przygotowano 21 mieszanin tłuszczowych łoju baraniego oraz oleju konopnego, w różnych stosunkach (3:1, 3:2, 3:3, 2:3 oraz 1:3), które poddano procesowi modyfikacji enzymatycznej w różnych warunkach.

Do wytworzenia produktów emulsyjnych na bazie tłuszczów modyfikowanych enzymatycznie wykorzystano 5 rodzajów modyfikatorów tekstury (karboksymetyloceluloza, hydroksypropylometyloceluloza, guma ksantanowa, guma ksantanowa i skleroglukan, guma ksantanowa i celuloza mikrokrystaliczna). Jako konserwant w emulsjach zastosowano preparat handlowy stanowiący roztwór wodny benzoesu sodu i sorbinianu potasu. Wytworzono w sumie 93 układy emulsyjne z wykorzystaniem zmodyfikowanych oraz niemodyfikowanych mieszanin tłuszczowych, zawierające zmienną ilość modyfikatorów tekstury.

Metody oceny jakości tłuszczów oraz ich mieszanin:

- oznaczenie liczby kwasowej,
- pomiar punktu topnienia,
- ocena mikrostruktury krystalicznej tłuszczów,
- ocena tekstury tłuszczów,
- analiza profilu kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej,
- pozycyjne rozmieszczenie kwasów tłuszczowych w triacyloglicerolach metodą chromatografii gazowej,
- analiza jakościowa i ilościowa frakcji polarnej, niepolarnej za pomocą chromatografii wykluczania,
- stabilność oksydacyjna tłuszczów z użyciem aparatu Rancimat.

Metody oceny jakości układów emulsyjnych:

- badanie lepkości dynamicznej,
- ocena tekstury emulsji,

- analiza procesów destabilizacyjnych za pomocą urządzenia Turbiscan Lab Expert (ocena profili zmian intensywności światła wstecznie rozproszonego w funkcji czasu oraz wysokości próbki, współczynnik stabilności, średnica kropeł),
- ocena mikrostruktury układów emulsyjnych.

Wyniki poddano analizie statystycznej wykorzystując w tym celu oprogramowanie Statistica 13 (badania eksperymentalne) oraz pakiet IBM SPSS 26.0 (badania ankietowe).

5 Struktura pracy doktorskiej

Rozprawa doktorska została podzielona na dwie główne części – literaturową oraz eksperymentalną.

W **pierwszym rozdziale** dokonano charakterystyki tłuszczów oraz opisano determinanty ich jakości. Omówiono także światowy rynek olejów i tłuszczów, jak również wskazano ich zastosowania w przemyśle. Szczególną uwagę poświęcono omówieniu zagadnień związanych z lojem baranym oraz olejem z nasion konopi siewnych, które stanowiły podstawowy materiał badawczy wykorzystywany w badaniach eksperymentalnych. W rozdziale tym zaprezentowano także metody modyfikacji tłuszczów

W **drugim rozdziale** przedstawiono charakterystykę układów emulsyjnych, w tym omówiono czynniki determinujące ich jakość, mechanizmy niestabilności tych układów oraz zaprezentowano rodzaje substancji stabilizujących emulsje.

W **trzecim rozdziale** omówiono produkty spożywcze, kosmetyczne oraz farmaceutyczne występujące w formie układów dyspersyjnych.

W **czwartym rozdziale** zaprezentowano założenia badawcze, cel oraz tezę pracy oraz postawione hipotezy badawcze.

Rozdział piąty został poświęcony omówieniu metodyki badawczej przeprowadzonych badań ankietowych. Badania te były realizowane z wykorzystaniem metody CAWI (ang. *computer-assisted web interview*). W ramach badania przeprowadzono 1000 ankiet.

W **rozdziale szóstym** zaprezentowano wykorzystany w pracy materiał badawczy, natomiast w kolejnym rozdziale szczegółowo omówiono wykorzystane w pracy metodyki badawcze, dotyczące przygotowania materiału badawczego: tłuszczu zwierzęcego do procesu modyfikacji enzymatycznej, modyfikacji mieszanin tłuszczowych loju baraniego i oleju konopnego,

emulgatorów wytworzonych z tłuszczów nasyconych oraz układów emulsyjnych. Opisano metody oceny jakości analizowanych w pracy mieszanin tłuszczowych oraz emulsji.

W ósmym rozdziale opisano zakres badań doświadczalnych oraz zamieszczono schematy postępowania podczas realizacji każdego z pięciu etapów badań eksperymentalnych. W ramach prac związanych z realizacją pierwszego etapu, przeprowadzono optymalizację ilości dodanej wody do preparatu enzymatycznego podczas procesu modyfikacji. Postępowanie to miało na celu wskazanie określonej ilości wody w układzie reakcyjnym (tłuszczów – łój barani/olej konopny), która pozwoliła na wytworzenie wystarczającej ilości mono- oraz diacylogliceroli podczas procesu przeestryfikowania/hydrolizy w końcowym, zmodyfikowanym produkcie tłuszczowym. Zmodyfikowane mieszaniny tłuszczowe, scharakteryzowano pod względem wybranych parametrów jakościowych. Następnie, zostały one wykorzystane jako fazy tłuszczowe układów emulsyjnych. Wytworzone emulsje poddano ocenie stabilności w celu wskazania odpowiedniego zakresu zawartości emulgatorów w bazach tłuszczowych, co umożliwiło wyznaczenie optymalnej ilości wody dodanej do preparatu enzymatycznego podczas procesu modyfikacji tłuszczów. Kryterium dla wskazania optymalnej ilości wody w procesie modyfikacji faz tłuszczowych było potwierdzenie stabilności układów emulsyjnych wytworzonych na bazie tych faz.

Podczas realizacji etapu drugiego dokonano charakterystyki wykorzystanych w pracy tłuszczów surowych, tj. łożu baraniego oraz oleju z nasion konopi, jak również mieszanin tych tłuszczów w różnych stosunkach (3:1, 3:2, 3:3, 2:3 oraz 1:3 w/w). Tłuszcze oraz ich mieszaniny (przed oraz po poddaniu ich procesowi modyfikacji) scharakteryzowano w kontekście wybranych parametrów.

W kolejnym etapie badań wytworzono 75 układów emulsyjnych, których fazy tłuszczowe stanowiły zmodyfikowane tłuszcze zawierające wyznaczoną w pierwszym etapie ilość emulgatorów. W formowaniu nowych produktów emulsyjnych wykorzystano 5 wybranych handlowych modyfikatorów tekstury. Emulsje zostały poddane ocenie jakościowej mającej na celu ustalenie najbardziej efektywnego modyfikatora tekstury, który wykazywałby największą kompatybilność z emulgatorami wytworzonymi podczas modyfikacji enzymatycznej. Z ekonomicznego punktu widzenia zasadne było również ustalenie optymalnego stężenia wykorzystanych modyfikatorów, które pozwoliło na wytworzenie trwałego układu o właściwościach zbliżonych do tych, które uznane zostałyby przez konsumentów jako najbardziej korzystne. Na podstawie przeprowadzonej oceny jakości spośród wszystkich wytworzonych produktów emulsyjnych, wytypowano po jednym układzie (zawierającym inny

modyfikator lepkości) wykazującym najwyższą trwałość. Następnie dokonano porównania parametrów jakościowych wytypowanych układów emulsyjnych wytworzonych na bazie tłuszczów zmodyfikowanych i odpowiadających im emulsji wytworzonych na bazie tłuszczów nie poddanych modyfikacji, w celu weryfikacji wpływu procesu modyfikacji tłuszczów na oznaczone parametry.

W czwartym etapie dokonano porównania efektywności emulgatorów wytworzonych podczas procesu przeestryfikowania/hydrolizy pojedynczych surowców, tj. łoju baraniego i oleju konopnego. Porównanie to zostało dokonane pośrednio poprzez ocenę parametrów jakościowych układów emulsyjnych, w których zastosowano analizowane emulgatory.

Podczas realizacji ostatniej fazy badań, wytypowane w etapie trzecim najbardziej stabilne produkty emulsyjne wytworzone na bazie tłuszczów zmodyfikowanych poddano ocenie konsumenckiej mającej na celu wskazanie tego układu, który charakteryzuje się najwyższą pożądanością w zakresie badanych cech sensorycznych. Badanie to również miało na celu sprawdzenie czy stabilny fizykochemicznie produkt emulsyjny może odpowiadać wymogom konsumentów.

W **dziwiątym rozdziale** zamieszczono wyniki badań i ich dyskusję. W pierwszej kolejności omówiono wyniki badań ankietowych, następnie przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych.

Rozdział dziesiąty został poświęcony podsumowaniu uzyskanych wyników, natomiast **rozdział jedenasty** stanowiły wnioski.

6 Wyniki badań

Celem przedstawionej rozprawy było zaprojektowanie i wytworzenie modelowych układów emulsyjnych na bazie tłuszczów modyfikowanych enzymatycznie do kształtowania jakości docelowych produktów w branży spożywczej, kosmetycznej i farmaceutycznej. Założono wytworzenie akceptowalnych przez konsumentów, stabilnych produktów emulsyjnych, zawierających zmodyfikowany tłuszcz z wystarczającą ilością emulgatorów oraz różnym rodzajem i zmiennym stężeniem modyfikatora lepkości.

Przeprowadzone badania ankietowe wykazały, że ponad połowa respondentów byłaby zainteresowana nowym produktem emulsyjnym, wytworzonym na bazie tłuszczu przeestryfikowanego zawierającego łój barani oraz olej konopny, przeznaczonym do celów spożywczych lub do aplikacji na skórę. Spośród zaproponowanych rodzajów docelowych

produktów, najwyższym poziomem akceptacji charakteryzowały się potencjalne produkty farmaceutyczne, a najniższym produkty spożywcze. Ankietowani wskazali, że najistotniejszymi determinantami, które skłoniłyby ich do zakupu produktu emulsyjnego do stosowania na skórę zawierającego zmodyfikowany łój barani i olej konopny byłyby poprawa stanu skóry po aplikacji oraz możliwość wcześniejszego przetestowania darmowej próbki. Gdyby zaproponowany produkt był przeznaczony do celów spożywczych, najważniejszymi czynnikami skłaniającymi respondentów do jego zakupu byłyby: możliwość wcześniejszego spróbowania darmowej próbki produktu oraz odpowiadające respondentom takie atrybuty jak smak, konsystencja.

W wyniku przeprowadzonej optymalizacji ilości dodanej wody do preparatu enzymatycznego podczas procesu modyfikacji tłuszczów stwierdzono, że wraz ze wzrostem stężenia wody w środowisku reakcji w mieszaninach tłuszczowych malała zawartość triacyloglicerolowej frakcji niepolarniej, przy jednoczesnym zwiększeniu zawartości składników frakcji polarnej (m. in. mono- i diacylogliceroli). Wykazano, że ilość dodanej wody do preparatu enzymatycznego podczas procesu modyfikacji tłuszczów w zakresie 1.00 – 1.25 % w/w pozwala wytworzyć taką ilość emulgatorów w mieszaninach tłuszczowych, która jest wystarczająca do uzyskania stabilnych układów emulsyjnych wytworzonych na bazie tych mieszanin. Wyniki badań optymalizacji ilości dodanej wody pozwoliły zweryfikować pierwszą hipotezę mówiącą o tym, że zwiększona zawartość wody dodana do preparatu enzymatycznego podczas przeestryfikowania tłuszczów może zapewnić otrzymanie założonej ilości mono- i diacylogliceroli. Proces modyfikacji enzymatycznej w sposób znaczący wpłynął na analizowane parametry jakościowe mieszanin tłuszczowych. Zastosowana modyfikacja tłuszczów poskutkowała istotnym obniżeniem punktu topnienia, twardości oraz siły adhezji wszystkich mieszanin tłuszczowych. Przeprowadzony proces modyfikacji spowodował także istotne zmiany w strukturze mikrokrystalicznej produktów tłuszczowych, m.in. zmniejszenie średnicy kryształów oraz zmianę ich kształtu. Modyfikacja enzymatyczna wpłynęła także na obniżenie stabilności oksydacyjnej mieszanin tłuszczowych. Stwierdzono także, że przeestryfikowane tłuszcze posiadały podobny udział analizowanych grup kwasów tłuszczowych, co mieszaniny nie poddane modyfikacji.

Produkty emulsyjne wytworzone na bazie tłuszczów modyfikowanych charakteryzowały się zróżnicowaną trwałością zależną od stosunku zastosowanych tłuszczów oraz rodzaju i stężenia modyfikatora tekstury. Biorąc pod uwagę emulsje wytworzone na bazie tłuszczów modyfikowanych oraz stabilizowane karboksymetylocelulozą, stwierdzono, że nie udało się

uzyskać układu o pożądanym poziomie stabilności. Nie stwierdzono żadnej korelacji pomiędzy zastosowanym stężeniem karboksymetylocelulozy, czy stosunkiem łoju baraniego i oleju konopnego w fazach tłuszczowych, a stabilnością emulsji.

Parametry jakościowe układów stabilizowanych hydroksypropylometylocelulozą były uzależnione od stosunku tłuszczów w zmodyfikowanych mieszaninach wykorzystanych jako fazy tłuszczowe emulsji. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem zawartości oleju konopnego w zmodyfikowanej fazie tłuszczowej malała stabilność układów emulsyjnych. W przypadku zmiennego stężenia zastosowanego modyfikatora tekstury, nie stwierdzono jednej spójnej zależności dla wszystkich układów.

Wszystkie analizowane produkty emulsyjne na bazie tłuszczów zmodyfikowanych zawierające gumę ksantanową charakteryzowały się satysfakcjonującą stabilnością. Analizowane parametry jakościowe tych układów były w znacznym stopniu zależne od zastosowanego stężenia modyfikatora tekstury. Wraz ze wzrostem stężenia gumy ksantanowej w układach emulsyjnych obserwowano zwiększenie ich stabilności.

Emulsje stabilizowane mieszaniną gumy ksantanowej oraz skleroglukanu charakteryzowały się stosunkowo wysoką stabilnością, w porównaniu do analizowanych w pracy układów zawierających pozostałe modyfikatory tekstury. Trwałość emulsji wytworzonych na bazie tłuszczów zawierających przewagę łoju baraniego wzrastała wraz ze wzrostem stężenia zagęstnika. Odwrotną zależność zaobserwowano dla emulsji, których fazy tłuszczowe zawierały przewagę oleju konopnego. Stężenie mieszaniny gumy ksantanowej oraz skleroglukanu nie miało wpływu na stabilność układów, w których fazę tłuszczową stanowiła zmodyfikowana mieszanina składająca się z równych części tłuszczu zwierzęcego i oleju roślinnego.

W przypadku emulsji stabilizowanych mieszaniną gumy ksantanowej oraz celulozy mikrokrystalicznej, stwierdzono, że jedynie część wytworzonych układów charakteryzowała się satysfakcjonującą stabilnością. Nie zaobserwowano żadnej korelacji pomiędzy zastosowanym stężeniem modyfikatora tekstury, a stabilnością emulsji. Natomiast rodzaj zastosowanej fazy tłuszczowej miał wpływ na trwałość analizowanych układów.

Wyniki badań oceny wybranych parametrów jakościowych emulsji stabilizowanych karboksymetylocelulozą, hydroksypropylometylocelulozą, gumą ksantanową, mieszaninami gumy ksantanowej ze skleroglukanem oraz gumy ksantanowej z celulozą mikrokrystaliczną, pozwoliły zweryfikować trzecią hipotezę potwierdzając, że kształtowanie jakości produktów

emulsyjnych może być związane z rodzajem i stężeniem dodanego do układu modyfikatora lepkości.

W wyniku przeprowadzonych badań polegających na porównaniu efektywności emulgatorów wytworzonych w procesie modyfikacji enzymatycznej stwierdzono, że emulgatory wytworzone z łoju baraniego charakteryzowały się wyższą efektywnością, niż emulgatory wytworzone z oleju konopnego. Zależność tą obserwowano niezależnie od rodzaju zastosowanej fazy tłuszczowej w analizowanych układach emulsyjnych zawierających porównywane składniki. Stwierdzono, że diacyloglicerole pozyskane z łoju baraniego oraz oleju konopnego zaaplikowane w stężeniu odpowiadającym stężeniu wytworzonych diacylogliceroli podczas modyfikacji enzymatycznej, nie były wystarczająco efektywne, aby stabilizować przez dłuższy czas produkt emulsyjny. W analizowanych układach szybko pojawiły się zmiany destabilizacyjne. Na podstawie uzyskanych wyników, potwierdzono, że stabilność układu emulsyjnego może zależeć od rodzaju emulgatorów otrzymanych w wyniku enzymatycznej modyfikacji tłuszczów nasyconych (z łoju baraniego i oleju konopnego), jednocześnie potwierdzając hipotezę drugą.

Stwierdzono także, że jakość wytworzonych produktów emulsyjnych była w znacznym stopniu kształtowana przez przeprowadzony proces modyfikacji enzymatycznej faz tłuszczowych. Przeprowadzona analiza wykazała, że zastosowanie zmodyfikowanej enzymatycznie mieszaniny tłuszczowej pozwala otrzymać bardziej stabilny i trwały układ. Wyniki badań porównania cech jakościowych układów emulsyjnych zawierających zmodyfikowane oraz niepoddane modyfikacji fazy tłuszczowe pozwoliły na weryfikację hipotezy trzeciej. Hipoteza ta zakładała, że kształtowanie jakości produktów emulsyjnych może być związane z enzymatycznie modyfikowanymi tłuszczami będącymi fazami tłuszczowymi wytworzonych układów.

Ocena konsumencka wykazała, że jakość sensoryczna wytypowanych w ramach pracy najbardziej trwałych emulsyjnych produktów modelowych była w pełni akceptowana przez biorących udział w badaniu konsumentów. Na podstawie wyników tego etapu badań stwierdzono, że wszystkie poddane ocenie konsumenckiej emulsje uzyskały akceptację w stopniu dobrym lub bardzo dobrym w zakresie ocenianych cech sensorycznych. Ocena ogólna oraz ocena preferencji nie wykazała statystycznie istotnych różnic pomiędzy analizowanymi emulsjami. Wyniki badań oceny konsumenckiej pozwoliły zweryfikować czwartą hipotezę zakładającą, że produkty emulsyjne na bazie zmodyfikowanych tłuszczów,

zawierające emulgatory wytworzone w procesie modyfikacji enzymatycznej oraz wybrane modyfikatory lepkości mogą być akceptowalne dla konsumentów.

Uzyskane w pracy wyniki ukierunkowały kolejne plany badawcze, które mogłyby być uzupełnieniem przedstawionej dysertacji. Przyszłe projekty dotyczą głębszej analizy mechanizmów zjawisk zachodzących w badanych układach emulsyjnych, tj. korelacji pomiędzy strukturą zastosowanych emulgatorów, a budową modyfikatorów lepkości. Z uwagi na zaobserwowane różnice w stabilności układów emulsyjnych zawierających emulgatory z tłuszczów nasyconych (łój baraniego i oleju konopnego), ciekawe wydają się również badania polegające na weryfikacji wpływu diacylogliceroli (struktury, rodzaju kwasów tłuszczowych w nich obecnych, umiejscowienia kwasów tłuszczowych w cząsteczkach) na stabilność układów emulsyjnych.

7 Bibliografia

1. Abdolmaleki, K., Alizadeh, L., Hosseini, S. M., & Nayebzadeh, K. (2020). Concentrated O/W emulsions formulated by binary and ternary mixtures of sodium caseinate, xanthan and guar gums: rheological properties, microstructure, and stability. *Food Science and Biotechnology*, 29(12), 1685-1693.
2. Adameczak, M. (2011). Strukturyzowane lipidy: postępy biokatalizy w modyfikacji lipidów. W: *Zywność projektowana - designed food*, 6-23.
3. Adameczak, M., & Bednarski, W. (2011). Modified Triacylglycerols and Fat Replacers, w: *Chemical, Biological and Functional Aspects of Food Lipids*. 2nd Ed., Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A., Eds.; CRC Press: New York, 383-408.
4. Adhikari, P., Shin, J. A., Lee, J. H., Hu, J. N., Zhu, X. M., Akoh, C. C., & Lee, K. T. (2010). Production of trans-free margarine stock by enzymatic interesterification of rice bran oil, palm stearin and coconut oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(4), 703-711.
5. Ahmed, M., Pickova, J., Ahmad, T., Liaquat, M., Farid, A., & Jahangir, M. (2016). Oxidation of Lipids in Foods. *Sarhad Journal of Agriculture*, 32(3).
6. Ahmed, S. H., Kharroubi, W., Kaoubaa, N., Zarrouk, A., Batbout, F., Gamra, H., Mohamed Fadhel Najjar, M.F., Lizard, G., Hininger-Favier, I., & Hammami, M. (2018). Correlation of trans fatty acids with the severity of coronary artery disease lesions. *Lipids in health and disease*, 17(1), 52.
7. Akbari, S., & Nour, A. H. (2018). Emulsion types, stability mechanisms and rheology: A review. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 1(1), 14-21.
8. Alan, D. F., Naeli, M. H., Naderi, M., Jafari, S. M., & Tavakoli, H. R. (2019). Production of Trans-free fats by chemical interesterified blends of palm stearin and sunflower oil. *Food Science & Nutrition*, 7(11), 3722-3730.
9. Alizadeh, L., Abdolmaleki, K., Nayebzadeh, K., & Bahmaei, M. (2019). Characterization of sodium caseinate/Hydroxypropyl methylcellulose concentrated emulsions: Effect of mixing ratio, concentration and wax addition. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128, 796-803.
10. Allen, R. R. (1978). Principles and catalysts for hydrogenation of fats and oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(11), 792-795.
11. Aluyor, E. O., & Ori-Jesu, M. (2008). The use of antioxidants in vegetable oils—A review. *African Journal of Biotechnology*, 7(25).
12. Amberg, N., & Fogarassy, C. (2019). Green consumer behavior in the cosmetics market. *Resources*, 8(3), 137.
13. Anthonsen, H. W., Baptista, A., Drablos, F., Martel, P., Petersen, S. B., Sebastião, M., & Vaz, L. (1995). Lipases and esterases: a review of their sequences, structure and evolution. In *Biotechnology annual review*. 1, 315-371.
14. Antosz, A., & Ptak, S. (2017). Badania nad wytwarzaniem emulsji woskowych metodą emulgowania wysokociśnieniowego oraz ultradźwiękowego. *Nafta-Gaz*, 73(3), 200-207.
15. Arancibia, C., Bayarri, S., & Costell, E. (2013). Comparing carboxymethyl cellulose and starch as thickeners in oil/water emulsions. Implications on rheological and structural properties. *Food Biophysics*, 8(2), 122-136.
16. Arancibia, C., Navarro-Lisboa, R., Zúñiga, R. N., & Matiacevich, S. (2016). Application of CMC as thickener on nanoemulsions based on olive oil: physical properties and stability. *International Journal of Polymer Science*, 2016.

17. Araújo, J., Vega, E., Lopes, C., Egea, M. A., Garcia, M. L., & Souto, E. B. (2009). Effect of polymer viscosity on physicochemical properties and ocular tolerance of FB-loaded PLGA nanospheres. *Colloids and surfaces B: biointerfaces*, 72(1), 48-56.
18. Aravindan, R., Anbumathi, P., & Viruthagiri, T. (2007). Lipase applications in food industry. *Indian Journal of Biotechnology*, 6, 141-158.
19. Asif, M. (2011). Process advantages and product benefits of interesterification in oils and fats. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 1(2), 134.
20. Athar, M., & Nasir, S. M. (2005). Taxonomic perspective of plant species yielding vegetable oils used in cosmetics and skin care products. *African journal of biotechnology*, 4(1), 36-44.
21. Banković-Ilić, I. B., Stojković, I. J., Stamenković, O. S., Veljković, V. B., & Hung, Y. T. (2014). Waste animal fats as feedstocks for biodiesel production. *Renewable and sustainable energy reviews*, 32, 238-254.
22. Basso, A., & Serban, S. (2019). Industrial applications of immobilized enzymes—A review. *Molecular Catalysis*, 479, 110607.
23. Berry, S. E. (2009). Triacylglycerol structure and interesterification of palmitic and stearic acid-rich fats: an overview and implications for cardiovascular disease. *Nutrition research reviews*, 22(1), 3-17.
24. Berry, S. E., Bruce, J. H., Steenson, S., Stanner, S., Buttriss, J. L., Spiro, A., ... & Glass, A. (2019). Interesterified fats: What are they and why are they used? A briefing report from the Roundtable on Interesterified Fats in Foods. *Nutrition Bulletin*, 44(4), 363-380.
25. Berton-Carabin, C., & Schroën, K. (2019). Towards new food emulsions: Designing the interface and beyond. *Current Opinion in Food Science*, 27, 74-81.
26. Bhatti, H. N., Hanif, M. A., & Qasim, M. (2008). Biodiesel production from waste tallow. *Fuel*, 87(13-14), 2961-2966.
27. Biswas, N., Cheow, Y. L., Tan, C. P., & Siow, L. F. (2018). Physicochemical properties of enzymatically produced palm-oil-based cocoa butter substitute (CBS) with cocoa butter mixture. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(3), 1700205.
28. Blakely, J., Van Reeth, I., & Bonnell, P. (1997). Nowe emulsje silikonowe dla lepszego kondycjonowania włosów. *Pollena. Tłuszcze. Środki Piorące. Kosmetyki*, 41(06), 217-225.
29. Bockisch, M. (1998). *Fats and oils handbook (Nahrungsfette und Öle)*. Elsevier.
30. Bombol, M., & Dąbrowska, A. (2006). Zachowania konsumentów na rynku produktów żywnościowych. *Handel Wewnętrzny (numer specjalny)*, 24, 31.
31. Bowen-Forbes, C. S., & Goldson-Barnaby, A. (2017). *Fats*. In: *Pharmacognosy* (pp. 425-441). Boston: Academic Press.
32. Bryś, J., Wirkowska, M., Górska, A., Ostrowska-Ligeza, E., & Żubrzycka, K. (2012). Charakterystyka lipidów strukturyzowanych otrzymanych na drodze przeestryfikowania tłuszczu mlecznego i koncentratu oleju rybiego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 45(3).
33. Bryś, J., Górska, A., Wirkowska-Wojdyła, M., Ostrowska-Ligeza, E., & Bryś, A. (2017). Use of GC and PDSC methods to characterize human milk fat substitutes obtained from lard and milk thistle oil mixtures. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 130(1), 319-327.
34. Burchart-Korol, D. (2009). Zastosowanie oceny cyklu życia (LCA) w analizie procesów przemysłowych. *Problemy ekologii*, 13, 300-305.
35. Cai, Y., Huang, L., Tao, X., Su, J., Chen, B., Zhao, M., Zhao, Q., & Van der Meer, P. (2020). Carboxymethyl cellulose/okara protein influencing microstructure, rheological properties, and stability of O/W emulsions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

36. Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140(1-2), 65-72.
37. Callaway, J. C., & Pate, D. W. (2009). Hempseed oil. In: *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils* (pp. 185-213). Urbana, IL: AOCS Press.
38. Campiglia, E., Gobbi, L., Marucci, A., Rapa, M., Ruggieri, R., & Vinci, G. (2020). Hemp Seed Production: Environmental Impacts of *Cannabis sativa* L. Agronomic Practices by Life Cycle Assessment (LCA) and Carbon Footprint Methodologies. *Sustainability*, 12(16), 6570.
39. Caputa, J., & Nikiel-Loranc, A. (2019). Zastosowanie oleju konopnego w kosmetologii. *Kosmetologia estetyczna* 4(8), 461- 463.
40. Carus, M., & Sarmiento, L. (2016). *The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibers, shivs, seeds and flowers*. Huerth: European Industrial Hemp Association.
41. Celia, C., Trapasso, E., Cosco, D., Paolino, D., & Fresta, M. (2009). Turbiscan Lab® Expert analysis of the stability of ethosomes® and ultradeformable liposomes containing a bilayer fluidizing agent. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 72(1), 155-160.
42. Cerimedo, M. S. Á., Iriart, C. H., Candal, R. J., & Herrera, M. L. (2010). Stability of emulsions formulated with high concentrations of sodium caseinate and trehalose. *Food Research International*, 43(5), 1482-1493.
43. Cerino, P., Buonerba, C., Cannazza, G., D'Auria, J., Ottoni, E., Fulgione, A., Di Stasio, A., Pierri, B. & Gallo, A. (2021). A Review of Hemp As Food and Nutritional Supplement. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 6(1), 19 – 27.
44. Chanamai, R., & McClements, D. J. (2000). Dependence of creaming and rheology of monodisperse oil-in-water emulsions on droplet size and concentration. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 172(1-3), 79-86.
45. Chen, L. (2015) Emulsifiers as food texture modifiers, In: J. Chen, A. Rosenthal (Eds.), *Modifying Food Texture* (pp. 27–49), Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
46. Citti, C., Pacchetti, B., Vandelli, M. A., Forni, F., & Cannazza, G. (2018). Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 149, 532-540.
47. Costa, C., Medronho, B., Filipe, A., Mira, I., Lindman, B., Edlund, H., & Norgren, M. (2019). Emulsion formation and stabilization by biomolecules: The leading role of cellulose. *Polymers*, 11(10), 1570.
48. Daniels, R., & Knie, U. (2007). Galenics of dermal products—vehicles, properties and drug release. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 5(5), 367-383.
49. Da Silva, R. C., Ribeiro, A. P. B., Soares, F. A. S. D. M., Capacla, I. R., Hazzan, M., dos Santos, A. O., ... & Gioielli, L. A. (2013). Microstructure and thermal profile of structured lipids produced by continuous enzymatic interesterification. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(5), 631-639.
50. Dayton, C. L. G. (2014). Enzymatic interesterification. In *Green Vegetable Oil Processing* (pp. 205-224). AOCS Press.
51. Desplanques, S., Renou, F., Grisel, M., & Malhiac, C. (2012). Impact of chemical composition of xanthan and acacia gums on the emulsification and stability of oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 27(2), 401-410.
52. DiCosimo, R., McAuliffe, J., Poulouse, A. J., & Bohlmann, G. (2013). Industrial use of immobilized enzymes. *Chemical Society Reviews*, 42(15), 6437-6474.

53. Dickinson, E. (2009) Hydrocolloids and emulsion stability. In: Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds.) *Handbook of Hydrocolloids* (Second edition) (pp. 23-49. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Boca Raton, FL: CRC Press.
54. Dickinson, E. (2009a). Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food hydrocolloids*, 23(6), 1473-1482.
55. Domian, E., Brynda-Kopytowska, A., & Oleksza, K. (2015). Rheological properties and physical stability of o/w emulsions stabilized by OSA starch with trehalose. *Food Hydrocolloids*, 44, 49-58.
56. Domian, E., Marzec, A., & Kowalska, H. (2020). Assessing the effectiveness of colloidal microcrystalline cellulose as a suspending agent for black and white liquid dyes. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(5), 2504-2515.
57. Drozdowski B. (2007). Charakterystyka ogólna tłuszczów jadalnych, w: Sikorski, Z. E., (red), *Chemia żywności, sacharydy, lipidy, białka*. WNT, Warszawa.
58. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS), Younes, M., Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Dusemund, B., ... & Lambré, C. (2017). Re-evaluation of mono- and diglycerides of fatty acids (E 471) as food additives. *EFSA Journal*, 15(11), e05045.
59. El Asjadi, S., Nederpel, Q. A., Cotiuga, I. M., Picken, S. J., Besseling, N. A. M., Mendes, E., & Lommerts, B. J. (2018). Biopolymer scleroglucan as an emulsion stabilizer. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 546, 326-333.
60. Espert, M., Salvador, A., Sanz, T., & Hernández, M. J. (2020). Cellulose ether emulsions as fat source in cocoa creams: Thermorheological properties (flow and viscoelasticity). *LWT*, 117, 108640.
61. Estanqueiro, M., Conceição, J., Amaral, M. H., Santos, D., Silva, J. B., & Lobo, J. M. S. (2014). Characterization and stability studies of emulsion systems containing pumice. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 50(2), 361-369.
62. Esteban, L., Jiménez, M. J., Hita, E., González, P. A., Martín, L., & Robles, A. (2011). Production of structured triacylglycerols rich in palmitic acid at sn-2 position and oleic acid at sn-1, 3 positions as human milk fat substitutes by enzymatic acidolysis. *Biochemical Engineering Journal*, 54(1), 62-69.
63. Facin, B. R., Melchior, M. S., Valério, A., Oliveira, J. V., & Oliveira, D. D. (2019). Driving immobilized lipases as biocatalysts: 10 years state of the art and future prospects. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 58(14), 5358-5378.
64. Faleh, N., Khila, Z., Wahada, Z., Pons, M. N., Houas, A., & Hajjaji, N. (2018). Exergo-environmental life cycle assessment of biodiesel production from mutton tallow transesterification. *Renewable Energy*, 127, 74-83.
65. Fioramonti, S. A., Arzeni, C., Pilosof, A. M., Rubiolo, A. C., & Santiago, L. G. (2015). Influence of freezing temperature and maltodextrin concentration on stability of linseed oil-in-water multilayer emulsions. *Journal of Food Engineering*, 156, 31-38.
66. Forouhi, N. G., Krauss, R. M., Taubes, G., & Willett, W. (2018). Dietary fat and cardiometabolic health: evidence, controversies, and consensus for guidance. *Bmj*, 361, k2139.
67. Gaspar, L. R., & Campos, P. M. (2003). Rheological behavior and the SPF of sunscreens. *International journal of pharmaceutics*, 250(1), 35-44.
68. Georgieva, D., Schmitt, V., Leal-Calderon, F., & Langevin, D. (2009). On the possible role of surface elasticity in emulsion stability. *Langmuir*, 25(10), 5565-5573.
69. Ghouila, Z., Sehaïlia, M., & Chemat, S. (2019). Vegetable Oils and Fats: Extraction, Composition and Applications. In *Plant Based "Green Chemistry 2.0"* (pp. 339-375). Springer, Singapore.

70. Gibon, V. (2011). Enzymatic interesterification of oils. *Lipid technology*, 23(12), 274-277.
71. Gilewicz, P., Tal-Figiel, B., Figiel, W., & Kwiecień, M. (2012). Nowoczesne rozwiązania w zakresie wytwarzania i kontroli jakości emulsji. *Czasopismo Techniczne. Chemia*, 109(2-Ch), 25-40.
72. Glibowski, P., Kordowska-Wiater, M., & Glibowska, A. (2011). Effect of storage on texture and microbiological stability of oil emulsions with inulin. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(2), 137-144.
73. Gok, I., & Ulu, E. K. (2019). Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutrition & Food Science*, 49(4), 668-686.
74. Granato, D., & Masson, M. L. (2010). Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. *Food Science and Technology*, 30(4), 1090-1096.
75. Graczyńska, E., & Maciaszek, K. (2000). Przeestryfikowanie jako metoda modyfikacji właściwości lipidów. *Zywność Nauka Technologia Jakość. Supplement*, 3(07), 31-38.
76. Graczyńska, E. (2012). Przeestryfikowanie enzymatyczne w wytwarzaniu i stabilizacji lipidów strukturyzowanych zero trans do zastosowań wysokotemperaturowych. *Rozprawy Naukowe i Monografie. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa*.
77. Grzesik, K. (2006). Wprowadzenie do oceny cyklu życia (LCA)-nowej techniki w ochronie środowiska. *Inżynieria Środowiska/Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie*, 11, 101-113.
78. Grzyb, I., Grzyb, J., & Klonowska, J. (2019). Nutrikosmetyki jako suplementy diety i ich działanie. *Nowe trendy w dietetyce*, 80-89.
79. Gunstone, F. (2009). *The chemistry of oils and fats: sources, composition, properties and uses*. John Wiley & Sons.
80. Gunstone, F. (2002). Production and trade of vegetable oils In: Gunstone, F. *Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses*. John Wiley & Sons.
81. Gunstone, F. D. (Ed.). (2006). *Modifying lipids for use in food*. Cambridge, England: Woodhead publishing.
82. Gunstone, F. D. (2008). Food applications of lipids. In: Akoh, C. C. (Ed.). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. CRC press. Boca Raton, FL.
83. Gupta, R., Rathi, P., Gupta, N., & Bradoo, S. (2003). Lipase assays for conventional and molecular screening: an overview. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 37(1), 63-71.
84. Gutkowska, K., Zakowska-Biemans, S., & Sajdakowska, M. (2009). Preferencje konsumentów w zakresie możliwych do zastosowania innowacji w produktach tradycyjnych. *Zywność Nauka Technologia Jakość*, 16(3).
85. Gutkowska, K., Sajdakowska, M., Zakowska-Biemans, S., Kowalczyk, I., Kozłowska, A., & Olewnik-Mikolajewska, A. (2012). Poziom akceptacji zmian na rynku żywności pochodzenia zwierzęcego w opinii konsumentów. *Zywność Nauka Technologia Jakość*, 19(5).
86. Hadi, J. N., Hassan, N. M., & Ahmad, K. (2018). Natural surfactants for pharmaceutical emulsions. *Current Issues in Pharmacy*, 178-195.
87. Håkansson, A. (2019). Emulsion formation by homogenization: Current understanding and future perspectives. *Annual review of food science and technology*, 10, 239-258.
88. Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52-58.

89. Hayati, I. N., Man, Y. B. C., Tan, C. P., & Aini, I. N. (2009). Droplet characterization and stability of soybean oil/palm kernel olein O/W emulsions with the presence of selected polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 23(2), 233-243.
90. Holm, H. C., & Cowan, D. (2008). The evolution of enzymatic interesterification in the oils and fats industry. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(8), 679-691.
91. Hou, C. T. 2002. Industrial uses of lipase. In: TM Kuo, HW Gardner (eds.) *Lipid Biotechnology*, Marcel Dekker, New York, pp. 387-397.
92. Houde, A., Kademi, A., & Leblanc, D. (2004). Lipases and their industrial applications. *Applied biochemistry and biotechnology*, 118(1-3), 155-170.
93. Hougeir, F. G., & Kircik, L. (2012). A review of delivery systems in cosmetics. *Dermatologic therapy*, 25(3), 234-237.
94. Hu, P., Xu, X., & Yu, L. L. (2017). Interesterified trans-free fats rich in sn-2 nervonic acid prepared using *Acer truncatum* oil, palm stearin and palm kernel oil, and their physicochemical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 156-163.
95. Hu, X., Wang, K., Yu, M., He, P., Qiao, H., Zhang, H., & Wang, Z. (2019). Characterization and antioxidant activity of a low-molecular-weight xanthan gum. *Biomolecules*, 9(11), 730.
96. Huck-Iriart, C., Candal, R. J., & Herrera, M. L. (2011). Effect of processing conditions and composition on sodium caseinate emulsions stability. *Procedia Food Science*, 1, 116-122.
97. Hur, S. J., Kim, H. S., Bahk, Y. Y., & Park, Y. (2017). Overview of conjugated linoleic acid formation and accumulation in animal products. *Livestock science*, 195, 105-111.
98. Hasenhuettl, G. L. (2019). Synthesis and commercial preparation of food emulsifiers. W: *Food emulsifiers and their applications* (pp. 11-39). Springer, Cham.
99. Huyghebaert, A., Verhaeghe, D., & De Moor, H. (1994). Fat products using chemical and enzymatic interesterification. In *Fats in food products* (pp. 319-345). Springer, Boston, MA.
100. Irshad, A., Sureshkumar, S., Shukoor, S. A., & Sutha, M. (2015). Slaughter house by-product utilization for sustainable meat industry-a review. *International Journal of Development Research*, 5(6), 4725-4734.
101. Izzo, L., Pacifico, S., Piccolella, S., Castaldo, L., Narváez, A., Grosso, M., & Ritieni, A. (2020). Chemical Analysis of Minor Bioactive Components and Cannabidiolic Acid in Commercial Hemp Seed Oil. *Molecules*, 25(16), 3710.
102. Jensen, R. G., Galluzzo, D. R., & Bush, V. J. (1990). Selectivity is an important characteristic of lipases (acylglycerol hydrolases). *Biocatalysis*, 3(4), 307-316.
103. Johnson, L. A. (2008). Recovery, Refining, Converting, and Stabilizing Edible Fats and Oils. In: Akoh, C. C. (Ed.). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. CRC press, pp. 241 - 291.
104. Kale, S. N., & Deore, S. L. (2017). Emulsion micro emulsion and nano emulsion: a review. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 8(1), 39.
105. Kapoor, R., & Huang, Y. S. (2006). Gamma linolenic acid: an antiinflammatory omega-6 fatty acid. *Current pharmaceutical biotechnology*, 7(6), 531-534.
106. Karabulut, I., Turan, S., & Ergin, G. (2004). Effects of chemical interesterification on solid fat content and slip melting point of fat/oil blends. *European Food Research and Technology*, 218(3), 224-229.
107. Kellens, M., & Calliauw, G. (2013). Oil modification processes. In: *Edible Oil Processing*. Hamm W, Hamilton RJ, Calliauw G (eds.). Wiley-blackwell. UK, 153-195.

108. Khan, B. A., Akhtar, N., Khan, H. M. S., Waseem, K., Mahmood, T., Rasul, A., ... & Khan, H. (2011). Basics of pharmaceutical emulsions: A review. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(25), 2715-2725.
109. Khatoon, S., & Reddy, S. R. Y. (2005). Plastic fats with zero trans fatty acids by interesterification of mango, mahua and palm oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(11), 786-791.
110. Kleber, M. E., Delgado, G. E., Lorkowski, S., März, W., & von Schacky, C. (2016). Trans-fatty acids and mortality in patients referred for coronary angiography: the Ludwigshafen Risk and Cardiovascular Health Study. *European heart journal*, 37(13), 1072-1078.
111. Kleiner, L., & Akoh, C. C. (2018). Applications of structured lipids in selected food market segments and their evolving consumer demands. In: *Lipid Modification by Enzymes and Engineered Microbes* (pp. 179-202). AOCS Press.
112. Koba, K., & Yanagita, T. (2014). Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). *Obesity research & clinical practice*, 8(6), e525-e532.
113. Kondratowicz-Pietruszka, E., & Ostasz, L. (2000). Quality changes in edible oils at high temperature. Kinetic analysis. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(4), 276-281.
114. Kondratowicz-Pietruszka, E. (2005). Charakterystyka polskiego rynku tłuszczów roślinnych. *Zeszyty Naukowe/Akademia Ekonomiczna w Krakowie*, (689), 37-53.
115. Kostecka, M., & Kowalski, B. Wpływ przeestryfikowania enzymatycznego na stabilność oksydacyjną mieszaniny tłuszczu kurzego z olejem rzepakowym. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 3(42), 314-318.
116. Kowalska, M., Bryś, J., Żbikowska, A., & Kowalski, B. (2005). Przeestryfikowanie mieszanin frakcji łożu wołowego i oleju rzepakowego. *Żywność Nauka Technologia Jakość, Supl*, 2(43), 97-113.
117. Kowalska, M., & Cichosz, G. (2013). Produkty mleczarskie–najlepsze źródło CLA. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 46(1), 1-12.
118. Kowalska M., Żbikowska A., Krygier K., & Kowalski B. (2008) Modyfikacje tłuszczów – przeestryfikowanie i inne metody. *Przemysł Spożywczy*. 62/10, 40-44
119. Kowalska, M., & Żbikowska, A. (2011). Wykorzystanie biokatalizatorów w procesie przeestryfikowania enzymatycznego. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 66-70.
120. Kowalska, M., Żbikowska, A., & Górecka, A. (2011a). Wpływ wybranych zagęstników na rozkład kropeł oleju w emulsjach niskotłuszczowych. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 18(4).
121. Kowalska, M., Żbikowska, A., Smiechowski, K., & Marciniak-Lukasiak, K. (2014). Wpływ ilości lecytyny słonecznikowej i czasu homogenizacji na stabilność emulsji spożywczej zawierającej olej z orzechów włoskich. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 21(1).
122. Kowalska, M., Żbikowska, A., & Kowalski, B. (2014a). Enzymatically modified fats based on mutton tallow and rapeseed oil suitable for fatty emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(10), 1703-1710.
123. Kowalska, M., Ziomek, M., & Żbikowska, A. (2015). Stability of cosmetic emulsion containing different amount of hemp oil. *International Journal of Cosmetic Science*, 37(4), 408-416.
124. Kowalska, M., Ziomek, M., & Krzton-Maziopa, A. (2015a). Studies in the stability of carrot oil emulsions formulated according to the optimization software. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 92(4), 269-278.

125. Kowalska, M., Zbikowska, A., & Tarnowska, K. (2015b). Stability of emulsions containing interesterified fats based on mutton tallow and walnut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(7), 993-1002.
126. Kowalska, M., Woźniak, M., Krzton-Maziopa, A., Tavernier, S., Pazdur, L., & Zbikowska, A. (2019). Development of the emulsions containing modified fats formed via enzymatic interesterification catalyzed by specific lipase with various amount of water. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 40(2), 192-205.
127. Kowalski, B., Tarnowska, K., Gruczyńska, E., & Bekas, W. (2004). Chemical and enzymatic interesterification of a beef tallow and rapeseed oil equal-weight blend. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(10), 655-664.
128. Kowalski, B., Tarnowska, K., Gruczyńska, E., & Bekas, W. (2004a). Chemical and enzymatic interesterification of beef tallow and rapeseed oil blend with low content of tallow. *Journal of Oleo Science*, 53(10), 479-488.
129. Kowalski, Z., & Makara, A. (2012). Własności i metody otrzymywania tłuszczu spożywczych w przemyśle mięsnym. *Czasopismo Techniczne. Chemia*, 109(1-Ch), 51-63.
130. Krawczyk, G., Venables, A., & Tuason, D. (2009). Microcrystalline cellulose. W: Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds.) *Handbook of Hydrocolloids (Second edition)*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 740-759.
131. Kris-Etherton, P. M., Grieger, J. A., & Etherton, T. D. (2009). Dietary reference intakes for DHA and EPA. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 81(2-3), 99-104.
132. Krstonošić, V., Dokić, L., Nikolić, I., & Milanović, M. (2015). Influence of xanthan gum on oil-in-water emulsion characteristics stabilized by OSA starch. *Food Hydrocolloids*, 45, 9-17.
133. Kulawik, A., & Tal-Figiel, B. (2008). Farmaceutyczne układy rozproszone. *Czasopismo Techniczne. Chemia*, 105, 31-44.
134. Kumar, A., Sharma, A., & C Upadhyaya, K. (2016). Vegetable oil: nutritional and industrial perspective. *Current genomics*, 17(3), 230-240.
135. Lada, A. T., & Rudel, L. L. (2003). Dietary monounsaturated versus polyunsaturated fatty acids: which is really better for protection from coronary heart disease?. *Current Opinion in Lipidology*, 14(1), 41-46.
136. Latif, S., & Anwar, F. (2009). Physicochemical studies of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil using enzyme-assisted cold-pressing. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(10), 1042-1048.
137. Law, M. (2000). Plant sterol and stanol margarines and health. *Bmj*, 320(7238), 861-864.
138. Ledóchowska, E., & Wilczyńska, E. (1998). Comparison of the oxidative stability of chemically and enzymatically interesterified fats. *Lipid/Fett*, 100(8), 343-348.
139. Ledóchowska, E., & Datta, I. (1999). Wpływ frakcji nietriacyloglicerolowej na stabilność oksydacyjną tłuszczu przeestryfikowanego chemicznie i enzymatycznie. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 18(1), 15-23.
140. Lee, W. J., Zhang, Z., Lai, O. M., Tan, C. P., & Wang, Y. (2020). Diacylglycerol in food industry: Synthesis methods, functionalities, health benefits, potential risks and drawbacks. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 114-125.
141. Lee, Y. Y., Tang, T. K., Phuah, E. T., Tan, C. P., Wang, Y., Li, Y., ... & Lai, O. M. (2020a). Production, safety, health effects and applications of diacylglycerol functional oil in food systems: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(15), 2509-2525.

142. Lemarchand, C., Couvreur, P., Vauthier, C., Costantini, D., & Gref, R. (2003). Study of emulsion stabilization by graft copolymers using the optical analyzer Turbiscan. *International journal of pharmaceutics*, 254(1), 77-82.
143. Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., & Fang, Z. (2020). Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 282-308.
144. Li, Y., & Xiang, D. (2019). Stability of oil-in-water emulsions performed by ultrasound power or high-pressure homogenization. *Plos one*, 14(3), e0213189.
145. Liu, L., & Lampert, D. (1999). Monitoring chemical interesterification. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(7), 783-787.
146. Liu, J., Huang, X., Lu, L., Li, M., Xu, J., & Deng, H. (2011). Turbiscan Lab® Expert analysis of the biological demulsification of a water-in-oil emulsion by two biodemulsifiers. *Journal of Hazardous Materials*, 190(1-3), 214-221.
147. List, G. R., Steidley, K. R., Neff, W. E., & Snowden, G. D. (2003). Physical properties of mutton tallow. *Grasas y aceites*, 54(2), 113-115.
148. Livingstone, K. M., Lovegrove, J. A., & Givens, D. I. (2012). The impact of substituting SFA in dairy products with MUFA or PUFA on CVD risk: evidence from human intervention studies. *Nutrition research reviews*, 25(2), 193-206.
149. Lovegrove, J. A. (2020). Dietary dilemmas over fats and cardiometabolic risk. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79(1), 11-21.
150. Lu, G. W., & Gao, P. (2010). Emulsions and microemulsions for topical and transdermal drug delivery. In: *Handbook of non-invasive drug delivery systems* (pp. 59-94). William Andrew Publishing.
151. Maaref, S., & Ayatollahi, S. (2018). The effect of brine salinity on water-in-oil emulsion stability through droplet size distribution analysis: a case study. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 39(5), 721-733.
152. Macrae, A. R. (1983). Lipase-catalyzed interesterification of oils and fats. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60(2Part1), 291-294.
153. Marangoni, A. G., & Rousseau, D. (1995). Engineering triacylglycerols: the role of interesterification. *Trends in Food Science & Technology*, 6(10), 329-335.
154. Marti-Mestres, G., & Nielloud, F. (2002). Emulsions in health care applications—an overview. *Journal of dispersion science and technology*, 23(1-3), 419-439.
155. Maruyama, T., Nakajima, M., Uchikawa, S., Nabetani, H., Furusaki, S., & Seki, M. (2000). Oil-water interfacial activation of lipase for interesterification of triglyceride and fatty acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(11), 1121.
156. McClements, D. J. (1999). *Food emulsions: principles, practices, and techniques*, 2nd ed. CRC press, Boca Raton, FL.
157. McClements, D. J. (2007). Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(7), 611-649.
158. McClements, D. J. (2015). *Food emulsions: principles, practices, and techniques*, 3rd ed. CRC press, Boca Raton, FL.
159. McClements, D. J., & Gumus, C. E. (2016). Natural emulsifiers—Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Advances in Colloid and Interface Science*, 234, 3-26.

160. McClements, D. J., & Jafari, S. M. (2018). Improving emulsion formation, stability and performance using mixed emulsifiers: A review. *Advances in colloid and interface science*, 251, 55-79.
161. Mena, F. (2014). Emulsions Systems for Skin Care: From Macro to Nano-Formulations. *J. Pharma. Care Health Syst*, 1(2).
162. Mengual, O., Meunier, G., Cayre, I., Puech, K., & Snabre, P. (1999). Characterisation of instability of concentrated dispersions by a new optical analyser: the TURBISCAN MA 1000. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 152(1-2), 111-123.
163. Mielke, T. (2018). World Markets for Vegetable Oils and Animal Fats. In: *Biokerosene* (pp. 147-188). Springer, Berlin, Heidelberg.
164. Mikulcová, V., Kašpárková, V., Humpolíček, P., & Buňková, L. (2017). Formulation, characterization and properties of hemp seed oil and its emulsions. *Molecules*, 22(5), 700.
165. Minal, J. (2003). An introduction to random interesterification of palm oil. *Palm Oil Dev*, 39, 1-6.
166. Mitkowski, P. T., Szaferski, W., Piotrowska, J., Mielhorska, A., Jezierska, M., Perz, A., & Kuświk, S. (2018). Wytwarzanie bazy emulsji kosmetycznych w mieszalnikach mechanicznych typu SEM. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*.
167. Moschakis, T., Murray, B. S., & Dickinson, E. (2006). Particle tracking using confocal microscopy to probe the microrheology in a phase-separating emulsion containing nonadsorbing polysaccharide. *Langmuir*, 22(10), 4710-4719.
168. Mukherjee, M. (2003). Human digestive and metabolic lipases—a brief review. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 22(5-6), 369-376.
169. Murphy, D. J. (2006). Plant breeding to change lipid composition for use in food. In: *Modifying Lipids for Use in Food* (pp. 273-305). Treforest, CF37 1DL, Wales, UK: Woodhead Publishing.
170. Murray Skeaff, C., & Mann, J. (2012). Lipids. In: *Essentials of human nutrition*. 4th ed., Mann, J., & Truswell, A. S. (Eds.). Oxford University Press. New York, 49-69.
171. Mutreja, V., Singh, S., & Ali, A. (2011). Biodiesel from mutton fat using KOH impregnated MgO as heterogeneous catalysts. *Renewable Energy*, 36(8), 2253-2258.
172. Nakajima, Y. (2004). Water-retaining ability of diacylglycerol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(10), 907-912.
173. Nasaruddin, R. R., Alam, M. Z., & Jami, M. S. (2013). Enzymatic biodiesel production from sludge palm oil (SPO) using locally produced *Candida cylindracea* lipase. *African Journal of Biotechnology*, 12(31).
174. Nastaj, M., Terpiłowski, K., & Solowiej, B. G. (2020). The effect of native and polymerised whey protein isolate addition on surface and microstructural properties of processed cheeses and their meltability determined by Turbiscan. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 2179-2187.
175. Nichols, D. S., Jordan, T. B. & Kerr, N. (2011) The nomenclature and structure of lipids, In: *Chemical, Biological and Functional Aspects of Food Lipids*. 2nd Ed., Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A., Eds.; CRC Press: New York, 1-22.
176. Nota Aplikacyjna Formulation (2019). Turbiscan Stability Scale. The stability criteria and correlation to visual observation
177. Obiedzinska, A., & Waszkiewicz-Robak, B. (2012). Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Zywność Nauka Technologia Jakość*, 19(1).
178. O'Brien, R. D. (2008). *Fats and oils: formulating and processing for applications*. CRC press.

179. Ognean, C. F., Darie, N., & Ognean, M. (2006). Fat replacers: review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 12(2), 433-442.
180. Onuki, Y., Kida, C., Funatani, C., Hayashi, Y., & Takayama, K. (2016). MRI as a promising tool for evaluation of the stability of cosmetic emulsions. *International journal of cosmetic science*, 38(3), 272-278.
181. Oomah, B. D., Busson, M., Godfrey, D. V., & Drover, J. C. (2002). Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food chemistry*, 76(1), 33-43.
182. O'Sullivan, C. M., Barbut, S., & Marangoni, A. G. (2016). Edible oleogels for the oral delivery of lipid soluble molecules: Composition and structural design considerations. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 59-73.
183. Palacios, D., Ortega, N., Rubio-Rodriguez, N., & Busto, M. D. (2019). Lipase-catalyzed glycerolysis of anchovy oil in a solvent-free system: Simultaneous optimization of monoacylglycerol synthesis and end-product oxidative stability. *Food Chemistry*, 271, 372-379.
184. Panneerselvam, S. I., & Miranda, L. R. (2011). Biodiesel production from mutton tallow. In 2011 IEEE Conference on Clean Energy and Technology (CET) (pp. 83-86). IEEE.
185. Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B. K., & Butler, F. (2011). Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4(7), 1245-1252.
186. Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and bioprocess technology*, 6(1), 36-60.
187. Paximada, P., Tsouko, E., Kopsahelis, N., Koutinas, A. A., & Mandala, I. (2016). Bacterial cellulose as stabilizer of o/w emulsions. *Food Hydrocolloids*, 53, 225-232.
188. Perneti, M., van Malssen, K. F., Flöter, E., & Bot, A. (2007). Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 12(4-5), 221-231.
189. Przybylak, Z., & Kordus, K. (2018). Świadomość społeczeństwa na temat wykorzystania oleju konopnego. *Kosmetologia estetyczna*, 4(7), 385-389.
190. Raikos, V., McDonagh, A., Ranawana, V., & Duthie, G. (2016). Processed beetroot (*Beta vulgaris* L.) as a natural antioxidant in mayonnaise: Effects on physical stability, texture and sensory attributes. *Food Science and Human Wellness*, 5(4), 191-198.
191. Rathnayake, K. M., Weech, M., Jackson, K. G., & Lovegrove, J. A. (2018). Meal fatty acids have differential effects on postprandial blood pressure and biomarkers of endothelial function but not vascular reactivity in postmenopausal women in the randomized controlled dietary intervention and VAScular function (DIVAS)-2 study. *The Journal of nutrition*, 148(3), 348-357.
192. Ribeiro, A. P. B., Basso, R. C., Grimaldi, R., Gioielli, L. A., dos Santos, A. O., Cardoso, L. P., & Gonçalves, L. A. G. (2009). Influence of chemical interesterification on thermal behavior, microstructure, polymorphism and crystallization properties of canola oil and fully hydrogenated cottonseed oil blends. *Food Research International*, 42(8), 1153-1162.
193. Ribeiro, A. P. B., Basso, R. C., Grimaldi, R., Gioielli, L. A., & Gonçalves, L. A. G. (2009a). Instrumental methods for the evaluation of interesterified fats. *Food analytical methods*, 2(4), 282-302.
194. Ricardo, C. Z., Peroseni, I. M., Mais, L. A., Martins, A. P. B., & Duran, A. C. (2019). Trans fat labeling information on brazilian packaged foods. *Nutrients*, 11(9), 2130.
195. Richards M. P., Olson J. M. & Haas M. J. (2020) Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Safety Aspects. *Animal Fats*. W: Shahidi F. (eds) *Bailey's industrial oil and fat products*, pp. 1-49. Chichester, UK: John Wiley & Sons. Doi: 10.1002/047167849X.bio028.pub2

196. Rogers, Lauren. 2018. *Sensory Panel Management. A Practical Handbook for Recruitment, Training and Performance. A Volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Cambridge, US: Woodhead Publishing.
197. Rohm, H., Schäper, C., & Zahn, S. (2018). Interesterified fats in chocolate and bakery products: A concise review. *LWT*, 87, 379-384.
198. Rosiak, E. (2016). Spożycie tłuszczów w Polsce i Unii Europejskiej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 16(2).
199. Rousseau, D., Marangoni, A. G., & Jeffrey, K. R. (1998). The influence of chemical interesterification on the physicochemical properties of complex fat systems. 2. Morphology and polymorphism. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(12), 1833-1839.
200. Rousseau, D., & Marangoni, A. G. (2008). Chemical Interesterification of Food Lipids: Theory and Practice. In: Akoh, C. C. (Ed.). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. CRC press, pp. 319 – 351.
201. Rousseau, D., Ghazani S. M. & Marangoni, A. G. (2017). Chemical Interesterification of Food Lipids: Theory and Practice. In: Akoh, C. C. (Ed.). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. CRC press.
202. Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/649 z dnia 24 kwietnia 2019 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do izomerów trans kwasów tłuszczowych, innych niż izomery trans kwasów tłuszczowych naturalnie występujące w tłuszczu pochodzenia zwierzęcego.
203. Rzeźnik, S. Z., Kordus, K., & Śpiewak, R. (2012). „Kosmeceutyki” i „dermokosmetyki”- unikalna kategoria produktów do pielęgnacji skóry czy zwykły chwyt marketingowy. *Estetol. Med. Kosmetol*, 2(4), 101-103.
204. Said, M. I. (2019). Characteristics of by-product and animal waste: A Review. *Large Animal Review*, 25(6), 243-250.
205. Samateh, M., Sagiri, S. S., & John, G. (2018). Molecular Oleogels: Green Approach in Structuring Vegetable Oils. In *Edible Oleogels* (pp. 415-438). AOCS Press.
206. Samoylova, Y. V., Sorokina, K. N., & Parmon, V. N. (2016). Prospects for application of enzymatic interesterification of oils in the production of modified fats. *Catalysis in Industry*, 8(4), 348-353.
207. Sánchés-Moreno, C., Larrauri, A., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols. *Journal of Science and Food Agriculture*, 76, 270-276.
208. Schluttenhofer, C., & Yuan, L. (2017). Challenges towards revitalizing hemp: A multifaceted crop. *Trends in plant science*, 22(11), 917-929.
209. Scholten, E. (2019). Edible oleogels: how suitable are proteins as a structurant? *Current Opinion in Food Science*, 27, 36-42.
210. Schulz, M. B., & Daniels, R. (2000). Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) as emulsifier for submicron emulsions: influence of molecular weight and substitution type on the droplet size after high-pressure homogenization. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 49(3), 231-236.
211. Setser, C. S., & Racette, W. L. (1992). Macromolecule replacers in food products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 32(3), 275-297.
212. Shafiee, M. N. (2019). Dietary Fats: Health and Consumers. *International Journal of Health Sciences and Research*, 9(1), 270-274.

213. Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2020). Quality assurance of fats and oils. *Bailey's industrial oil and fat products*, 1-17.
214. Silva, A. C., González-Mira, E., García, M. L., Egea, M. A., Fonseca, J., Silva, R., Santos, D., Souto, E.B. & Ferreira, D. (2011). Preparation, characterization and biocompatibility studies on risperidone-loaded solid lipid nanoparticles (SLN): high pressure homogenization versus ultrasound. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 86(1), 158-165.
215. Silveira, E. A., Moreno-Perez, S., Basso, A., Serban, S., Mamede, R. P., Tardioli, P. W., Farinas, C.S., Rocha-Martín, J., Fernandez-Lorente, G., & Guisan, J. M. (2017). Modulation of the regioselectivity of *Thermomyces lanuginosus* lipase via biocatalyst engineering for the Ethanolysis of oil in fully anhydrous medium. *BMC biotechnology*, 17(1), 88.
216. Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.
217. Singh, A., Auzanneau, F. I., & Rogers, M. A. (2017). Advances in edible oleogel technologies—A decade in review. *Food Research International*, 97, 307-317.
218. Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51(3), 456-467.
219. Sivakanthan, S., & Madhujith, T. (2020). Current trends in applications of enzymatic interesterification of fats and oils: A review. *LWT*, 109880.
220. Smith, K. W., Bhaggan, K., Talbot, G., & van Malssen, K. F. (2011). Crystallization of fats: influence of minor components and additives. *Journal of the American oil chemists' society*, 88(8), 1085-1101.
221. Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2012). *Sensory Evaluation Practices*. 4th Ed. Amsterdam: Elsevier
222. Sytnik, N., Demidov, I., Kunitsa, E., Mazaeva, V., & Chumak, O. (2016). A study of fat interesterification parameters' effect on the catalytic reaction activity of potassium glycerate. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 3(6), 33-38.
223. Szakiel, J., & Turek, P. (2019). Sensoryczna ocena jakości kosmetycznych produktów nawilżających przeznaczonych do pielęgnacji skóry rąk. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie/Cracow Review of Economics and Management*, (6 (978)), 239-252.
224. Szymańska, I., Przybyszewska, L., & Żbikowska, A. (2020). Alternatywne metody modyfikacji tłuszczów jadalnych. *Przemysł Spożywczy*, 74(4), 14-19.
225. Tadros, T. F. (2013). Emulsion formation, stability, and rheology. In: Tadros, T. F. (Ed.) *Emulsion formation and stability* (pp. 1-75), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Germany.
226. Tal-Figiel, B., Figiel, W., & Michno, A. (2015). Wpływ składu fazy wodnej na właściwości reologiczne i stabilność emulsji kosmetycznych. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, (2), 51-52.
227. Tarnowska, K., Graczyńska, E., & Kowalski, B. (2008). Immobilizacja fizyczna lipaz. Część 1: Immobilizacja lipaz poprzez adsorpcję. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 85-91.
228. Tarnowska, K., Bryś, J., Kostecka, M., Wirkowska, M., & Kowalski, B. (2009). Wpływ ilości wody w katalizatorze na właściwości przeestryfikowanych enzymatycznie mieszanin loju wołowego i oleju rzepakowego. *Brom. Chemia Toksykol.*, 42(3), 339-443.
229. Teh, S. S., & Birch, J. (2013). Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30(1), 26-31.
230. Teixeira, A., Silva, S., Guedes, C., & Rodrigues, S. (2020). Sheep and Goat Meat Processed Products Quality: A Review. *Foods*, 9(7), 960.

25

231. Teixé-Roig, J., Oms-Oliu, G., Velderrain-Rodríguez, G. R., Odriozola-Serrano, I., & Martín-Belloso, O. (2018). The effect of sodium carboxymethylcellulose on the stability and bioaccessibility of anthocyanin water-in-oil-in-water emulsions. *Food and Bioprocess Technology*, 11(12), 2229-2241.
232. Teixé-Roig, J., Oms-Oliu, G., Velderrain-Rodríguez, G. R., Odriozola-Serrano, I., & Martín-Belloso, O. (2018). The effect of sodium carboxymethylcellulose on the stability and bioaccessibility of anthocyanin water-in-oil-in-water emulsions. *Food and Bioprocess Technology*, 11(12), 2229-2241.
233. Thomas, A., Matthäus, B., & Fiebig, H. J. (2015). Fats and fatty oils. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
234. Tuason, D. C., Krawczyk, G. R., & Buliga, G. (2009). Microcrystalline Cellulose. W: Imeson, A. (Eds) *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, United Kingdom, pp. 218
235. de Villiers, M. (2009). Surfactants and Emulsifying Agents. *A Practical Guide to Contemporary Pharmacy Practice*, JE Thompson, Editor, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 251-256.
236. Viñarta, S. C., François, N. J., Daraio, M. E., Figueroa, L. I., & Fariña, J. I. (2007). Sclerotium rolfssii scleroglucan: the promising behavior of a natural polysaccharide as a drug delivery vehicle, suspension stabilizer and emulsifier. *International journal of biological macromolecules*, 41(3), 314-323.
237. Wahlgren, M., Bergenstahl, B., Nilsson, L., & Rayner, M. (2015). Formulation of emulsions. W: Rayner, M., & Dejmek, P. (Eds.). *Engineering aspects of food emulsification and homogenization*, CRC Press. Boca Raton, FL. pp. 51-100.
238. Walsh, M. K. (2007). Immobilized enzyme technology for food applications. In: *Novel enzyme technology for food applications* (pp. 60-84). Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
239. Wang, Y., Hsu, B. Y., Ho, C. T., & Hwang, L. S. (2017). Safety of Fats and Oils. *Food Safety in China: Science, Technology, Management and Regulation*, 503-520.
240. Wang, K., Li, G., & Zhang, B. (2018). Opposite results of emulsion stability evaluated by the TSI and the phase separation proportion. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 558, 402-409.
241. Wang, W. H., Liu, X., & Bao, M. (2020). Hydrogenation of fats and oils using supercritical carbon dioxide. In *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science* (pp. 347-356). Oxford, UK: Elsevier.
242. Watkins, P. J., Kearney, G., Rose, G., Allen, D., Ball, A. J., Pethick, D. W., & Warner, R. D. (2014). Effect of branched-chain fatty acids, 3-methylindole and 4-methylphenol on consumer sensory scores of grilled lamb meat. *Meat Science*, 96(2), 1088-1094.
243. Weech, M., Altowajri, H., Mayneris-Perxachs, J., Vafeiadou, K., Madden, J., Todd, S., Jackson, K. G., Lovegrove, J. A., & Yaqoob, P. (2018). Replacement of dietary saturated fat with unsaturated fats increases numbers of circulating endothelial progenitor cells and decreases numbers of microparticles: findings from the randomized, controlled Dietary Intervention and VAScular function (DIVAS) study. *The American journal of clinical nutrition*, 107(6), 876-882.
244. Weete, J. D. (2008). Microbial lipases. In: Akoh, C. C. (Ed.). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. CRC press, pp. 857 – 893.
245. Wei, W., Pengyu, W., Li, K., Jimiao, D., Kunyi, W., & Jing, G. (2013). Prediction of the apparent viscosity of non-Newtonian water-in-crude oil emulsions. *Petroleum Exploration and Development*, 40(1), 130-133.

246. Wennermark, M., & Raveh, P. (2012). InFat™ premium fat for infant formula: fat closer to human milk. *Agro Food Ind. Hi-Tech*, 23, 16-17.
247. White, D. A., Fisk, I. D., Mitchell, J. R., Wolf, B., Hill, S. E., & Gray, D. A. (2008). Sunflower-seed oil body emulsions: rheology and stability assessment of a natural emulsion. *Food Hydrocolloids*, 22(7), 1224-1232.
248. Willis, W. M., & Marangoni, A. G. (2008). Enzymatic interesterification. In: Akoh, C. C. (Ed.). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. CRC press, pp. 857 – 893.
249. Wirkowska, M., Bryś, J., Tarnowska, K., & Kowalski, B. (2009). Wpływ przeestryfikowania enzymatycznego na jakościowe parametry żywieniowe olejów roślinnych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 42(3), 344-348.
250. Wiśniewska, M. (2010). Influences of polyacrylic acid adsorption and temperature on the alumina suspension stability. *Powder Technology*, 198(2), 258-266.
251. Wynn, J., Behrens, P., Sundararajan, A., Hansen, J., & Apt, K. (2010). Production of single cell oils by dinoflagellates. In: *Single cell oils* (pp. 115-129). Champaign, USA: AOCS Press.
252. Xu, X., Guo, Z., & Zhang, H. (2006). Chemical and enzymatic interesterification in lipid modification. In *Modifying lipids for use in food* (pp. 264-272). Treforest, Wales, UK.: Woodhead Publishing Limited.
253. Xu, D., Zhang, J., Cao, Y., Wang, J., & Xiao, J. (2016). Influence of microcrystalline cellulose on the microrheological property and freeze-thaw stability of soybean protein hydrolysate stabilized curcumin emulsion. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 590-597.
254. Yadav, N. P., Meher, J. G., Pandey, N., Luqman, S., Yadav, K. S., & Chanda, D. (2013). Enrichment, development, and assessment of Indian basil oil based antiseptic cream formulation utilizing hydrophilic-lipophilic balance approach. *BioMed research international*, 2013, 410686.
255. Yang, J., Qiu, C., Li, G., Lee, W. J., Tan, C. P., Lai, O. M., & Wang, Y. (2020). Effect of Diacylglycerol Interfacial Crystallization on the Physical Stability of Water-in-Oil Emulsions. *Food Chemistry*, 127014.
256. Yamashita, Y., Miyahara, R., & Sakamoto, K. (2017). Emulsion and emulsification technology. W: Sakamoto, K., Lochhead, R.Y., Maibach, H.I., Yamashita, Y. (Eds.) *Cosmetic Science and Technology—Theoretical Principles and Applications* (pp. 489-506). Amsterdam: Elsevier.
257. Zaks, A., & Klibanov, A. M. (1988). The effect of water on enzyme action in organic media. *J. Biol. Chem.* 263(17), 8017-8021.
258. Zawadka, M. (2019). Wymagania prawne znakowania w ramach trendu „clean label”. *Przemysł Spożywczy*, 73.
259. Zhang, H., Xu, X., Nilsson, J., Mu, H., Adler-Nissen, J., & Høy, C. E. (2001). Production of margarine fats by enzymatic interesterification with silica-granulated *Thermomyces lanuginosa* lipase in a large-scale study. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(1), 57-64.
260. Zhang, Z., Ma, X., Huang, H., Li, G., & Wang, Y. (2017). Enzymatic production of highly unsaturated monoacylglycerols and diacylglycerols and their emulsifying effects on the storage stability of a palm oil based shortening system. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(9), 1175-1188.
261. Zhang, M., Yang, B., Liu, W., & Li, S. (2017a). Influence of hydroxypropyl methylcellulose, methylcellulose, gelatin, poloxamer 407 and poloxamer 188 on the formation and stability of soybean oil-in-water emulsions. *asian journal of pharmaceutical sciences*, 12(6), 521-531.
262. Zhu, T., Zhao, Y., Zong, M., Li, B., Zhang, X., & Wu, H. (2017). Improvement of physical properties of palm stearin and soybean oil blends by enzymatic interesterification and their application in fast frozen food. *RSC advances*, 7(55), 34435-34441.

263. Zhu, Y., Gao, H., Liu, W., Zou, L., & McClements, D. J. (2020). A review of the rheological properties of dilute and concentrated food emulsions. *Journal of texture studies*, 51(1), 45-55.
264. Zieliński, R. (2006). Zastosowanie metody współczynnika „job” do projektowania składu stabilnych emulsji. *Towaroznawcze Problemy Jakości*, 3(8), 54-69.
265. Zychnowska, M., Onacik-Gür, S., & Krygier, K. (2015). Właściwości i możliwości wykorzystania zamienników tłuszczów dostępnych na rynku. *Probl. Hig. Epidemiol*, 96(1), 42-50.
266. Żbikowska, A., Kupiec, M., Marciniak-Lukasiak, K., & Kowalska, M. (2017). Oleozele – perspektywy ich wykorzystania w żywności. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 24(3), 5-13.

Normy

1. International Organization for Standardization (ISO), (1996). Animal and vegetable fats and oils – determination of oxidation stability (accelerated oxidation test) (ISO Standard no. 6886:1996).
2. International Organization for Standardization (ISO), (2009). Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości (PN-ISO 660:2009).
3. International Organization for Standardization (ISO), (2004). Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie punktu topnienia w kapilarze otwartej (punkt płynięcia) (PN-EN ISO 6321:2004).
4. International Organization for Standardization (ISO), (2014). Sensory analysis. Methodology. General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area (ISO Standard no. 11136:2014).

Strony internetowe

1. Alm, M. 2019. The AOCS Lipid Library. Animal Fats. W: Edible oil processing. <https://lipidlibrary.aocs.org/edible-oil-processing/animal-fats> (09.06.2020)
2. Cowan, W.D. 2019. Edible oil processing—modification: Enzymatic Interesterification, The AOCS Lipid Library, <https://lipidlibrary.aocs.org/edible-oil-processing/enzymatic-interesterification> (05.06.2020).
3. FAOSTAT (2020) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA> (09.06.2020).
4. Expert Market Research <https://www.expertmarketresearch.com/reports/animal-fat-market> (10.06.2020).
5. Advanced Lipids www.advancedlipids.com (09.06.2020).
6. Betapol www.betapol.com (09.06.2020).
7. ADM www.adm.com (08.06.2020).
8. Cargill <https://www.cargill.com/doc/1432075971295/actigum-vsx-20.pdf> (09.06.2020).

Magdalena Bziniak