

Załącznik 2

Autoreferat z opisem dorobku i osiągnięć naukowych związanych z postępowaniem habilitacyjnym

dr inż. Sylwester Czaplicki

**Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Plac Cieszyński 1
10-726 Olsztyn,
Tel. 89 523 41 03
e-mail: sylwester.czaplicki@uwm.edu.pl**

Spis treści

1. Dane personalne	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych	3
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)	4
5. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	6
6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	21
7. Podsumowanie pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego	28
8. Wartość naukowa dorobku publikacyjnego do dnia 04.10.2017 r.	31

1. Dane personalne

Imię i nazwisko **Sylwester Czaplicki**
Miejsce pracy Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Nauki o Żywności
Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

25.01.2006 Stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia, specjalność chemia i przetwórstwo surowców roślinnych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności. Temat pracy: „*Nasiona źmijowca jako źródło bioolejów roślinnych stabilizowanych olejem rokitnikowym*”. Praca wykonana w Katedrze Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności, UWM w Olsztynie.

Promotor: prof. dr hab. inż. Ryszard Jerzy Zadernowski

20.06.2000 Tytuł magistra. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności. Temat pracy magisterskiej: „*Zmiany zawartości związków bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających w nasionach soczewicy i wyki siewnej podczas kiełkowania*”. Praca wykonana w Instytucie Rozrodu Zwierząt i Badania Żywności PAN w Olsztynie.

Promotor: prof. dr hab. inż. Halina Kozłowska

17.02.1999 Tytuł inżyniera. Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie, Wydział Technologii Żywności. Egzamin dyplomowy: 17.02.1999 r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych

15.10.2000 – 30.06.2005 **Stanowisko:** Asystent
Miejsce pracy: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

01.07.2005 – 31.12.2007 **Stanowisko:** Specjalista
Miejsce pracy: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

01.01.2008 – do chwili obecnej **Stanowisko:** Adiunkt
Miejsce pracy: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

Osiągnięcie pod tytułem:

„Charakterystyka wybranych bioolejów roślinnych – ich składniki bioaktywne oraz stabilność oksydacyjna”

tworzy cykl powiązanych tematycznie publikacji obejmujących 5 prac, z czego zgodnie z wykazem MNiSW₂₀₁₆, 4 publikacje ukazały się w czasopismach z listy A, natomiast 1 w czasopiśmie z listy B.

- P1.** Zadernowski R., Naczek M., Czaplicki S. (2009) Chemical composition of *Pinus sibirica* nut oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(7), 698 – 704. **IF=1,381; MNiSW₂₀₁₆ - 25 pkt.** Cytowania: **11** (11 bez autocytowań)

Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na współudziale w opracowaniu koncepcji badań i metodyki oraz współudziale w wykonaniu analiz laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników, sformułowaniu wniosków oraz przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 30%.

- P2.** Czaplicki S., Ogrodowska D., Derewiaka D., Tańska M., Zadernowski R. (2011) Bioactive compounds in unsaponifiable fraction of oils from unconventional sources. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 1456 – 1464. **IF=1,733; MNiSW₂₀₁₆ - 25 pkt.** Cytowania: **19** (13 bez autocytowań)

Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na opracowaniu koncepcji badań, metodyki, zaplanowaniu i współudziale w wykonaniu analiz laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników, sformułowaniu wniosków oraz przygotowaniu manuskryptu. Jestem pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym w/w pracy. Mój udział procentowy szacuję na 55%.

- P3.** Czaplicki S., Tańska M., Ogrodowska D. (2016) Improving the stability of cold-pressed oils by their enrichment in sea-buckthorn oil. *Polish Journal of Natural Sciences*, 31(4), 621 – 635. **IF=0; MNiSW₂₀₁₆ - 14 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na opracowaniu koncepcji badań, metodyki, zaplanowaniu i wykonaniu analiz laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników, sformułowaniu wniosków oraz przygotowaniu manuskryptu. Jestem pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym w/w pracy. Mój udział procentowy szacuję na 70%.

- P4. Czaplicki S., Tańska M., Konopka I. (2016) Sea-buckthorn oil in vegetable oils stabilisation. *Italian Journal of Food Science*, 28(3), 412 – 425. **IF*=0,556; MNiSW₂₀₁₆ - 15 pkt.** Cytowania: 5 (1 bez autocytowań)**

Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na współudziale w opracowaniu koncepcji badań, metodyki, zaplanowaniu i wykonaniu analiz laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników, sformułowaniu wniosków oraz przygotowaniu manuskryptu. Jestem pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym w/w pracy. Mój udział procentowy szacuję na 75%

- P5. Czaplicki S., Ogrodowska D., Zadernowski R., Konopka I. (2017) Fatty acid profile in liver and adipose tissue and accumulation of retinol, its esters and α -tocopherol in liver as a result of feeding rats with sea-buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) oil. *Plant Foods for Human Nutrition*. 72, 198 – 204. **IF*=2,276; MNiSW₂₀₁₆ - 35 pkt****

Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał na współudziale w opracowaniu koncepcji publikacji, zebraniu literatury, opracowaniu metodyki, zaplanowaniu i wykonaniu analiz laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników oraz wykonaniu prac związanych z przygotowaniem wstępnej i ostatecznej wersji manuskryptu. Jestem pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym w/w pracy. Mój udział procentowy szacuję na 70%.

**) Impact factor wg listy Journal Citation Reports (JCR) za 2017 r. dla ww. czasopisma nie został obliczony, dlatego podano ostatni aktualny za 2016 r.*

Liczba punktów MNiSW₂₀₁₆: **114**

Impact Factor zgodnie z rokiem wydania: **6,488**

Liczba cytowań wg Web of Science na dzień 20 lipca 2017: **35** (25 bez autocytowań)

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

Uzasadnienie tematu badań

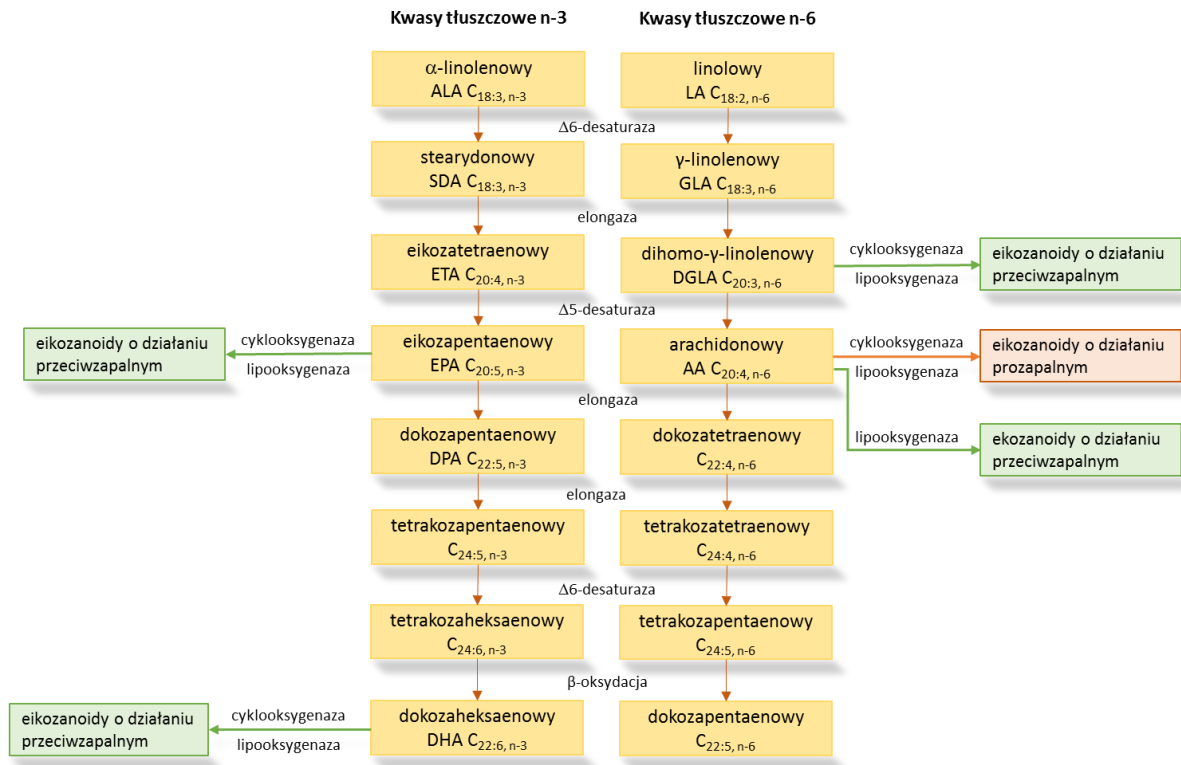
Zainteresowanie tzw. bioolejami roślinnymi wynika z obecnych w nich składników bioaktywnych, zarówno wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, jak i frakcji niezmydlającej się, zawierającej głównie tokoferole, sterole i karotenoidy, a czasami także skwalen. Na kompozycję fitoskładników, a tym samym wartość biologiczną olejów roślinnych wpływa zarówno jakość surowca (gatunek, odmiana, warunki klimatyczne i agrotechniczne podczas uprawy), jak i sposób ich pozyskiwania. Do produkcji bioolejów rekomendowane są zachowawcze metody wydobycia, a najczęściej stosowaną praktyką przemysłową jest tłoczenie „na zimno”, które zapobiega wzrostowi temperatury oleju powyżej 45°C. Niestety to ograniczenie wymaga redukcji ciśnienia w prasie ślimakowej (wolniejsza praca ślimaka, większa średnica dyszy wylotowej) i powoduje mniejszą wydajność oleju. Oleje wyprodukowane w ten sposób stają się droższe. Również specjalne warunki, w jakich powinna odbywać się dystrybucja tego typu olejów sprawiają, że nie są one powszechnie dostępne dla konsumenta.

Zainteresowanie bioolejami tłoczonymi na zimno systematycznie wzrasta od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia. W Polsce zorganizowano wtedy cykl sympozjów poświęconych wielonienasyconym kwasom tłuszczowym oraz tłoczonym na zimno olejom ze szczególnym uwzględnieniem oleju wiesiołkowego (*I Sympozjum nt. „Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii”, Łódź 1992; II Sympozjum nt. "Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii", Łódź 1995; III Sympozjum nt. "Olej z nasion wiesiołka i inne oleje zawierające kwasy n-6 lub n-3 w profilaktyce i terapii”, Sulejów 1998*). Dostępne już wtedy wyniki badań potwierdzały ważną rolę kwasów n-3 i n-6 w organizmie człowieka. Zwrócono uwagę, że metabolity tych kwasów pełnią funkcje regulacyjne przyczyniając się m.in. do redukcji procesów zapalnych, dzięki czemu obniżają ryzyko wielu chorób zwanych cywilizacyjnymi. Efekt ten jest jednak zależny nie tylko od zawartości kwasów n-3 i n-6 w diecie, ale również od ich proporcji i zachodzących przemian metabolicznych (Melo i in. 2017). W większości olejów roślinnych kwasy n-3 reprezentowane są przez kwas α -linolenowy, a kwasy n-6 przez kwas linolowy. Przemiany kwasów linolowego i α -linolenowego zachodzą z udziałem tych samych układów enzymatycznych, a właściwa ich proporcja w diecie oraz prawidłowa aktywność enzymów zapewnia homeostazę organizmu.

W przypadku dysfunkcji układu enzymatycznego obserwuje się zaburzenia metabolizmu kwasów tłuszczowych. Szczególnym problemem jest zbyt niska aktywność $\Delta 6$ -desaturazy, która bierze udział w reakcjach umożliwiających wprowadzanie do kwasów linolowego i α -linolenowego kolejnego wiązania nienasyconego z wytworzeniem odpowiednio kwasów: γ -linolenowego ($C_{18:3, n-6}$) i stearydonowego ($C_{18:4}$). Wprowadzenie do diety tych kwasów pozwala ograniczyć ryzyko i skutki niskiej aktywności $\Delta 6$ -desaturazy (Alabdulkarim i in. 2012, Lee i in. 2016).

Kwas γ -linolenowy (n-6) występuje stosunkowo rzadko w surowcach roślinnych, a jego źródłem są m.in. olej z nasion ogórecznika, wiesiołka, żmijowca, porzeczki czarnej i konopi. W szlaku przemian metabolicznych z tego kwasu powstaje kwas dihomo- γ -linolenowy (Rys. 1). Co prawda kwas ten jest prekursorem kwasu arachidonowego, z którego powstają prostaglandyny typu drugiego oraz leukotrieny typu czwartego, charakteryzujące się właściwościami prozapalnymi, ale bezpośrednio z kwasu dihomo- γ -linolenowego powstają także prostaglandyny typu pierwszego, które działają przeciwzapalnie. Z uwagi na wolniejsze działanie desaturaz niż elongaz suplementacja diety kwasem γ -linolenowym (ominięcie wolno działającej $\Delta 6$ -desaturazy) powoduje zwiększenie stężenia kwasu dihomo- γ -linolenowego, którego wydłużanie do arachidonowego jest ograniczone w wyniku wolnego działania $\Delta 5$ -desaturazy. Mniejsza dostępność tego kwasu sprawia, że w struktury fosfolipidowe tkanek wbudowywany jest kwas dihomo- γ -linolenowy, a nie arachidonowy, w związku z czym to on jest wykorzystywany przez cyklooksygenazę jako substrat do wytwarzania prostaglandyn typu pierwszego (Kapoor i Nair 2005, Melo i in. 2017).

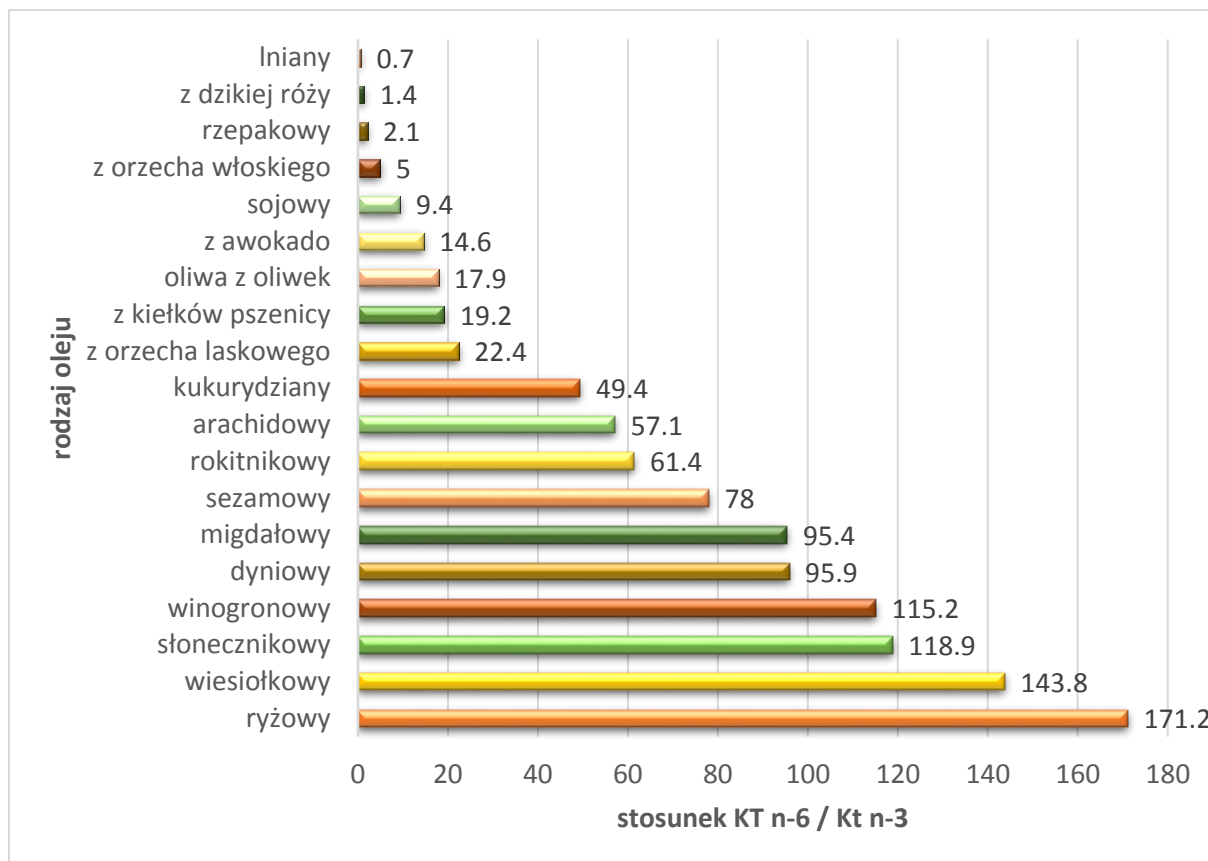
Jeszcze rzadziej i najczęściej w niewielkich stężeniach w surowcach roślinnych występuje kwas stearydonowy (n-3). Kwas ten zidentyfikowano m.in. w oleju z nasion roślin z rodziny *Boraginaceae* (np. ogórecznik, żmijowiec), *Grossulariaceae* (np. porzeczki czarnej i agrestu) oraz rodziny *Primulaceae*. Przy prawidłowym stosunku kwasów n-3 i n-6 w diecie nie jest konieczna suplementacja diety tym kwasem, jednak przy zbyt niskim udziale w diecie kwasu α -linolenowego korzystna jest suplementacja tranem bogatym w kwasy eikozapentaenowy ($C_{20:5, n-3}$) (EPA) i dokozaheksaenowy ($C_{22:6, n-3}$) (DHA). Jak w przypadku kwasów z grupy n-6, produktami metabolizmu kwasów n-3 są hormony tkankowe mające wpływ na funkcjonowanie organizmu (Rys. 1), a pośrednio, poprzez hamowanie stanów zapalnych, utrzymujące organizm w stanie zdrowia (Kuhnt i in. 2012, Guil-Guerrero 2007).



Rys. 1. Metabolizm kwasów tłuszczowych n-3 i n-6 - schemat uproszczony (na podstawie Ibarguren i in. 2014 i Gleissman i in. 2010)

Eikozanoidy o działaniu przeciwpalnym, np.: prostaglandyny serii 1 i 3, leukotrieny serii 5, rezolwiny, protektyny, lipoksyny. Eikozanoidy o działaniu prozapalnym, np.: prostaglandyny serii 2, leukotrieny serii 4.

Stosunek ilości kwasów n-6 do n-3 w diecie wynika ze struktury spożycia tłuszczów w pokarmach. W większości olejów roślinnych stosunek tych kwasów nie jest korzystny dla konsumenta (Rys. 2), gdyż zalecenia żywieniowe podają, że powinien on wynosić ok. 2-4 do 1 (Sherry i in. 2015). Dotyczy to jednak zbyt wysokiej podaży kwasu linolowego (n-6), który często występuje w żywności. Unikalne kwasy szlaku n-6, takie jak np. kwas γ-linolenowy, przy odpowiednio wysokiej podaży są źródłem przeciwpalnych pochodnych.



Rys. 2. Stosunek kwasów tłuszczowych z grupy n-6 do n-3 w wybranych olejach roślinnych (Łoźna i in. 2012)

Chociaż wysoki udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jest pożądanym w diecie z żywieniowego punktu widzenia to jednak sprawia, że taki olej jest podatny na zmiany oksydacyjne. Podczas przechowywania olejów, nawet w obniżonej temperaturze oraz bez dostępu światła i tlenu, kwasy tłuszczowe (zwłaszcza wielonienasycone) ulegają procesom utleniania. Utlenianie nie tylko obniża wartość odżywczą oleju jako źródła wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, ale też prowadzi do tworzenia szkodliwych dla zdrowia produktów utleniania. Szybkość tych reakcji wzrasta wraz ze stopniem nienasycenia oleju, a maleje w obecności przeciwutleniaczy, które w olejach również występują. W zależności od gatunku surowca skład przeciwutleniającej frakcji niezmydlającej się jest bardzo zmienny. Naturalna ochrona olejów w postaci tokoferoli, steroli, karotenoidów, skwalenu, polifenoli oraz innych związków jest cenna, ale często niewystarczająca dla skutecznego zahamowania ich utleniania.

W trosce o zdrowie społeczeństwa powinno się dążyć do poszerzenia możliwości korzystania przez konsumentów z olejów bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe, które jak najdłużej zachowują swoje cenne właściwości podczas przechowywania.

Aby zwiększyć trwałość takich olejów można stosować dodatek substancji o działaniu przeciwutleniającym pochodzenia syntetycznego (BHA, BHT, PG lub TBHQ), które charakteryzują się wysoką skutecznością inhibicji utleniania olejów (Khan i Shahidi 2001, Shahidi i Zhong 2005). Chociaż te substancje uznane są za bezpieczne dla zdrowia to nie przynoszą dodatkowych korzyści zdrowotnych. Powszechność ich stosowania stwarza ryzyko przekroczenia dawki uznanej za bezpieczną dla konsumenta. To z kolei może być przyczyną problemów dotyczących np.: układu pokarmowego, oddechowego, nerwowego, zmian skórnych oraz zaburzeń układu immunologicznego. Konkurencyjne dla syntetycznych przeciwutleniaczy może być zastosowanie do utrwalania bioolejów antyoksydantów naturalnych (np. mieszanina tokoferoli albo ich poszczególne homologii), ekstraktów z wybranych roślin (np. z rozmarynu) lub tworzenie miksów, w których olej o niskiej trwałości będzie komponowany z olejem o bardzo wysokiej trwałości/stabilności oksydacyjnej. Unikalny pod tym względem jest olej rokitnikowy z miąższu owoców, który dzięki bogactwu naturalnych przeciwutleniaczy (zwłaszcza karotenoidów) jest wyjątkowo stabilny oksydacyjnie.

Za główny cel badań cyklu publikacji tworzących osiągnięcie naukowe przyjęto:

Określenie charakterystyki wybranych bioolejów roślinnych – ich składników bioaktywnych, możliwości zwiększenia stabilności oksydacyjnej oraz skutków podaży w diecie na retencję wybranych składników bioaktywnych w tkankach zwierząt doświadczalnych.

W publikacjach wchodzących w cykl monotematyczny osiągnięcia naukowego dokonano oceny:

- składu wybranych bioolejów roślinnych ze szczególnym uwzględnieniem składników mających wpływ na ich stabilność oksydacyjną i właściwości bioaktywne;
- możliwości wykorzystania składników naturalnie występujących w oleju rokitnikowym w utrwalaniu olejów mniej stabilnych;
- wpływu diety o różnej kompozycji frakcji lipidowej na retencję składników bioaktywnych w wybranych tkankach zwierząt doświadczalnych.

Opis badań:***Ocena składu wybranych bioolejów roślinnych ze szczególnym uwzględnieniem składników mających wpływ na ich stabilność oksydacyjną i właściwości bioaktywne***

Na etapie rozpoczynania prac związanych z cyklem habilitacyjnym wiedza na temat zawartości bioaktywnych składników w olejach z surowców niekonwencjonalnych była rozproszona lub niepełna. We wszystkich pracach tworzących cykl monotematyczny skupiono się na charakterystyce olejów pozyskiwanych z wybranych surowców roślinnych niebędących przemysłowymi surowcami olejarskimi. Analizie poddano przede wszystkim składniki frakcji niezmydlającej się, mogące mieć wpływ na stabilność oksydacyjną olejów.

Charakterystyka olejów otrzymanych z nasion sosny syberyjskiej (*Pinus sibirica*), zaprezentowana w publikacji **P1**, dotyczyła zarówno składników frakcji niezmydlającej się jak i zmydlającej się. Wśród danych literaturowych dotyczących nasion różnych gatunków sosny niewiele miejsca poświęcono sośnie syberyjskiej. Fakt ten przyczynił się do przeprowadzenia eksperymentu z udziałem dwóch olejów: oleju otrzymanego techniką tłoczenia na zimno oraz oleju ekstrahowanego przy użyciu heksanu. Badane nasiona sosny syberyjskiej zawierały ok. 65% oleju w suchej masie z czego niemal 50% udało się pozyskać z zastosowaniem techniki tłoczenia. Ekstrakcja przy użyciu heksanu charakteryzowała się wydajnością odzysku oleju sięgającą niemal 98%. Nasiona sosny syberyjskiej są bogatym źródłem oleju, którego głównym składnikiem są składniki niepolarne z triacyloglicerolami na czele. W obu olejach (zarówno tłoczonym jak i ekstrahowanym) dominowały kwasy nienasycone (ponad 93%), z czego wielonienasycone stanowiły ponad 66%. Chociaż teoretycznie tak duży udział nienasyconych wiązań czyni je podatnymi na procesy utleniania to bezpośrednio po ich pozyskaniu stopień utlenienia był niski. Dla oleju tłoczonego i ekstrahowanego wartości te wynosiły odpowiednio 1,2 oraz 0,26 mEq O₂/kg.

Znaczną część pierwszej pracy (P1) poświęcono analizie kwasów tłuszczowym. Analiza chromatograficzna, poparta detekcją masową, pozwoliła zidentyfikować rzadko spotykane kwasy: 10,13-oktadekadienowy (C_{18:2, n5}); 11,13-eikozadienowy (C_{20:2, n7}) oraz 13-(2-cyklopenten-1-yl)-6-tridecenowy (kwas „gorlic”). Ostatni z wymienionych kwasów (gorlic) posiada w swej budowie strukturę cykliczną, co jest rzadkością w olejach roślinnych. W badanym oleju udział tego kwasu był bardzo niski i sięgał jedynie 0,26% sumy kwasów tłuszczowych. Oleje bogate w cykliczne kwasy tłuszczowe, takie jak oleje otrzymywane z *Hydnocarpus kurzii*, *H. wightiana*, *H. odorata* (ok. 80%) w medycynie naturalnej

wykorzystywane były zewnętrznie do leczenia chorób skórnych, np. łuszczyca a nawet trądu (Sengupta i in. 1973, Santos i in. 2008).

W kolejnych pracach z cyklu monotematycznego określono zawartość sumy związków z poszczególnych grup składników bioaktywnych oraz udział poszczególnych homologów we frakcji niezmydlającej się w wybranych bioolejach. Badano łącznie 10 olejów, w tym takie jak lniany, makowy, lniankowy, dyniowy, amarantusowy, wiesiołkowy, ogórecznikowy, sezamowy, rokitnikowy i z orzecha włoskiego. Stwierdzono, że zawartość sumy tokoferoli wahała się od 29,3 (olej z nasion maku) do 153 mg/100 g (olej z mięszu rokitnika). Najwyższym udziałem α -tokoferolu charakteryzował się olej z mięszu owoców rokitnika (ok. 94%), a najniższym olej z nasion lnu i dyni (ok. 10-11%). Udział β -tokoferolu był najwyższy w oleju z nasion amarantusa (ok. 31-35%), podczas gdy ten tokoferol był nieobecny w olejach z takich nasion jak len, lnianka, ogórecznik, wiesiołek i sezam. Z kolei γ -tokoferol było obecny we wszystkich olejach i stanowił od ok. 3% w oleju z mięszu owoców rokitnika do 100 % w oleju z nasion sezamu. Udział δ -tokoferolu wahał się od 0% w oleju z nasion maku, sezamu, lnu i wiesiołka do ok. 89% w oleju z nasion ogórecznika.

Badane oleje były również bardzo zróżnicowane pod względem zawartości steroli. Najmniejszą ich zawartością, podobnie jak w przypadku tokoferoli, charakteryzował się olej z nasion maku (139 mg/100g). Niemal dwudziestokrotnie więcej steroli zawierał olej amarantusowy, w którym ich zawartość sięgała aż 2616 mg/100g. Wśród pozostałych olejów wysoką zawartością steroli charakteryzowały się również oleje wiesiołkowy i rokitnikowy (ponad 855 mg/100g). Udział procentowy poszczególnych składników tej grupy związków był zróżnicowany. W większości olejów dominował β -sitosterol, który w oleju wiesiołkowym stanowił aż 87% sumy steroli. Jedynie w oleju dyniowym związek ten oznaczono razem z koeluuującym z nim α -spinasterolem (łącznie 54% steroli), co uniemożliwiło określenie udziału β -sitosterolu. Olej amarantusowy wyróżniał się pod tym względem dominującym udziałem α -spinasterolu (ok. 30% sumy steroli), podczas gdy udział β -sitosterolu sięgał w nim zaledwie ok. 1%. W oleju tym, podobnie jak w dyniowym, następowała trudność w rozdzieleniu α -spinasterolu i β -sitosterolu, a w późniejszych analizach pik ten zidentyfikowano jako β -sitosterol. W pozostałych olejach udział β -sitosterolu sięgał od ok. 21% (olej z orzecha włoskiego) do ok. 72% (olej makowy).

Analizowana zawartość pozostałych składników niezmydlającej się frakcji badanych olejów potwierdza, że jedynie olej z mięszu owoców rokitnika jest bogatym źródłem karotenoidów. Olej rokitnikowy zawierał aż ok. 206 mg karotenoidów w 100g. Wśród olejów

z nasion amarantusa, lnu, wiesiołka, ogórecznika oraz dyni, jedynie w tym ostatnim zawartość karotenoidów przekroczyła 1 mg/100g. W obu olejach zawierających karotenoidy dominującymi związkami były luteina i β -karoten. W oleju rokitnikowym β -karoten stanowił ok. 57%, a luteina ok. 2% ich sumy. W oleju dyniowym proporcje tych homologów były wyrównane (po ok. 43 i 34% luteiny i β -karotenu).

W oleju z nasion wiesiołka, z orzecha włoskiego, nasion dyni, ogórecznika oraz amarantusa oznaczono również skwalen, który występował w stężeniu od 22 (olej ogórecznikowy) do 2561-5220 mg/100 g (olej amarantusowy). Stosunkowo wysokie stężenie skwalenu stwierdzono również w oleju z orzecha włoskiego (2830 mg/100 g)..

Świeże oleje różniły się pod względem stopnia hydrolizy i utlenienia. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, wyrażona jako liczba kwasowa, sięgała wartości od 0,8 mg KOH/g w przypadku oleju z orzecha włoskiego do 4,82 mg KOH/g w oleju pozyskanym z nasion maku. Również olej z nasion maku charakteryzował się najwyższą wartością liczby nadtlenkowej, której zróżnicowanie w olejach sięgało od 0,9 do 4,37 mEq O₂/kg. Zawartość wtórnych produktów utleniania, wyrażona wartością liczby anizydynowej, sięgała od 0,70 – 0,73 odpowiednio dla oleju z lnianki i orzecha włoskiego do 8,25 w przypadku oleju wiesiołkowego. W przypadku olejów tłoczonych na zimno wartość liczby kwasowej nie powinna przekraczać 4 mg KOH/g a liczby nadtlenkowej 15 mEq O₂/kg (Codex Alimentarius, 2005). Na stopień hydrolizy i utlenienia olejów może mieć wpływ wiele czynników, m.in. aktywność enzymatyczna, zawartość wody, ale też w znacznej mierze, zawartość naturalnych przeciwutleniaczy wchodzących w skład frakcji niezmydlającej się olejów. Stosunkowo wysokie wartości liczby kwasowej i nadtlenkowej występowały w olejach z najniższą zawartością frakcji niezmydlającej (np. olej z nasion maku).

W przypadku 6 olejów (lniany, dyniowy, amarantusowy, wiesiołkowy, ogórecznikowy i rokitnikowy) oznaczono dodatkowo ich stabilność oksydacyjną w teście Rancimat (110°C). Stabilność tych olejów okazała się skrajnie różna, od najniższej – tylko 2,44 godz. dla oleju lnianego do ponad 48 godz. dla oleju rokitnikowego. Tak wysoka stabilność oleju rokitnikowego skłoniła mnie do zaplanowania kolejnego etapu badań.

Ocena możliwości wykorzystania składników naturalnie występujących w oleju rokitnikowym w utrwalaniu olejów mniej stabilnych

Oleje roślinne pod wpływem utleniania tracą swoją wartość jako źródło składników bioaktywnych, w tym też wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Naturalnym sposobem zapobiegania ich degradacji może być tworzenie ich kompozycji z olejem rokitnikowym

o wysokiej odporności na utlenianie. W publikacji **P3** stabilizowano oleje amarantusowy i dyniowy poprzez dodatek od 0,5 do 14% oleju pozyskanego z miąższu owoców rokitnika. Wizualnym efektem wzbogacenia olejów olejem rokitnikowym była zmiana barwy spowodowana zwiększeniem stężenia karotenoidów. Zawartości poszczególnych składników frakcji niezmydlającej się użytych olejów zbliżone były do opisanych w publikacji **P2** (zaobserwowane różnice tłumaczy fakt wykorzystania innych partii surowca w kolejnych latach badań). Współczynnik utlenialności obliczony na podstawie składu kwasów tłuszczowych (Gosgrove i in. 1987) wykorzystanych w pracy olejów przyjmował wartości 0,41 i 0,56 dla oleju amarantusowego i dyniowego, natomiast tylko 0,16 dla oleju z owoców rokitnika. Pomimo wyższych koncentracji sumy tokoferoli, steroli oraz skwalenu i niższej wartości współczynnika utlenialności, rzeczywista stabilność oksydacyjna oleju amarantusowego osiągnęła wartość 4,46 godz. i była o ok. 40% niższa niż oleju dyniowego (7,50 godz.). We wszystkich testowanych mieszaninach olejów dodatek oleju rokitnikowego powodował zmianę udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych. Olej ten szczególnie bogaty jest w kwas palmitynowy i palmitooleinowy i charakteryzuje się znacznie mniejszym stopniem nienasycenia niż oleje amarantusowy i dyniowy, co powodowało zmniejszenie współczynnika utlenialności wytworzonych mieszanin. Wyniki badań wykazały pozytywny wpływ dodatku oleju rokitnikowego na stabilność, ale był on różny w przypadku obu olejów. W przypadku oleju amarantusowego, pomimo mniejszego stopnia nienasycenia kwasów tłuszczowych oraz wyższej zawartości skwalenu, steroli oraz tokoferoli, stopień stabilizacji był prawie dwukrotnie niższy w porównaniu do oleju dyniowego. Wzrost długości czasu indukcji w oleju amarantusowym wynosił 3,6 minuty na każdy procent dodanego oleju rokitnikowego, natomiast dla oleju z nasion dyni wartość ta wynosiła 6,3 minuty/%. Zaobserwowany wzrost stabilności był proporcjonalny do wielkości początkowego czasu indukcji olejów i przy maksymalnym dodatku oleju rokitnikowego wynosił dla obydwu olejów około 16,5%. W układzie obserwowano dodatnią korelację pomiędzy czasem indukcji, a związkami, w które szczególnie bogaty jest olej rokitnikowy (β -karoten, α -tokoferol i β -sitosterol). W przypadku skwalenu obserwowano zależność odwrotną, ponieważ dodatek oleju rokitnikowego, nie zawierającego tego składnika, zmniejszał jego stężenie w mieszaninie. Na otrzymany wzrost stabilności oksydacyjnej olejów większy wpływ miała zawartość składników bioaktywnych niż modyfikacja składu kwasów tłuszczowych otrzymanych mieszanin. Według danych literaturowych podobne rezultaty można osiągnąć stosując dodatek syntetycznych przeciwutleniaczy (BHA, TBHQ) (Kiran i in. 2015).

Kontynuacją tych prac było zastosowanie oleju rokitnikowego stabilizacji olejów charakteryzujących się wysokim udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych (publikacja **P4**). Jako materiał do badań posłużyły oleje z nasion lnu, ogórecznika i wiesiołka oraz olej z owoców rokitnika. Pod względem cech jakościowych świeżo tłoczone oleje testowe charakteryzowały się wartościami zbliżonymi do otrzymanych w eksperymencie opisanym w publikacji P2, a udział kwasów nienasyconych sięgał w nich od 66 do 82%. Tak wysoki stopień nienasycenia, a zwłaszcza wysoki udział kwasów wielonienasyconych, czyni te oleje bardzo podatnymi na utlenianie. Współczynnik utlenialności według wzoru zaproponowanego przez Gosgrove i in. (1987) wynosił w tych olejach odpowiednio 1,33; 0,61 i 0,90 dla oleju lnianego, ogórecznikowego i wiesiołkowego. W badaniach potwierdzono najniższą stabilność oksydacyjną oleju lnianego, którego czas indukcji w teście przyspieszonego utleniania był najniższy (2,44 godz.). Różnica stabilności oksydacyjnej oznaczonej dla olejów ogórecznikowego i wiesiołkowego nie była statystycznie istotna. W tym konkretnym przypadku może to tłumaczyć wyższy początkowy stopień hydrolizy triacylogliceroli wyrażony dwukrotnie wyższą wartością liczby kwasowej w oleju ogórecznikowym. W opisanym eksperymencie olej rokitnikowy swym składem kwasów tłuszczowych bardzo różnił się od olejów testowych. Zawierał niemal 3,5-krotnie mniej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych niż olej ogórecznikowy i ponad 6-krotnie mniej niż olej wiesiołkowy, co skutkowało tym, że charakteryzował się współczynnikiem utlenialności 0,16.

W eksperymencie sporządzono mieszaniny każdego z testowanych olejów z 15% dodatkiem oleju rokitnikowego. Z uwagi na niewielkie stężenia karotenoidów w użytych olejach ich wzbogacenie olejem rokitnikowym skutkowało wzrostem stężenia tych składników do wartości nieco ponad 31 mg/100g oleju. Dodawany olej spowodował również zwiększenie stężenia α - tokoferolu, który w oleju rokitnikowym stanowił prawie 94% sumy tokoferoli. W tym samym czasie stężenie pozostałych homologów tokoferoli zmalało na skutek rozcieńczenia. Dodatek oleju rokitnikowego spowodował w mieszaninach wzrost stężenia steroli, a zwłaszcza dominującego wśród nich β -sitosterolu. Wzrost ten sięgał od 58% w przypadku oleju lnianego do 197% w kompozycji z olejem ogórecznikowym.

Zmiana kompozycji kwasów tłuszczowych w znacznym stopniu wpływała na potencjalną podatność olejów na utlenianie. Współczynniki utlenialności mieszanin zmalały w stosunku do obliczonych dla olejów niewzbogaconych. Spadek ten sięgał ok. 12% w przypadku kompozycji z olejem lnianym do blisko 17% z wiesiołkowym i niemal 30% z ogórecznikowym. Czas indukcji oznaczony w teście przyspieszonego utleniania (w aparacie Rancimat w 110°C) wzrósł od 21 do 32%, do wartości 3,21 godz. w przypadku oleju lnianego

oraz do 4,80 i 4,81 godz. w olejach ogórecznikowym i wiesiołkowym. Wzrost stabilności dodatnio korelował ze udziałem kwasów palmitynowego i palmitooleinowego dominujących w oleju rokitnikowym (analiza składowych głównych PCA). Na faktyczną podatność na utlenianie silnie wpływała zawartość składników bioaktywnych. Wykazano, że w utrwalaniu olejów istotną rolę odgrywają karotenoidy i tokoferole. Wśród związków o największym wpływie znalazły się β -karoten, luteina, β -tokoferol oraz α -tokoferol (współczynniki korelacji w zakresie 0,96-0,99). Znacznie mniejszy wpływ na stabilność olejów przypisano zawartości β -sitosterolu (współczynnik korelacji 0,41). Niewątpliwie na ostateczną wartość czasu indukcji ma wpływ nie tylko zawartość poszczególnych składników, ale również interakcyjne oddziaływania między nimi.

Ocena wpływu diety o różnej kompozycji frakcji lipidowej na retencję składników bioaktywnych w wybranych tkankach zwierząt doświadczalnych

W pracy **P5** analizowano wpływ suplementacji diety trzema odmiennymi źródłami tłuszczu na skład chemiczny wybranych tkanek zwierząt doświadczalnych. W doświadczeniu wykorzystano samce szczurów rasy Wistar, karmione zmodyfikowaną dietą kazeinową, w której źródłem tłuszczu był olej rokitnikowy, olej sojowy lub smalec wieprzowy. Głównym celem badań była ocena wpływu rodzaju (charakterystyki) tłuszczu na skład kwasów tłuszczowych tkanki tłuszczowej oraz wątroby zwierząt doświadczalnych oraz porównanie akumulacji α -tokoferolu i retinolu oraz jego estrów w tkankach wątroby badanych zwierząt.

W tkance tłuszczowej zwierząt, niezależnie od zastosowanego źródła tłuszczu w diecie, dominującymi kwasami tłuszczowymi były: palmitynowy, palmitooleinowy, oleinowy oraz linolowy. Zaobserwowano, że dieta bogata w określone dominujące kwasy tłuszczowe prowadzi do ich koncentracji w tkance tłuszczowej. Przykładowo, dieta ze smalcem wieprzowym powodowała, że w tkance tłuszczowej karmionych nią osobników dominowały kwas oleinowy i palmitynowy. Zastąpienie smalcu olejem sojowym spowodowało wzrost udziału kwasów oleinowego i linolowego. Podobnie, udział w diecie oleju rokitnikowego spowodował wzrost względnego stężenia kwasów palmitynowego i palmitooleinowego. Podobne zależności zaobserwowano w przypadku lipidów wątroby. W tym przypadku, wyniki wyraźnie wskazują na pozażywieniowe czynniki wpływające na udział kwasu palmitooleinowego w lipidach tego narządu. W tkance wątroby zwierząt karmionych dietą z olejem sojowym, w którym nie stwierdzono kwasu palitooleinowego, jego udział stanowił niemal 9% kwasów tłuszczowych. Jednocześnie widoczny był silny wpływ sposobu żywienia w przypadku, gdzie po karmieniu dietą z udziałem smalcu i oleju rokitnikowego udział tego

kwasu wzrósł (w stosunku do diety z udziałem oleju sojowego) odpowiednio o 46% i 116%. Wyniki pracy wskazują, że spożycie oleju rokitnikowego zwiększa udział kwasu palmitooleinowego w tkankach wątroby zwierząt.

Wpływ spożycia oleju rokitnikowego jako źródła składników frakcji niezmydlającej się bogatej w związki bioaktywne badano poprzez analizę zawartości α - tokoferolu oraz retinolu i jego estrów w tkance wątroby zwierząt doświadczalnych. Olej rokitnikowy charakteryzował się najwyższą zawartością α - tokoferolu (144 mg/100g), która jednocześnie była niemal 10-krotnie wyższa niż w oleju sojowym (15 mg/100g) i 48-krotnie wyższa niż w smalcu wieprzowym (3 mg/100g). W organizmie α - tokoferol występuje w plazmie krwi oraz w tkankach wielu narządów, m.in. znaczne jego ilości kumulowane są w tkance wątroby, a nadmiar wydalany jest z organizmu w celu zabezpieczenia przed jego przedawkowaniem. W opisanym eksperymencie stężenie tego składnika w tkankach wątroby zwierząt karmionych dietą z udziałem smalcu było o ok. 25% niższe (ok. 78 nmol/g) niż w przypadku karmionych z dodatkiem oleju sojowego lub rokitnikowego (ok. 104 nmol/g). Brak różnicy w stężeniu α - tokoferolu w tkankach wątroby zwierząt karmionych z dodatkiem olejów roślinnych (pomimo dużej różnicy podaży tego składnika) sugeruje, że przy stężeniu tym nastąpiło wysycenie tkanki tego narządu i jego nadmiar był wydalany. Potwierdza to również fakt, że tak wysoka nadpodaż tego składnika w diecie z olejem rokitnikowym skutkowałą najniższym współczynnikiem zmienności wynoszącym 18,2%. W przypadku zwierząt karmionych dietą z udziałem smalcu lub oleju sojowego zróżnicowanie wśród osobników było większe i współczynnik ten był ponad dwukrotnie wyższy (odpowiednio 37,2% i 48,8%). Opisany efekt wysycenia nie występował w przypadku produktów metabolizmu karotenoidów. Związki te występowały głównie w oleju rokitnikowym. Stopień biokonwersji karotenoidów do retinolu zależy od ich budowy, a najkorzystniejszą strukturą, w tym przypadku, charakteryzuje się β -karoten, który w oleju rokitnikowym wykorzystanym w eksperymencie stanowił niemal 60% karotenoidów. Zawartość retinolu w przypadku wątroby zwierząt karmionych dietą z udziałem smalcu lub oleju sojowego sięgała ok. 294 i 397 nmol/g, co ze względu na zmienność osobniczą nie różnicowało obu wariantów, ale wartości te były statystycznie różne od zbadanych w wariancie, w którym wykorzystano olej rokitnikowy (553 nmol/g). Stężenie zestryfikowanej formy retinolu sięgało ok. 147, 180 i 190 nmol/g i z uwagi na zmienność w grupach warianty te nie różniły się istotnie.

Publikacja P1 „Chemical composition of *Pinus sibirica* nut oils” opublikowana została w 2009 r. w czasopiśmie *European Journal of Lipid Science and Technology* ($IF=1,381$; $MNiSW_{2016} - 25$ pkt.) i była od tego czasu 11rotnie cytowana. Praca wniosła do nauki wiedzę ogólną dotyczącą charakterystyki chemicznej nieopisanych wcześniej olejów tłoczonego i ekstrahowanego, z nasion sosny syberyjskiej. Okazało się, że w znacznym stopniu różnią się one od olejów z innych gatunków sosny wcześniej opisywanych w literaturze przez różnych autorów.

Publikacja P2 „Bioactive compounds in unsaponifiable fraction of oils from unconventional sources” opublikowana została w 2011 r. w czasopiśmie *European Journal of Lipid Science and Technology* ($IF=1,733$; $MNiSW_{2016} - 25$ pkt.) i była od tego czasu 18rotnie cytowana. Praca wniosła do nauki wiedzę ogólną dotyczącą cech jakościowych olejów tłoczonych na zimno oraz zawartości w nich składników bioaktywnych. Na potrzeby badań opisanych w publikacji opracowałem metodę oznaczania skwalenu techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Opracowana metoda jest modyfikacją metody analizy triacylogliceroli, którą opracowałem podczas realizacji badań do pracy doktorskiej.

Publikacja P3 „Improving the stability of cold-pressed oils by their enrichment in sea-buckthorn oil” opublikowana została w 2016 r. w czasopiśmie *Polish Journal of Natural Sciences* ($MNiSW_{2016} - 14$ pkt.). Praca wniosła do nauki wiedzę o skuteczności utrwalania tłoczonych na zimno olejów amarantusowego i dyniowego dodatkiem oleju rokitnikowego jako bogatego źródła składników bioaktywnych. Skuteczność maksymalnego dodatku oleju rokitnikowego była podobna w przypadku obydwu utrwalanych olejów. Jego dodatek w wysokości 12% spowodował względne utrwalenie produktu o około 16,5%.

Publikacja P4 „Sea-buckthorn oil in vegetable oils stabilization” opublikowana została w 2016 r. w czasopiśmie *Italian Journal of Food Science* ($MNiSW_{2016} - 15$ pkt.) i była od tego czasu 3rotnie cytowana. Praca rozszerza wiedzę o skuteczności stosowania dodatku oleju rokitnikowego w celu utrwalania tłoczonych na zimno olejów bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe. W pracach P3 i P4 potwierdzono także, że na stabilność oksydacyjną olejów silniejszy wpływ ma zawartość naturalnych przeciwutleniaczy frakcji niezmydlającej niż podatność olejów na utlenianie wynikająca ze składu kwasów tłuszczowych.

Publikacja P5 „Fatty acid profile in liver and adipose tissue and accumulation of retinol, its esters and α -tocopherol in liver as a result of feeding rats with sea-buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) oil.” opublikowana została w 2017 r. w czasopiśmie *Plant Foods for Human Nutrition* ($MNiSW_{2016} - 35$ pkt.). Praca poszerza wiedzę prezentowaną w publikacjach P3 i P4

wyjaśniając efekt żywienia jaki osiągnięty zostanie w wyniku spożycia olejów utrwalałych dodatkiem oleju rokitnikowego. Przedstawione w pracy wyniki badań potwierdzają korzystny wpływ suplementacji diety olejem rokitnikowym na stężenie α -tokoferolu oraz retinolu w tkance wątroby a także wpływ na kompozycję kwasów tłuszczowych tej tkanki i tłuszczu zapasowego (wzrost m.in. udziału kwasu palmitooleinowego).

Podsumowanie:

Ciągle zainteresowanie olejami roślinnymi pozyskiwanymi z surowców bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe lub bioaktywne składniki frakcji niezmydlającej się sprawia, że oleje te produkowane są z coraz szerszej gamy surowców. Poszukiwane są źródła olejów o unikatowym składzie determinującym również unikatowe właściwości odżywcze i zdrowotne. Pomijając kwestię rozsądnej suplementacji diety tymi olejami i osobnicze zapotrzebowanie na poszczególne składniki, ważną kwestią jest jakość spożywanych olejów. Wysoki stopień nienasyceń sprawia, że oleje takie stają się niezwykle podatne na utlenianie, którego produktami mogą być związki o szkodliwym wręcz działaniu na organizm człowieka. Dlatego tak istotnym jest poznanie dokładnej charakterystyki składników bioaktywnych frakcji niezmydlającej olejów, jak też oszacowanie możliwości wykorzystania naturalnych surowców do zabezpieczania olejów przed utlenianiem. Spośród badanych olejów olej pozyskany z miąższu owoców rokitnika charakteryzuje się największym potencjałem jako składnik mieszanin zwiększający stabilność oksydacyjną mniej trwałych olejów. Badania zrealizowane na grupie olejów o zróżnicowanym składzie kwasów tłuszczowych oraz składników frakcji niezmydlającej się potwierdzają, że olej rokitnikowy może być traktowany jako naturalna alternatywa dla dodawania sztucznych lub izolowanych z innych surowców przeciwutleniaczy. O ile ekstrakty roślinne lub izolaty naturalnych przeciwutleniaczy muszą być wprowadzone do utrwalałego oleju z pokonaniem problemu ich rozpuszczania, to w przypadku oleju rokitnikowego wszystkie jego składniki stanowią jednorodny roztwór w fazie tłuszczowej. W badaniach odpowiedziano również na pytanie o wpływ wzbogacania olejem rokitnikowym na organizm. Na przykładzie zwierząt doświadczalnych zaobserwowano wpływ dodatku oleju rokitnikowego na kompozycję kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego i lipidów wątroby. Jednocześnie stwierdzono, że olej rokitnikowy dzięki wysokiej zawartości α -tokoferolu i karotenoidów (głównie β -karotenu) przyczynia się do wzrostu stężenia witamin A i E w tkance wątroby.

Reasumując, efektem badań realizowanych w ramach prezentowanego osiągnięcia naukowego było stwierdzenie, że:

- Charakterystyczny skład bioolejów decyduje o ich wartości biologicznej, ale też wpływa na ich stabilność oksydacyjną. Wysoka wartość bioolejów kojarzona była zwykle z zawartością kwasu γ -linolenowego (C18:3,n-6), jednak niektóre niekonwencjonalne surowce w swym składzie zawierają również inne rzadko spotykane kwasy tłuszczowe np. z rodziny n-3, n-7 oraz cykliczne. Przeprowadzone badania wskazują także na duże zróżnicowanie bioolejów pod względem zawartości bioaktywnych składników takich jak tokoferole, sterole, skwalen, związki fenolowe, karotenoidy.
- Istnieje możliwość wykorzystania oleju rokitnikowego w utrwalaaniu bioolejów. Olej ten jest bogatym źródłem przeciwutleniaczy, takich jak karotenoidy i tokoferole, oraz steroli. Tworzenie takich kompozycji olejów pozwala na wyeliminowanie konieczności stosowania syntetycznych przeciwutleniaczy, jednocześnie zwiększając wartość żywieniową utrwalaanych w ten sposób olejów. Wykazano, że na efektywność utrwalaania tą metodą ma wpływ skład chemiczny utrwalaanego biooleju.
- Suplementacja żywności przeciwutleniaczami w ich naturalnej kompozycji obecnej w oleju rokitnikowym pozytywnie wpływa na ich retencję w tkankach zwierząt doświadczalnych. Z tego względu wzbogacanie bioolejów olejami bogatymi w naturalne przeciwutleniacze oprócz podniesienia wartości technologicznej – przedłużenia trwałości produktu, może być dobrym sposobem suplementacji tymi składnikami diety – podniesienia wartości odżywczej produktu.

Literatura:

1. Alabdulkarim B, Bakeet ZAN, Arzoo S. Role of some functional lipids in preventing diseases and promoting health. *J. King. Saud. Univ. - Sci.* 2012;24(4):319–329.
2. Codex Alimentarius, 2005, Codex standard for named vegetable oils CX – STAN 210: 1– 13.
3. Gleissman H., Johnsen JL., Kogner P. Omega-3 fatty acids in cancer, the protectors of good and the killers of evil? *Exp. Cell Res.* 2010;316:1365-1373.
4. Guil-Guerrero JL. Stearidonic acid (18:4n-3): Metabolism, nutritional importance, medical uses and natural sources. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2007;109(12):1226–1236.
5. Iburguren M., López DJ., Escribá PV. The effect of natural and synthetic fatty acids on membrane structure, microdomain organization, cellular functions and human health. *Biochim. Biophys. Acta* 2014;1838:1518-1528.
6. Kapoor R, Nair H. Gamma Linolenic Acid Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley & Sons, Inc.; 2005.

7. Khan MA, Shahidi F. Effects of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of borage and evening primrose triacylglycerols. *Food Chem.* 2001;75(4):431–437.
8. Kuhnt K, Degen C, Jaudszus A, Jahreis G. Searching for health beneficial n-3 and n-6 fatty acids in plant seeds. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2012;114(2):153-160.
9. Lee JM, Lee H, Kang S, Park WJ. Fatty Acid Desaturases, Polyunsaturated Fatty Acid Regulation, and Biotechnological Advances. *Nutrients.* 2016;8(1):23. doi:10.3390/nu8010023.
10. Łoźna K., Kita A., Styczyńska M., Biernat J. Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2012;93(4):871-875.
11. Melo RB, de Barros Silva PG, Oriá RB, Melo JU de S, da Silva Martins C, Cunha AM, et al. Anti-inflammatory effect of a fatty acid mixture with high ω -9: ω -6 ratio and low ω -6: ω -3 ratio on rats submitted to dental extraction. *Arch. Oral. Biol.* 2017;74:63–68.
12. Ravi Kiran C, Sasidharan I, Soban Kumar DR, Sundaresan A. Influence of natural and synthetic antioxidants on the degradation of Soybean oil at frying temperature. *J. Food Sci. Technol.* 2015;52(8):5370-5375.
13. Santos, Fernando Sergio Dumas dos, Souza, Leticia Pumar Alves de, Siani, Antonio Carlos. Chaulmoogra oil as scientific knowledge: the construction of a treatment for leprosy. *Hist. Cienc. Saude. Manguinhos.*, 2008;15(1): 29-46.
14. Sengupta, A., Gupta, J. K., Dutta, J. and Ghosh, A. The component fatty acids of chaulmoogra oil. *J. Sci. Food Agric.*, 1973;24:669–674.
15. Shahidi F, Zhong Y. Antioxidants: Regulatory Status. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products.* John Wiley & Sons, Inc.; 2005.
16. Sherry, CL, Oliver JS., Marriage BJ. Docosahexaenoic acid supplementation in lactating women increases breast milk and plasma docosahexaenoic acid concentrations and alters infant omega 6:3 fatty acid ratio. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fat. Acids*, 2015;95:63-69.

6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Działalność naukowa przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych

Podczas swej pracy naukowej w trakcie realizacji pracy doktorskiej miałem okazję uczestniczyć w badaniach związanych z wpływem sposobu wydobywania oleju z nasion na skład chemiczny i stabilność oksydacyjną bioolejów, analizowałem zmienność składu chemicznego olejów pozyskiwanych z orzecha włoskiego w zależności od lokalizacji uprawy, gdzie 29 prób pochodziło z upraw w różnych rejonach Polski, Białorusi, Mołdawii i Uzbekistanu. Kierując swoje zainteresowania badawcze w stronę surowców mniej znanych analizowałem skład chemiczny owoców rokitnika, w sposób szczególnie analizując hydro- i lipofilne składniki o właściwościach przeciwutleniających, a wśród nich karotenoidy, których owoce te są niezwykle bogatym źródłem. Interakcje karotenoidów ze składnikami błonnika

pokarmowego analizowałem na przykładzie marchwi poddawanej zabiegom obróbki hydrotermicznej. Wymienione efekty mojej pracy naukowej były bliskie tematyce pracy doktorskiej poświęconej charakterystyce biooleju z nasion żmijowca oraz owoców różnych odmian rokitnika i oleju z nich pozyskanego.

Prócz wyżej wymienionych badań brałem udział w badaniach charakteryzujących nasiona amarantusa jako surowca do produkcji napojów funkcjonalnych, analizowałem zależność składu białek pszenicy od wielkości ziarniaków, a także wpływ nawożenia na skład chemiczny nasion. W tym czasie brałem udział jako wykonawca w dwu grantach finansowanych ze środków Komitetu Badań Naukowych. Pierwszy z nich, pt.: *Przewidywanie wartości wypiekowej mąki i bezpieczeństwa zdrowotnego pieczywa w funkcji profilu lipidowego ziarna pszenicy* (Nr 3 P06T 086 22) zakończył się w 2005 r., a kierownikiem projektu była Pani dr inż. Iwona Konopka. Drugi z nich to grant zamawiany pt.: *Identyfikacja i sposoby przeciwdziałania toksyczności i alergenicności białek ważnych roślin uprawnych* (Nr PBZ-KBN-097/P06/2003), który uzyskaliśmy w 2004 r. i kontynuowany był do 2008 r. Koordynatorem tego projektu była Pani prof. dr hab. inż. Łucja Fornal.

Opisana powyżej część mojej aktywności naukowej została opublikowana w dwu publikacjach z listy A (zał. 3 poz. 1.1, 1.2), sześciu publikacjach z listy B (zał. 3 poz. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6), trzech publikacjach w czasopiśmie niewymienionych w wykazie MNiSW₂₀₁₆ (zał. 3 poz. 3.1, 3.2, 3.3) oraz dwunastu doniesieniach naukowych (zał. 3 poz. 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 7.10, 7.11, 7.12).

Działalność naukowa po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych

Surowce olejarskie i oleje jako źródło składników bioaktywnych – charakterystyka fizykochemiczna, stabilność oksydacyjna oraz możliwości ich utrwalania i wykorzystania

W okresie mojej dalszej pracy naukowej rozszerzałem zakres badań związanych z moimi zainteresowaniami skierowanymi w kierunku związków bioaktywnych. Po obronie pracy doktorskiej biooleje pozostały w obszarze moich zainteresowań, jednak w znacznie szerszym zakresie. Zainteresowanie owocami rokitnika oraz olejem zawartym w ich miąższu sprawiło, że po doktoracie zdobyte doświadczenia przyczyniły się do złożenia wniosku o projekt do MNiSW. Wniosek ten, pt.: *Opracowanie bezodpadowej technologii przetwarzania owoców rokitnika (*Hippophaë rhamnoides L.*) oraz ocena właściwości bioaktywnych otrzymanych produktów* (Nr N N312 170939), został zaopiniowany pozytywnie, a funkcję kierownika grantu

pełnił Pan prof. dr hab. inż. Ryszard Zadernowski. W granice tym pełniłem funkcję wykonawcy, a jego efektem było opracowanie technologii przetwarzania owoców rokitnika w sposób pozwalający efektywnie zagospodarować cenne składniki zarówno oleju jak i hydrofilnej frakcji owoców. Prócz publikacji i doniesień na konferencjach uzyskano również ochronę patentową na „*Sposób otrzymywania liposomów z owoców rokitnika*” (nr patentu nr. P406658) oraz powstała praca doktorska pt.: „*Owoce rokitnika (Hippophae rhamnoides L.) jako źródło substancji biologicznie aktywnych*” pani dr inż. Beaty Piłat, w której funkcję promotora pełnił Pan prof. dr hab. inż. Ryszard Zadernowski.. W tym samym czasie, tj. w latach 2010-2013, pełniłem funkcję wykonawcy w projekcie pt.: *Kształtowanie mikrostruktury i fizycznych właściwości mikrokapsulek bioolejów roślinnych* (Nr N N312 214539), w którym funkcję kierownika pełniła Pani dr hab. inż. Lidia Zander, prof. UWM. W projekcie tym analizowałem jakość olejów mikrokapsułkowanych techniką suszenia rozpryskowego, a zdobyte w ten sposób doświadczenia utwierdzały mnie w przekonaniu o konieczności prowadzenia dalszych badań nad sposobami zwiększania stabilności oksydacyjnej olejów.

Zagadnienie szeroko pojętej jakości olejów roślinnych, a w szczególności olejów bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe, jest tematem badań wielu zespołów na całym świecie. Podatność tych olejów na utlenianie sprawia wiele problemów w ich produkcji i dystrybucji, a zwiększanie dostępności olejów charakteryzujących się wysokim stopniem nienasyceń kwasów tłuszczowych służy poprawie kondycji zdrowia społeczeństwa. W tej części mojej działalności starałem się wykorzystać najnowsze zdobycze nauki w celu rozwiązania problemów natury praktycznej. Poszerzając wiedzę na temat składu i właściwości olejów otrzymywanych z różnych surowców olejarskich oraz budowę poszczególnych struktur chemicznych gromadziłem dane pozwalające na skuteczne planowanie produkcji, wykrywanie zafałszowań oraz ocenę potencjalnej stabilności oksydacyjnej olejów. W omawianym okresie uczestniczyłem między innymi w badaniach charakteryzujących oleje i tłuszcze mleczne pod względem budowy triacylogliceroli oraz zawartości składników frakcji niezmydlającej, co skutkowało pracami nad możliwością wykrywania zafałszowań olejów i tłuszczów. Efektem tych badań były prace opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych oraz przygotowany wniosek o grant ze środków Narodowego Centrum Nauki (projekt nie uzyskał finansowania).

Ponadto, realizowałem badania mające na celu ocenę zawartości składników frakcji niezmydlającej olejów oraz składu kwasów tłuszczowych pod kątem ich wartości dla konsumenta i trwałości. Biorąc pod uwagę różne mechanizmy indukowania utleniania

olejów prowadziłem badania nad wpływem kompozycji kwasów tłuszczowych oraz zawartości składników rozpuszczonych w olejach (pro- i przeciwutleniaczy) na stabilność oksydacyjną olejów. Stwierdziłem duże zróżnicowanie składu i stabilności olejów w zależności od gatunku surowca oraz w jego obrębie a także powodowaną zastosowaniem różnych technik i metod pozyskiwania. W swoich badaniach z sukcesem analizowałem możliwość frakcjonowania olejów, np. z zastosowaniem ekstrakcji płynami w stanie nadkrytycznym (SFE-CO₂). Wyniki moich badań dowiodły, że stosując tą metodę do otrzymywania oleju amarantusowego możliwe jest otrzymanie oleju o szczególnie wysokiej koncentracji składników bioaktywnych (skwalenu i tokoferoli). Powyższa tematyka badań realizowana była m.in. w ramach projektu badawczego-własnego pt.: „*Charakterystyka wybranych terpenoidów jako bioaktywnych substancji pochodzenia roślinnego oraz ich wykorzystanie do stabilizacji olejów*” (nr projektu: N N312 466340), w którym pełniłem funkcję kierownika projektu w latach 2011-2014. Z uwagi na fakt, że zagadnienie utleniania olejów należy rozpatrywać już od surowca, w którym się on znajduje i momentu jego obróbki zajmowałem się również, jako promotor pomocniczy w przewodzie doktorskim dr inż. Beaty Roszkowskiej, opracowaniem i optymalizacją warunków pozyskiwania oleju ze świeżych nasion dyni metodą maceracji enzymatycznej i separacji oleju metodą wirowania. Olej otrzymany w ten sposób nie tylko charakteryzuje się wysoką zawartością składników bioaktywnych (w porównaniu do tłoczonego lub ekstrahowanego rozpuszczalnikami organicznymi), ale też nie jest narażony na obecność pozostałości rozpuszczalników organicznych stosowanych do ekstrakcji.

Analiza wpływu sposobu pozyskiwania, przechowywania, mikrokapsułkowania oraz wzbogacania olejów na ich stabilność oksydacyjną pozwoliła na dokonanie oceny czynników wpływających na ich wartość. Oleje szczególnie cenne pod względem zawartości składników bioaktywnych (np. skwalen w oleju amarantusowym) posłużyły również w badaniach żywieniowych, których wyniki udowodniły wpływ spożycia oleju na organizm karmionych nim zwierząt doświadczalnych.

Opisana powyżej część mojej aktywności naukowej została opublikowana w siedmiu publikacjach z listy A (zał. 3 poz. 1.3, 1.10, 1.11, 1.13, 1.17, 1.20, 1.23), siedmiu publikacjach z listy B (zał. 3 poz. 2.9, 2.10, 2.14, 2.17, 2.19, 2.20, 2.21), jednego rozdziału w monografii w języku polskim (zał. 3 poz. 5.1) oraz trzydziestu doniesieniach naukowych (zał. 3 poz. 7.15, 7.16, 7.22, 7.25, 7.26, 7.27, 7.29, 7.30, 7.31, 7.33, 7.34, 7.35, 7.40, 7.43, 7.44, 7.46, 7.48, 7.49, 7.50, 7.51, 7.52, 7.53, 7.55, 7.56, 7.57, 7.58, 7.60, 7.62, 7.63, 7.68, 7.69, 7.71).

Charakterystyka związków fenolowych surowców roślinnych oraz wpływ procesów przetwórczych na ich zawartość w produktach, stabilność i właściwości biologiczne

Polifenole w surowcach roślinnych to bardzo szeroka grupa związków chemicznych o bardzo różnej strukturze. Niemniej jednak, charakterystyczna budowa tych związków sprawia, że prócz fizjologicznych funkcji, jakie spełniają w roślinach, są dla nas składnikami funkcjonalnymi o szerokim spektrum zastosowania. Ich wpływ chociażby na smak i barwę produktów oraz zdolność do tworzenia kompleksów z innymi składnikami żywności sprawia, że stosowanie poszczególnych grup związków fenolowych musi być przemyślane.

Badania jakie prowadziłem w kierunku analizy związków fenolowych miały na celu charakterystykę surowców pod względem występowania poszczególnych klas polifenoli oraz aktywności przeciwutleniającej ekstraktów pozyskiwanych z badanego materiału. Zwracałem również uwagę na kompleksowe wykorzystanie surowców, dlatego też surowce do produkcji olejów rozpatrywałem też jako źródło hydrofilnych związków o właściwościach przeciwutleniających. Badania, które przeprowadziłem pozwoliły scharakteryzować nasiona żmijowca i amarantusa jako źródło związków fenolowych ze szczególnym uwzględnieniem kwasów fenolowych, które analizowałem jako formy wolne oraz w strukturach estrów i glikozydów. Badania te w połączeniu z analizą właściwości fizycznych nasion oraz składników bioaktywnych produktów z nich otrzymanych nakreśliły możliwe kierunki zagospodarowania cennego surowca, jakim jest amarantus. Wytworzone z nich produkty (płatki i nasiona ekspandowane) oceniono pod względem zmian kompozycji kwasów fenolowych, ale też składników odżywczych, mineralnych oraz lipidowych.

Moje zainteresowania zawodowe w tym zakresie nie koncentrowały się jedynie na związkach fenolowych nasion. Duże zróżnicowanie jakościowe i ilościowe związków fenolowych owoców i warzyw czyni tę grupę surowców bardzo wartościowym ich źródłem. Korzystny wpływ spożycia naturalnych przeciwutleniaczy, jakimi są też związki fenolowe, jest w literaturze szeroko udowodnione. W swoich badaniach analizowałem między innymi skład związków fenolowych owoców i warzyw ze szczególnym uwzględnieniem surowców, w których skład ten nie został jeszcze poznany (np. kwasy fenolowe owoców *Garcinia mangostana*, owoców *goji*). W przypadku owoców truskawki, której Polska jest jednym z największych producentów, analizowałem skład chemiczny owoców ze szczególnym uwzględnieniem odmianowej zmienności zawartości związków fenolowych, w tym antocyjanów i kwasu elagowego. Zawartość tego kwasu w skrajnych przypadkach różniła się ponad dwukrotnie. Uwzględniając, że doświadczenie uprawowe prowadzone było

w zbliżonych warunkach glebowo-klimatycznych i stosowano takie same zabiegi agrotechniczne wysunięto wniosek, że zawartość tego kwasu w owocach jest charakterystyczna dla danej odmiany.

Z kolei analiza soków handlowych zawierających sok winogronowy oraz winogronowych pozwoliła scharakteryzować te produkty jako źródło związków fenolowych ze szczególnym uwzględnieniem obecności w nich rezweratrolu. Związek ten, któremu przypisuje się korzystne oddziaływanie na organizm człowieka oznaczono w jednym z czterech badanych win oraz soku z czerwonych winogron. Dane literaturowe potwierdzają duże zróżnicowanie zawartości rezweratrolu w winogronach, gdzie w uprawach intensywnych może on nawet nie występować, a największe jego stężenia obserwowano w winogronach z upraw ekologicznych, gdzie związek ten jest częścią mechanizmu obronnego rośliny.

Badania charakteryzujące marchew czarną ukierunkowane były na określenie składu chemicznego korzenia przy szczególnym uwzględnieniu ilościowej i jakościowej analizy antocyjanów. Uzyskane wyniki wskazują ten surowiec jako bardzo bogate źródło antocyjanów w formie acyloowanej kwasami fenolowymi, które to struktury w określonych warunkach cechują się wysoką stabilnością oksydacyjną. W eksperymencie badałem również wpływ wybranych czynników, jakie mogą wpływać na barwniki antocyjanowe w procesie przetwórczym. Wyniki eksperymentu pozwalają stwierdzić, że największe straty antocyjanów następują w trakcie zamrażalniczego przechowywania korzenia marchwi po jego przetarciu. Obniżenie pH do 2 pozwala w znacznym stopniu zachować te składniki.

Antocyjany acylowane były również tematem badań, w których trzy odmiany kapusty czerwonej poddano charakterystyce pod kątem zawartości antocyjanów, ich stabilności oraz aktywności przeciwutleniającej. Zaobserwowano w tym przypadku istotną zmienność odmianową zarówno w zawartości antocyjanów jak i wzajemnych proporcji między poszczególnymi związkami tej grupy. Podobne zróżnicowanie w stabilności antocyjanów zaobserwowano podczas przechowywania w temperaturze chłodniczej oraz w stanie zamrożonym. Wyniki zrealizowanych eksperymentów pozwalają na stwierdzenie, że dobór odpowiedniej odmiany czerwonej kapusty ma dla przetwórstwa duże znaczenie. Spośród badanych odmian najkorzystniejszymi cechami charakteryzowała się odmiana „Haco POL”, której antocyjany były najbardziej stabilne, a jej ekstrakt odznaczał się najwyższym potencjałem przeciwutleniającym.

Niekorzystny wpływ przetwórstwa na antocyjany można minimalizować dobierając w odpowiedni sposób stosowane zabiegi technologiczne. W kolejnych pracach z moim udziałem opisane zostały badania nad wpływem obróbki technologicznej na wydajność procesu

przetwórczego oraz zawartość związków fenolowych i aktywność przeciwutleniającą soków owoców jagodowych. W pracach wskazano, że odpowiedni dobór preparatów enzymatycznych w połączeniu z obróbką termiczną pozwala osiągnąć wysoką wydajność soku z owoców jagodowych przy jednoczesnym większym wydobyciu związków fenolowych niż ma to miejsce przy zastosowaniu jedynie obróbki termicznej.

Produkt uboczny sokownictwa, jakim są wytloki owocowe, to w Polsce duży problem ilościowy. Wytloki owoców kolorowych przy zastosowaniu odpowiedniej technologii mogą stanowić cenne źródło barwników antocyjanowych lub mogą stanowić wartościowy dodatek w produkcji żywności. W duchu tworzenia technologii bezodpadowych prowadzone były prace nad wykorzystaniem wytlóków owocowych w produkcji ciastek. W gotowym produkcie wysuszone i rozdrobnione wytloki owocowe (róży, jarzębiny, porzeczki czarnej, bzu czarnego) nie tylko stanowiły źródło błonnika pokarmowego, ale zwiększały zawartość składników bioaktywnych, w tym związków fenolowych i witaminy C.

W tematyce związków fenolowych analizowałem również właściwości przeciwutleniające owoców, zarówno tych uprawianych przemysłowo jak i dziko rosnących oraz możliwości wpływania na zawartość tych składników na etapie wzrostu rośliny.

Opisana powyżej część mojej aktywności naukowej została opublikowana w ośmiu publikacjach z listy A (zał. 3 poz. 1.5, 1.6, 1.8, 1.9, 1.14, 1.15, 1.16, 1.19), ośmiu publikacjach z listy B (zał. 3 poz. 2.7, 2.8, 2.11, 2.12, 2.13, 2.15, 2.16, 2.18), jednej publikacji w czasopiśmie niewymienionym w wykazie MNiSW₂₀₁₆ (zał. 3 poz. 3.4) oraz dwudziestu doniesieniach naukowych (zał. 3 poz. 7.13, 7.14, 7.17, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.24, 7.28, 7.32, 7.36, 7.37, 7.38, 7.39, 7.41, 7.42, 7.45, 7.47, 7.54, 7.61).

Inne publikacje i doniesienia powstałe w związku z realizacją zainteresowań i współpracy analitycznej

W omawianym okresie kontynuowany był projekt dotyczący charakterystyki białek pszenicy. Podczas jego realizacji uczestniczyłem w pracach analitycznych, w których wskazywałem na zmienność składu frakcji białkowej ziarniaków w zależności od ich wielkości.

Większość z pozostałych doniesień dotyczyła charakterystyki i oceny możliwości przemysłowego wykorzystania surowców mniej popularnych, takich jak nasiona amarantusa, owoce rokitnika, biały burak ćwikłowy, dynia. Prezentowałem m.in. opracowania kompozycji soków przecierowych z udziałem soku rokitnikowego, soków przecierowych na bazie białego buraka ćwikłowego z dodatkiem owoców warzyw i ziół. Wyniki prac potwierdzają możliwość

wykorzystania tych surowców jako komponenty nowych produktów. Owoce rokitnika posłużyły również do otrzymania soku i koncentratu, których charakterystyka prezentowana była na konferencji „*Seabuckthorn - emerging technologies for health protection and environmental conservation*”.

Realizowane badania nowych odmian dyni bezłupinowej ukierunkowane były na charakterystykę białek nasion oraz karotenoidów ich miąższu. Poruszana problematyka jest o tyle istotna, że zwiększające się zapotrzebowanie na olej dyniowy powoduje również wzrost produktu ubocznego, jakim są częściowo odtłuszczone nasiona oraz miąższ dyni. Określenie zawartości składników tych półproduktów może być przydatne w projektowaniu bezodpadowych technologii ich przetwórstwa.

We współpracy z zespołami badawczymi innych ośrodków naukowych analizowałem również możliwość wykorzystania estrów metyloowych kwasów tłuszczowych olejów jadalnych jako składnika preparatu o działaniu herbicydowym. W połączeniu z aktywnymi olejkami eterycznymi konopi i mięty estry te wykazywały efekt fitotoksyczny, podczas gdy podane osobno nie szkodziły testowanym roślinom. Z kolei uczestnicząc w innych badaniach analizowałem skuteczność różnych mikroorganizmów zasiedlających pszenicę w biodegradacji fungicydu propikonazol, czy też skład chemiczny wierzby paszowej.

Moje zainteresowania związane z aktywnością przeciwutleniającą badanych związków oraz analityką skłoniły mnie m.in. do napisania opracowania przeglądowego na temat metod analizy aktywności przeciwutleniającej poszczególnych związków i ich mieszanin. W pracy tej, opublikowanej jako rozdział w monografii anglojęzycznej, zawarłem przegląd metod analizy aktywności przeciwutleniającej wykorzystujących techniki chromatograficzne.

Opisana powyżej część mojej aktywności naukowej została opublikowana w dwu publikacjach z listy A (zał. 3 poz. 1.4, 1.21), jednym rozdziale w monografii polskojęzycznej (zał. 3 poz. 5.3), jednym rozdziale w monografii anglojęzycznej (zał. 3 poz. 6.1) oraz dziewięciu doniesieniach naukowych (zał. 3 poz. 7.23, 7.55, 7.56, 7.59, 7.64, 7.65, 7.66, 7.67, 7.70).

7. Podsumowanie pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Działalność naukowa

Podczas swej pracy naukowej odbyłem pięciomiesięczny staż naukowy w University of British Columbia w Vancouver w Kanadzie i kilka krótkoterminowych krajowych staży

naukowych na uczelniach (Akademia Rolnicza we Wrocławiu – obecnie Uniwersytet Przyrodniczy, Akademia Rolnicza w Poznaniu – obecnie Uniwersytet Przyrodniczy, SGGW w Warszawie, Politechnika Gdańska) oraz staży w zakładach produkcyjnych (PPHU Manta w Niszczycach, Doradca Komplex sp. z o.o. w Korpelach). Brałem udział w realizacji pięciu grantów KBN, MNiSW i NCN, oraz jednego projektu współfinansowanego ze środków Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013. W jednym z projektów byłem kierownikiem (NCN), a w pozostałych wykonawcą. Wyniki prac publikowałem między innymi w 24 czasopismach, w tym w 14 wymienionych na liście A wykazu MNiSW. Wyniki moich badań były również prezentowane na konferencjach polskich i zagranicznych (Austria, Białoruś, Czechy, Francja, Indie, USA). Wyrazem mojej rozpoznawalności jako naukowca jest wysoka cytowalność moich prac oraz liczne zaproszenia od redaktorów czasopism naukowych do recenzowania publikacji. Dotychczas wykonałem 57 recenzji manuskryptów publikacji dla 13 czasopism naukowych zamieszczonych na liście JCR oraz jednej monografii.

Na międzynarodowym spotkaniu PolSCA Meeting/PolSCA Seminars organizowanym przez Polish Science Contact Agency-PolSCA w Brukseli (Belgia) wygłosiłem wykład nt. „*Unconventional plant oils – health and economy*”. Intensywnie współpracuję też z innymi ośrodkami naukowymi, m.in. z Katedrą Agrotechniki i Ekologii Rolniczej Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, z Zakładem Oceny Jakości Żywności Katedry Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie, oraz z otoczeniem gospodarczym m.in. z takimi zakładami jak: „Fitnes Natura” – Międzyrzecze, „For Taste” sp. z o.o., Zentis Polska Sp. z o.o., Zakłady Spożywcze „Bona” sp. z o.o., „Torseed” S.A. w Toruniu, „Manta” Zakład Przetwórstwa Ryb w Niszczycach, „Largentic Katarzyna Zuba” w Lublinie, „AG Feeding” sp. z o.o. w Gdyni, „Spółdzielnia Mleczarska Mlekovita” Wysokie Mazowieckie.

Od kilkunastu lat rozwijam i opiekuję się pracownią chromatograficzną znajdującą się w mojej macierzystej Katedrze. Jako ekspert w dziedzinie chromatografii, prowadziłem szkolenia na zlecenie: Tymbark S.A oddział w Olsztynku, Simplement sp. z o.o. w Starych Babicach, Intertek Poland sp. z o.o. w Warszawie zakład w Helenowie. Ponadto wykonałem wiele analiz surowców i produktów oraz konsultacji na zlecenie zakładów przemysłu spożywczego.

Byłem promotorem pomocniczym w zakończonym z sukcesem przewodzie doktorskim pt. „Doskonalenie metody otrzymywania oleju z nasion dyni z uwzględnieniem wydajności procesu i jakości produktu końcowego” pani dr inż. Beaty Roszkowskiej, w którym funkcję promotora pełniła Pani dr hab. inż. Iwona Konopka, prof. UWM. Publiczna obrona pracy

doktorskiej odbyła się 5 lutego 2016 r. Obecnie jestem promotorem pomocniczym w kolejnym postępowaniu na stopień doktora Pana mgr inż. Grzegorza Dąbrowskiego, w którym funkcję promotora pełni Pani dr hab. inż. Iwona Konopka, prof. UWM.

W bieżącym roku pełniłem funkcję opiekuna naukowego Prof. Amal Ahmed Mohamed Hassan z Akademii Badań Naukowych i Technologii Arabskiej Republiki Egiptu (ASRiT), która odbywała w naszej Katedrze miesięczny staż naukowy.

Działalność dydaktyczna

W czasie mojego zatrudnienia prowadziłem zajęcia dla studentów Wydziału Nauki o Żywności, Wydziału Nauk Medycznych, Wydziału Bioinżynierii Zwierząt oraz Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa łącznie na siedmiu kierunkach studiów oraz na kierunku zamawianym. Opracowałem i prowadziłem wykłady z 9 przedmiotów oraz ćwiczenia z 19 przedmiotów dla studentów różnych kierunków studiów oraz seminaria i konwersatoria. Byłem promotorem 36 prac dyplomowych. Organizowałem i kierowałem stażem naukowym sześciu słuchaczy studiów doktoranckich: mgr inż. Anny Smętek z Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, mgr inż. Katarzyny Kucharskiej, mgr inż. Anny Dziedzic, mgr inż. Emilii Mikulewicz, mgr inż. Artura Dobrowolskiego i mgr inż. Małgorzaty Głosek-Sobieraj z Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, UWM w Olsztynie. Jako koordynator działań wynikających z porozumienia o współpracy prowadziłem w latach 2015 i 2016 warsztaty "Rozdzielanie substancji" oraz "Fermentacje-biochemiczne przemiany żywności" dla uczniów II Liceum Ogólnokształcącego w Zespole Szkół nr 2 im. Jana Pawła II w Działdowie.

Działalność organizacyjna

Aktywnie uczestniczę w życiu uczelni i wydziału. Od 2001 r. dziewięciokrotnie byłem członkiem Komisji Rekrutacyjnej. W latach 2008 – 2012 byłem opiekunem roku studentów na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka. Ponadto od roku 2007 jestem członkiem Rady Wydziału Nauki o Żywności, w kadencji 2008-2012 byłem członkiem Wydziałowej Komisji Oceniającej Nauczycieli Akademickich, Wydziałowej Komisji Rozwoju i Finansów oraz Wydziałowej Komisji Skrutacyjnej. W kadencji 2012-2016 byłem członkiem Wydziałowej Komisji ds. Infrastruktury, Wydziałowej Komisji Skrutacyjnej, Uczelnianej Komisji Bezpieczeństwa i Higieny Pracy oraz Wydziałowego Zespołu ds. Podwyżek Projakościowych. W obecnej kadencji (2016 – 2020) jestem członkiem Wydziałowej Komisji Oceniającej Nauczycieli Akademickich, Wydziałowej Komisji ds. Konkursów, Wydziałowej

Komisji Kadrowej, Wydziałowego Zespołu ds. Podwyżek Projakościowych, Uczelnianej Komisji Bezpieczeństwa i Higieny Pracy, Uczelnianej Komisji Mieszkaniowej oraz pełnię funkcję Koordynatora Wydziałowej Sieci Informatycznej. Od początku zatrudnienia jestem członkiem ZNP przy Wydziale Nauki o Żywności UWM w Olsztynie a od 2007 r. pełnię funkcję przewodniczącego Oddziału ZNP na Wydziale.

Od 2013 r. jestem także członkiem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności a od 2017 r. pełnię funkcję skarbnika w Zarządzie Oddziału Olsztyńskiego PTTŻ.

Jako vice-przewodniczący Komitetu Organizacyjnego współorganizowałem VII Ogólnopolską Konferencję Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw, która odbyła się w Olsztynie w dniach 9 – 10 czerwca 2014 r.

Moja aktywność naukowa i organizacyjna została wyróżniona nagrodami JM Rektora UWM w Olsztynie, za osiągnięcia w dziedzinie naukowej (2010, 2015, 2016) i organizacyjnej (2012 i 2014). Odznaczony zostałem również Medalem Brązowym za Długoletnią Służbę (2013) oraz Złotą Odznaką ZNP (2014).

8. Wartość naukowa dorobku publikacyjnego na dzień 16.10.2017

Mój dotychczasowy dorobek naukowy obejmuje **124** pozycje, w tym:

- oryginalne prace twórcze: **53** (w tym **24** opublikowano w czasopismach z IF w roku wydania);
 - liczba publikacji w czasopismach z listy A wykazu MNiSW₂₀₁₆: **23**
 - liczba publikacji w czasopismach z listy B wykazu MNiSW₂₀₁₆: **22**
 - liczba rozdziałów w monografiach: **4** (1 w języku angielskim)
 - liczba publikacji w czasopismach nie uwzględnionych w wykazie MNiSW₂₀₁₆: **4**
- komunikaty naukowe (postery i wystąpienia ustne): **71**;
- punkty MNiSW zgodnie z aktualnym wykazem: **837** (w tym **610** za publikacje z listy A);
 - liczba punktów przed uzyskaniem stopnia doktora: **123**
 - liczba punktów po uzyskaniu stopnia doktora: **714** (w tym 114 za publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe)
- sumaryczny impact factor według listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania: **31,037**;
- liczba cytowań według bazy Web of Science: **257** (bez autocytowań: **237**), Scopus: **270**;
- indeks Hirscha według bazy Web of Science: **10**.

Czaplicki Sylwester