

ZAŁĄCZNIK 2

Dr inż. Małgorzata Majcher
Zakład Chemii Żywności i Analizy Instrumentalnej
Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Wydział Nauk o Żywności i Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

AUTOREFERAT

dotyczący działalności naukowo badawczej

Poznań 2015

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko:

Małgorzata Anna Majcher (nazwisko rodowe Obuchowska)

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe:

2006 – doktor nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Technologii Żywności. Tytuł pracy doktorskiej: Związki lotne generowane na drodze termicznej w ekstrudowanych produktach ziemniaczanych.

Promotor: prof. dr hab. Henryk Jeleń

2000 – dyplom inżyniera w Institute Supérieur de l'Agroalimentaire w Paryżu zakończony obroną pracy inżynierskiej.

Tytuł pracy inżynierskiej: Application of solid phase microextraction (SPME) for analysis of volatiles in soy sauce.

Promotorzy: prof. dr hab. Henry Eric Spinnler (INRA) i Ed Rosing (Unilever)

1999 – dyplom magistra inżyniera technologii żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu. Tytuł pracy magisterskiej: Wykorzystanie techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME) do analizy związków lotnych w olejach roślinnych.

Promotor: prof. dr hab. Henryk Jeleń

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Od 09.2006 adiunkt w Zakładzie Chemii Żywności i Analizy Instrumentalnej, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

04.2006 – 09.2006 pracownik naukowo techniczny w Zakładzie Koncentratów Spożywczych, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

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

4.1. Tytuł osiągnięcia:

Charakterystyka związków zapachowych, jako jednego ze wskaźników jakości produktów spożywczych, na przykładzie oscypka i wielkopolskiego sera smażonego.

4.2. Osiągnięcie stanowi jednotematyczny cykl następujących publikacji:

- 1) **Majcher M.A.**, Ławrowski P., Jeleń H. Comparison of original and adulterated oscypek cheese based on volatile and sensory profiles. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 9(3), 265-275 (2010). **Udział 80%.**

$$IF_{2010} = 0$$

$$MNiSW = 10 \text{ pkt.}$$

- 2) **Majcher M.A.**, Jeleń HH. Key odorants of oscypek, a traditional Polish ewe's milk cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (9), pp 4932–4937 (2011). **Udział 80%.**

$$IF_{2011} = 2,816$$

$$MNiSW = 45 \text{ pkt.}$$

- 3) **Majcher M.A.**, Goderska K., Pikul J., Jeleń H. Changes in volatile, sensory and microbial profiles during preparation of smoked ewe cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 8, 1416–1423, (2011). **Udział 70%.**

$$IF_{2011} = 1,36$$

$$MNiSW = 35 \text{ pkt.}$$

- 4) **Majcher M.A.**, Myszk K., Kubiak J., Jeleń H.H.. Identification of key odorants of fried cottage cheese and contribution of *Galactomyces geotrichum* MK017 to the formation of 2-phenylethanol and related rose-like aroma compounds. *International Dairy Journal* 39, 324-329, (2014). **Udział 60%.**

$$IF_{2014} = 2,297$$

$$MNiSW = 35 \text{ pkt.}$$

- 5) **Majcher M.A.**, Klensporf-Pawlik D., Kaczmarek A., Pikul J., Jeleń H.H, SPME-MS-based electronic nose as a tool for determination of authenticity of PDO cheese, oscypek. *Food Analytical Methods*, DOI: 10.1007/s12161-015-0114-x, (2015). **Udział 60%.**

$$IF_{2015} = 1,802$$

$$MNiSW = 25 \text{ pkt.}$$

- suma IF = 8,275
- suma punktów wg MNiSW = 150

Oświadczenia współautorów w/w publikacji wraz określeniem ich wkładu w powstanie pracy znajdują się w załączniku 6.

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

WPROWADZENIE

Zapach jest jednym z głównych atrybutów ocenianych przez konsumenta w czasie dokonywania akceptacji i wyboru produktu spożywczego, z tego względu jest przedmiotem badań nie tylko technologów żywności, ale również neuropsychologów czy też psychologów. Badania nad związkami zapachowymi są interesujące zarówno dla hodowców, którzy poprzez dobór odpowiednich odmian, czy też właściwe warunki hodowlane mogą wpływać na jakość surowca do produkcji. Mogą również służyć technologom, którzy chcąc zaspokoić wymagania konsumentów, będą tworzyć produkty o wysokiej jakości kontrolowanej w trakcie wytwarzania czy też przechowywania. Wreszcie związki lotne nadające tzw. obce noty zapachowe mogą stanowić parametr będący wyznacznikiem okresu trwałości produktu spożywczego, który wynika z ich powstawania w trakcie przemian enzymatycznych, chemicznych czy też mikrobiologicznych. Z tego względu otrzymanie, a następnie zachowanie optymalnego aromatu produktów spożywczych jest w interesie zarówno konsumentów jak i tworzących ich technologów.

Polskie mleczne produkty regionalne odgrywają bardzo istotną rolę w kształtowaniu tradycji i kultury naszego narodu od wielu lat. Sposób ich otrzymywania związany był początkowo w głównej mierze z potrzebą utrwalenia, a co za tym idzie przechowywania przez okres zimowy tych produktów. Jednakże obecnie są szczególnie cenione za ich niepowtarzalny smak i aromat, który jest wynikiem wykorzystywania rodzimej mikroflory oraz tradycyjnej, przekazywanej z pokolenia na pokolenie, często ręcznej techniki wytwarzania. Z chwilą rozpoczęcia badań (uzyskanie projektu badawczego na lata 2008-2011, zał.4 poz. C.2.1) istniało bardzo niewiele doniesień naukowych dotyczących analizy związków zapachowych tradycyjnych polskich produktów mlecznych. Dostępne w tym okresie publikacje dotyczą, niewątpliwie istotnych, obejmujących jednakże inne zagadnienia aspektów żywieniowych i konsumenckich najpopularniejszego polskiego sera oścypka oraz bundzu (Pakulski i in. 2006), (Borys i in. 2006) (Drożdż 2001) (Bonczar i in. 2009). W okresie realizowanego przeze mnie tematu badawczego zainteresowanie produktami regionalnymi, wyrażane liczbą publikacji w czasopismach naukowych nie tylko w Polsce ale i na świecie, znacznie się zwiększyło. Znalazło to również odbicie w odniesieniu do sera oścypka (Algeria i in. 2012, Kędzierska-Matysek i in. 2014, Kawecka i Sosin-Bzducha 2014, Berthold-Pluta i in. 2011) i wielkopolskiego sera smażonego. Mam nadzieję, że mój wkład w poznanie i opisanie zagadnień związanych z tą problematyką, wyrażony czterema publikacjami w czasopismach z listy JCR oraz artykułem w czasopiśmie *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, które wybrałam jako podstawę mojego osiągnięcia naukowego, opisanego poniżej, jest w tym obszarze zauważalny.

W skład aromatu produktów mlecznych wchodzi ponad 600 związków lotnych powstających w wyniku szeregu reakcji chemicznych i biochemicznych takich składników jak

białka, tłuszcze i cukry (Fox i in. 1995). Rezultatem tych przemian są powstałe związki należące do grup wolnych kwasów tłuszczowych, estrów, ketonów, aldehydów, alkoholi, terpenów czy laktonów. Ich drogi powstawania związane są z działaniem rodzimych enzymów znajdujących się w mleku, dodawanych do mleka enzymów koagulujących czy też enzymów pochodzenia mikrobiologicznego jak również z zastosowaniem pewnych zabiegów technologicznych, np. wędzenia. Dotychczasowe badania pokazały, iż w efekcie zastosowania różnych szczepów bakterii fermentacji mlekowej występują różnice w ilości i jakości związków zapachowych, co ma szczególne znaczenie przy otrzymywaniu produktów tradycyjnych (Cogan 1995). Jakość i powtarzalność produktów mlecznych oraz procesu ich wytwarzania jest gwarantowana w przemyśle stosowaniem kultur starterowych, jednakże konsumenci preferują produkty wytwarzane w sposób tradycyjny np. poprzez naturalne metody zakwaszania mleka, które to zapewniają uzyskanie w efekcie pełniejszych walorów smakowo-zapachowych.

Oscypek jest najbardziej znanym polskim serem produkowanym z mleka owczego wyłącznie na terenie Podhala. Należy do grupy serów twardych wędzonych produkowanych z masy parzonej według określonej, tradycyjnej metody, która została zaakceptowana przez Radę Unii Europejskiej nadając oscypkowi w 2007 roku status produktu o Chronionej Nazwie Pochodzenia (PDO). Aromat oscypka jest w głównej mierze kształtowany poprzez aromat surowca (surowe mleko owcze określonej rasy owiec), wykorzystanie rodzimej mikroflory oraz zastosowanie tradycyjnej metody wytwarzania, która związana jest z ręcznym wyrobem, stosowaniem drewnianych narzędzi oraz naturalnych metod konserwacji jak solenie i wędzenie. Wielkopolski ser smażony został w 2005 roku wpisany na listę produktów tradycyjnych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a w 2009 został oznaczony jako ser o chronionym oznaczeniu geograficznym (PGI). Jest to ser otrzymany w wyniku procesu smażenia masy twarogowej wytwarzanej z mleka krowiego, uprzednio poddanej procesowi gliwienia, które polega na rozkładzie masy twarogowej pod wpływem naturalnie występującej mikroflory.

Rozpoczęte przeze mnie po doktoracie badania miały na celu wykazanie możliwości zastosowania analizy związków zapachowych do charakterystyki jakościowej polskich tradycyjnych serów. Do badań tych wykorzystałam dwa rodzaje serów: oscypek oraz wielkopolski ser smażony, na które uzyskałam finansowanie z MNiSzW w dwóch projektach (zał. 4, poz. C.2.1, C.2.8). Przedstawione w osiągnięciu kierunki badań dotyczyły trzech podstawowych obszarów:

1. Pełnej charakterystyki kluczowych związków zapachowych występujących w obu serach wraz z przedstawieniem ich dróg powstawania w zależności od występującej w nich rodzimej mikroflory oraz stosowanych zabiegów technologicznych.
2. Możliwości zastosowania analizy profilu związków zapachowych do weryfikacji autentyczności serów regionalnych chronionych oznaczeniami pochodzenia geograficznego, takimi jak chroniona nazwa pochodzenia (PDO) w przypadku oscypka czy też chronione oznaczenie geograficzne (PGI) w przypadku wielkopolskiego sera smażonego.

3. Zastosowania analizy kluczowych związków zapachowych w celu poszukiwania mikroorganizmów posiadających zdolność do biosyntezy związków aromatycznych w procesach biotechnologicznych.

WYNIKI

W pierwszym etapie przeprowadzonych badań przeprowadzono charakterystykę związków lotnych powstających w trakcie wyrobu oscypka, określono wpływ zabiegów technologicznych i występującej mikroflory na ich kształtowanie. Następnie porównano profil związków zapachowych oryginalnego oscypka z profilem zapachowym serów typu oscypek, produkowanych niezgodnie z rozporządzeniem w sprawie chronionej nazwy pochodzenia. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że polski tradycyjny ser oscypek charakteryzuje się unikalnym profilem związków zapachowych odróżniającym go od pozostałych polskich serów owczych, jak również od serów owczych otrzymywanych w innych krajach. Analiza związków lotnych oscypka, przeprowadzona za pomocą techniki mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej (SPME, solid phase microextraction) połączonej z metodą chromatografii gazowej i spektrometrii masowej (SPME-GC/TOFMS), pozwoliła na zidentyfikowanie 55 związków lotnych należących do 10 grup chemicznych: wolnych kwasów tłuszczowych, estrów, aldehydów, ketonów, alkoholi, fenoli, furanów, furanonów, związków siarkowych i terpenów. Porównanie profilu związków lotnych na poszczególnych etapach produkcji oscypka wykazało, że dla większości związków: wolnych kwasów tłuszczowych, estrów, aldehydów, ketonów, alkoholi, fenoli, furanów oraz furanonów, etap wędzenia miał największy wpływ na ich formowanie. Natomiast mikroflora tradycyjnego polskiego sera owczego oscypka reprezentowana jest w dominujących ilościach przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*. Jednocześnie zaobserwowano, iż spośród analizowanych etapów produkcji oscypka etap parzenia oraz wędzenia wpływa na obniżenie liczby mikroorganizmów, natomiast etap solankowania zwiększa liczbę bakterii psychrotrofowych i może być przyczyną wtórnych zakażeń sera. Szczegółowy opis przedstawionych wyników jest zawarty następującej publikacji stanowiącej część osiągnięcia naukowego:

Majcher M.A., Goderska K., Pikul J., Jeleń H. Changes in volatile, sensory and microbial profiles during preparation of smoked ewe cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 8, 1416–1423, (2011).

Na lotną frakcję produktów spożywczych składa się wiele związków, spośród których tylko niewielka liczba odgrywa rolę w tworzeniu charakterystycznego zapachu. Dlatego też, ważnym zadaniem w analizie kluczowych związków lotnych jest rozróżnienie związków silnie aktywnych zapachowo od mniej aktywnych i bezzapachowych, czyli związków zapachowych występujących w stężeniach przekraczających ich progi wyczuwalności sensorycznej (Schieberle 1996). W dalszym etapie wyznaczono w oscypku kluczowe związki lotne, czyli tak zwane aktywne zapachowo. W tym celu wykorzystano chromatografię gazową w połączeniu z olfaktometrią (GCO, gas chromatography olfactometry) i analizę rozcieńczeń aromatu (AEDA, Aroma Extract Dilution Analysis), które łączą w sobie instrumentalny rozdział

związków na kolumnie chromatograficznej z detekcją za pomocą nosa ludzkiego. Metoda polega na analizie węchowej eluatu w kolejnych rozcieńczeniach, aż do zupełnego zaniku zapachu. Zapachy są odnoszone do indeksów retencji otrzymywanych na chromatogramie. Największe rozcieńczenie, przy którym substancja jest jeszcze wyczuwana nazwano wskaźnikiem rozcieńczenia FD (ang. Dilution Factor). Według opisywanej metody, im wyższy wskaźnik rozcieńczenia, tym mocniej dany związek wpływa na ogólny aromat produktu. W celu identyfikacji związków odpowiedzialnych za określone noty zapachowe ekstrakty otrzymane metodą próżniową (SAFE, Solvent Assisted Flavor Evaporation) poddano analizie za pomocą jednowymiarowej chromatografii gazowej (GC-MS), oraz dwuwymiarowej chromatografii gazowej w połączeniu ze spektrometrem czasu przelotu (GCxGC/TOF-MS). Spośród wielu związków zapachowych występujących w żywności, znaczące są tylko te (tzw. kluczowe), które występują w stężeniu wyższym niż ich próg wyczuwalności sensorycznej, czy też występują w mieszaninach, które dzięki efektowi synergistycznemu posiadają wpływ na aromat. Dlatego tak ważnym elementem w analizie kluczowych związków zapachowych jest określenie stężenia poszczególnych związków w produkcie a następnie obliczenie wskaźnika wartości aromatu (OAV, odor activity value) jako stosunku stężenia do progu wyczuwalności sensorycznej. Do oznaczenia ilościowego identyfikowanych związków wykorzystano metodę SIDA (Stable Isotopes Dilution Analysis), która polega na zastosowaniu standardu wewnętrznego izotopowo znakowanego.

Ekstrakt z oscypka uzyskany za pomocą metody SAFE wykazał 20 aktywnych zapachowo związków o wskaźnikach rozcieńczeń FD od 4 do 2048. Spośród nich za najbardziej istotne zostało uznanych: 6 związków fenolowych: 2-metoksy fenol (o zapachu dymowym), 2-metoksy 4-metyl fenol (o zapachu dymowym), 4-metyl fenol (o zapachu spalenizny, fenolowym), 2,4-dimetyl fenol (o zapachu plastiku), 2,6-dimetyl fenol (o zapachu dymowym, wędzonki), 4-etyl fenol (o zapachu plastiku), 2 kwasy: kwas octowy (o zapachu kwaśnym), kwas masłowy (o zapachu potu), metional (o zapachu gotowanych ziemniaków) i 2,3 butanedion (o zapachu maślanym). Związki te posiadały wskaźniki FD w przedziale od 256-2048. Natomiast ekstrakt z oscypka przed procesem wędzenia zawierał tylko 8 aktywnych zapachowo związków o wskaźniku FD od 4 do 512. Do związków o najwyższym wskaźniku FD > 256 należały: kwas masłowy, 2,3-butanedion oraz metional. Przeprowadzone w dalszym etapie badanie ilościowe 13 związków o wysokim wskaźniku rozcieńczeń FD > 256 a następnie obliczenie ich wartości aktywności aromatu (OAV) wykazało 11 związków występujących w oscypku w stężeniu wyższym aniżeli ich wartość progowa, dlatego też można je uznać za kluczowe w tworzeniu charakterystycznego aromatu oscypka. Związki te to: 2-metoksy fenol (OAV=1280); 4-metylo fenol (256); 2,3-butanedion (132); 2-metoksy-4-metylo fenol (94); 3-etylo fenol (42); 2,6-dimetylo fenol (27,5); 2,4-dimetylo fenol (21); kwas 3-metylo masłowy (13); kwas masłowy (9); metional (3) oraz kwas octowy (3). Wyniki te pozwoliły na wysunięcie ogólnego wniosku, w którym stwierdzamy, iż chociaż przygotowanie sera owczego oscypka składa się z kilku etapów takich jak: koagulacja, parzenie, moczenie w solance, wędzenie, przeprowadzone badania wykazały, że kluczowe związki zapachowe

sera oscypka powstają w wyniku procesu wędzenia. Szczegółowy opis przedstawionych wyników został zawarty w następującej publikacji stanowiącej część osiągnięcia naukowego: Majcher M.A., Jeleń H.H. Key odorants of oscypek, a traditional Polish ewe's milk cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (9), pp 4932–4937 (2011).

Kolejny etap badań pozwolił na wstępne porównanie profilu związków lotnych w tradycyjnie otrzymywanym oscypku i polskich serach typu oscypek a następnie wykorzystanie uzyskanego profilu do badania autentyczności oscypka z wykorzystaniem metod chemometrycznych. Wyniki uzyskane za pomocą techniki SPME-GC/MS wykazały, że oscypek produkowany metodą tradycyjną zawiera więcej i przy tym na wyższym poziomie związków lotnych niż sery typu oscypek produkowane metodą przemysłową, co korelowało z przeprowadzoną oceną sensoryczną gdzie aromat oscypka oceniono jako pełniejszy charakteryzujący się większą ilością i natężeniem wyróżników zapachu niż aromat serów typu oscypek. Na tej podstawie można wstępnie stwierdzić, że profil związków lotnych może być wskaźnikiem odróżniającym oryginalnego oscypka oznaczanego symbolem PDO od jego podróbek np. serów produkowanych z mleka krowiego czy też serów pochodzących z innego regionu. Założenia te potwierdzono w kolejnym cyklu badań, gdzie wykorzystano technikę SPME/MS sprzężoną z analizą chemometryczną do weryfikacji autentyczności (pochodzenia) oscypka. Metoda SPME-MS umożliwia analizę związków lotnych, zaadsorbowanych na powierzchni włókna SPME za pomocą spektrometrii mas z pominięciem rozdziału chromatograficznego. Obróbce statystycznej poddane jest uśrednione widmo masowe, reprezentujące wszystkie związki lotne zaadsorbowane na powierzchni włókna SPME. Stwierdzono, że wszystkie zastosowane metody chemometryczne (analiza składowych głównych - PCA, liniowa analiza dyskryminacyjna - LDA, metoda wektorów nośnych - SVM, metoda modelowania indywidualnych grup - SIMCA) pozwalały odróżnić oryginalne oscypki wyprodukowane z mleka owczego metodą tradycyjną zgodnie z rozporządzeniem w sprawie PDO od oscypków nieautentycznych. Wyniki te zostały zebrane i opisane w dwóch publikacjach stanowiących część osiągnięcia naukowego:

Majcher M.A., Ławrowski P., Jeleń H. Comparison of original and adulterated oscypek cheese based on volatile and sensory profiles. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 9(3), 265-275 (2010).

Majcher M.A., Klensporf-Pawlik D., Kaczmarek A., Pikul J., Jeleń H.H. SPME-MS-based electronic nose as a tool for determination of authenticity of PDO cheese, oscypek. *Food Analytical Methods*, DOI: 10.1007/s12161-015-0114-x, (2015).

W 2011 roku uzyskałam finansowanie przez Narodowe Centrum Nauki projektu badawczego dotyczącego identyfikacji dróg powstawania kluczowych związków zapachowych w polskich tradycyjnie otrzymywanych produktach mleczarskich oraz określenia wpływu występującej mikroflory i zabiegów technologicznych na ich formowanie (zał. 4, C.2.8). Jednym z produktów poddanych analizie był wielkopolski ser smażony (WSS), który został w 2009 roku wpisany na listę produktów o chronionym oznaczeniu geograficznym (PGI). Podstawowym etapem produkcji tego sera jest proces gliwienia, który polega na naturalnym rozkładzie masy twarogowej pod wpływem enzymów aktywowanych rodzimą mikroflorą. W wyniku procesu gliwienia ser uzyskuje charakterystyczny smak,

zapach oraz strukturę a następnie poddawany jest procesowi topienia w obecności masła, powszechnie nazywanym smażeniem. Celem zaplanowanych badań była identyfikacja kluczowych związków zapachowych odpowiedzialnych za charakterystyczny aromat WSS oraz określenie wpływu zabiegów technologicznych i rodzimej mikroflory na ich kształtowanie. Z tego względu na każdym etapie produkcji WSS przeprowadzono analizę sensoryczną i instrumentalną tworzącego się aromatu oraz analizę mikrobiologiczną występującej mikroflory. Na podstawie wyników uzyskanych za pomocą analizy olfaktometrycznej i chromatografii gazowej (GCO) oraz chromatografii gazowej i spektrometrii masowej (GC/MS) stwierdzono, że za aromat wielkopolskiego sera smażonego odpowiada 15 związków: 2,3-butanedion, metional, 3-izobutylo-2-metoksy pirazyna, siarczek dimetylu disiarczek dimetylu, trisiarczek dimetylu, 3-butylo-2-metoksy pirazyna, 1-okten-3-ol, damascenon, aldehyd fenylooctowy, 2-etylo-3,5-dimetylo pirazyna, 2-fenyletanol i kwas fenylooctowy. Istotność wpływu na aromat określono na podstawie stężenia związków w serze i wyznaczeniu wartości aktywności aromatu. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że najważniejszymi etapami produkcji mającymi wpływ na specyficzny aromat WSS są gliwienie trwające 4 dni i smażenie zgliwiałego twarogu. Dodatkowo równoległe z analizą kluczowych związków zapachowych prowadzona była profilowa analiza sensoryczna badanych produktów oraz dominująca mikroflora. Na podstawie przeprowadzonej profilowej analizy sensorycznej stwierdzono, że aromat zgliwiałego sera przed procesem smażenia charakteryzuje się intensywną notą o zapachu miodowo, różanym. Szczegółowe zbadanie przemian zachodzących w czasie procesu gliwienia wykazało, że istnieje pozytywna korelacja między wysokim stężeniem: 2-fenyletanolu, aldehydu fenylooctowego oraz kwasu fenylooctowego a dominującą mikroflorą zidentyfikowaną jako szczep pleśni z rodziny *Galactomyces geotrichum*. Jest to nowy szczep pleśni, którego tożsamość została potwierdzona badaniami genetycznymi i który zdeponowano w Instytucie Rolnictwa i Biotechnologii w Warszawie pod nazwą *Galactomyces geotrichum* MK017. W literaturze trudno jest znaleźć doniesienia na temat tego szczepu i jego zastosowania w przemyśle mleczarskim, w przeciwieństwie do powszechnie występującego *Geotrichum candidum*, który jest jego telemorficzną formą. W celu potwierdzenia możliwości tworzenia związków zapachowych przez wyizolowany szczep pleśni poprowadzono hodowlę z zastosowaniem izotopowo znakowanego prekursora [²H₅]-L-feniloalaniny, która to w drodze biotransformacji przekształciła się w izotopowo znakowane związki zapachowe: [²H₅]-2-fenyletanol, [²H₅]-aldehyd fenylooctowy oraz [²H₅]-kwas fenylooctowy. Uzyskane wyniki potwierdziły zdolność wyizolowanego z wielkopolskiego sera smażonego szczepu pleśni *Galactomyces geotrichum* do biotransformacji L-feniloalaniny w związki aktywne zapachowo takie jak 2-fenyletanol, aldehyd fenylooctowy oraz kwas fenylooctowy. Wyniki te zostały opracowane i przedstawione w publikacji, która stanowi część osiągnięcia naukowego:

Majcher M.A., Myszką K., Kubiak J., Jeleń H.H.. Identification of key odorants of fried cottage cheese and contribution of *Galactomyces geotrichum* MK017 to the formation of 2-phenylethanol and related rose-like aroma compounds. *International Dairy Journal* 39, 324-329, (2014).

Obecnie prowadzone są przeze mnie dalsze badania w kierunku wykorzystania pleśni *Galactomyces geotrichum MK017* w procesach biotechnologicznych do otrzymywania naturalnych mieszanek aromatycznych.

PODSUMOWANIE

Wyniki powyższych badań wykazały, że szczegółowa analiza związków zapachowych może być precyzyjnym i przy tym obiektywnym instrumentem wykorzystywanym do określania jakości mlecznych produktów spożywczych, a także prawidłowości przebiegu procesu technologicznego ich wytwarzania. Dodatkowo przedstawione wyniki wskazują na możliwość wykorzystania profilu związków zapachowych jako instrumentu kontroli autentyczności i pochodzenia tego typu produktów spożywczych. Na przykładzie wielkopolskiego sera smażonego wykazano także, że wnikliwa analiza kluczowych związków zapachowych może być przydatnym narzędziem w poszukiwaniu naturalnie występujących mikroorganizmów posiadających zdolność do wytwarzania naturalnych aromatów w procesach biotechnologicznych.

Wykaz cytowanej literatury:

Alegria A., Szczesny P., Mayo B., Bardowski J., Kowalczyka M. Biodiversity in Oscypek, a Traditional Polish Cheese, Determined by Culture-Dependent and -Independent Approaches. *Applied and environmental microbiology* (2012), 78, 6, 1890-1898.

Berthold-Pluta A., Pluta A., Zaniecka M. Microbiological quality of oscypek cheeses. *Medycyna weterynaryjna-veterinary medicine-science and practice* (2011), 67, 5, 335-338.

Bonczar G., Regula-Sardat A., Pustkowiak H., Zebrowska A. Effect of mixing of ewe's and cow's milk on bundz cheese properties. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* (2009), 16, 5, 96-106.

Borys M., Pakulski T., Borys B., Pakulska E., Węgrzyn E. (2006): The content and retention of some major and trace minerals in sheep's milk and cheese. *Arch. Animal Breeding*, 49, 263-267.

Cogan, T.M., 1995. Flavour production by dairy starter cultures. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement* 79, 49S-64S.

Drózdź A. (2001): O jakości mikrobiologicznej mleka owczego. *Sądecki Inf. Roln.*, 3: 13-14.

Fox PF, Singh TK and McSweeney PLH, Biogenesis of flavor compounds in cheese, in *Chemistry of Structure Function Relationships in Cheese*, ed. by Malin EL and Tunick MH. Springer-Verlag, New York, LLC, pp. 59-98 (1995).

Kawecka A., Sosin-Bzducha E. Seasonal changes of the chemical composition of cheese obtained from the milk of indigenous Polish breeds of sheep. *Journal of animal and feed sciences*, 2014, 23, 2, 131-138.

Kedzierska-Matysek M., Florek, M., Skalecki P., Litwinczuk A., Chruscicki A. A comparison of the physicochemical characteristics of the regional cheese Oscypek and the traditional cheese Gazdowski from the Polish Podhale. *International journal of dairy technology* (2014), 67, 2, 283-289.

Pakulski T., Borys B., Pakulska E. (2006): Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku owczym i produkowanych z niego serach. *LXXI Zjazd PTZ, Streszczenia, Zesz. 4* str 21.

Schieberle, P. (1996). Odour-active compounds in moderately roasted sesame. *Food Chemistry*, 55, 145-162.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych

Początek mojej kariery zawodowej związany jest z realizacją pracy magisterskiej w Zakładzie Koncentratów Spożywczych ITŻPR Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, gdzie pod kierunkiem profesora Henryka Jelenia prowadziłam badania dotyczące wykorzystania techniki mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej (SPME) do monitorowania zmian oksydacyjnych w olejach roślinnych. W ramach tej pracy opracowałam optymalne warunki metody takie jak rodzaj włókna i czas ekstrakcji oraz wyznaczyłam krzywe standardowe, które następnie były wykorzystane do kontrolowania zawartości związków lotnych powstających w czasie modelowego utleniania oleju rzepakowego. Dzięki opracowanej technice udowodniono, że technika SPME pozwala w szybki, precyzyjny i bardzo prosty sposób na wykrycie zachodzących niekorzystnych zmian oksydacyjnych w różnych olejach roślinnych poprzez oznaczenie ilościowe całkowitej zawartości związków lotnych czy też zawartości wybranych 14 aldehydów powstających z utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych. Praca magisterska pt. „Wykorzystanie techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME) do analizy związków lotnych w olejach roślinnych” została nagrodzona przez J.M. Rektora Akademii Rolniczej w Poznaniu, a jej wyniki po opublikowaniu w 2000 roku w renomowanym czasopiśmie *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (zał. 4, B.1.1) były według bazy Web of Science dotychczas cytowane 112 razy.

Bezpośrednio po zakończeniu studiów magisterskich odbyłam roczne studia w *Institute Supérieur de l'Agroalimentaire* w Paryżu. Podczas tych studiów miałam okazję zrealizować sześciomiesięczny staż w centrum rozwoju produktu firmy Unilever we Vlaardingen w Holandii, oddział Taste and Flavor. Kontynuowałam tam badania nad związkami zapachowymi żywności izolowanymi za pomocą techniki SPME. Tym razem przedmiotem badań były sosy sojowe Kikoman oraz Lao Chai. Dzięki przeprowadzonej przeze mnie optymalizacji techniki SPME możliwa była pełna identyfikacja jakościowa i ilościowa kluczowych dla zapachu sosów związków, między innymi trudno oznaczalnego 3-hydroksy-4,5-dimetylofuran-2(5H)-onu zwanego powszechnie sotolonem, który w sosach sojowych odpowiada za charakterystyczny zapach bulionowy. Związek ten, ze względu na małą stabilność termiczną i niski próg wyczuwalności sensorycznej (90 µg/l wody) należy do jednych z trudniej oznaczanych związków zapachowych. Efektem tych studiów oraz stażu była napisana przeze mnie praca inżynierska pt. *Application of solid phase microextraction*

(SPME) for analysis of volatiles in soy sauce, którą obroniłam w lipcu 2000 roku w Institute Superieur de l'Agroalimentaire w Paryżu.

Kolejny etap mojego rozwoju naukowego wiąże się z podjęciem przeze mnie pracy na stanowisku analityka GC/MS w laboratorium środowiskowym Philip Environmental Lab. znajdującym się w miejscowości Reading w stanie Pensylwania, USA. W ramach wykonywanej pracy stosowałam standardowe metody Agencji Ochrony Środowiska (EPA – Environmental Protection Agency) do oznaczania zanieczyszczeń w wodzie, glebie oraz powietrzu, tj. metody EPA 8270 (Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)), EPA 625 (Semivolatile Organic Compounds by Isotope Dilution GC/MS) i EPA 8260 (Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)). Prowadzone tam badania pogłębiły moją wiedzę z zakresu analizy chromatografii gazowej i spektrometrii masowej oraz ilościowego oznaczania związków lotnych za pomocą standardów izotopowo znakowanych.

W 2001 roku podjęłam studia doktoranckie w Zakładzie Koncentratów Spożywczych ITŻPR Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu. Pracę doktorską, zatytułowaną: „Związki lotne generowane na drodze termicznej w ekstrudowanych produktach ziemniaczanych”, wykonywałam pod kierownictwem naukowym prof. dr hab. Henryka Jelenia i obroniłam w 2006 roku. Praca ta została wyróżniona przez J.M. Rektora Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.

Celem realizowanej pracy doktorskiej było opracowanie, opartej na procesie ekstruzji, technologii produkcji chrupek ziemniaczanych o obniżonej zawartości tłuszczu z zachowaniem walorów smakowo-zapachowych, a także wyznaczenie związków zapachowych mających decydujący wpływ na aromat otrzymanego produktu. Dodatkowym zadaniem było określenie zmian sensorycznych zachodzących podczas przechowywania chrupek w różnych warunkach, możliwości profilowania aromatu poprzez wprowadzanie prekursorów związków zapachowych oraz oznaczenie zawartości w nich akrylamidu. W efekcie prowadzonych przeze mnie prac wykazano, że jest możliwe otrzymanie w połączonych procesach ekstruzji i prażenia atrakcyjnego pod względem sensorycznym, a jednocześnie niskotłuszczowego produktu przekąskowego, w głównej mierze opartego o surowiec ziemniaczany. Uzyskanie takiego produktu wymaga przestrzegania podanych w pracy warunków procesu, a także dodatku do granulatu ziemniaczanego, we właściwych proporcjach, takich składników jak mąka pszenna, maltodekstryna, olej roślinny, węglan amonu oraz NaCl. Kolejnym osiągnięciem prowadzonych w pracy doktorskiej analiz była identyfikacja kluczowych związków zapachowych otrzymanego produktu. Dzięki zastosowaniu analizy olfaktometrycznej w połączeniu z techniką rozcieńczeń AEDA (Aroma Extract Dilution Analysis) wykazano, że charakterystyczny aromat otrzymanych chrupek ziemniaczanych kształtowany jest przez sześć głównych związków zapachowych: metional o zapachu gotowanych ziemniaków, merkaptan benzylu o zapachu rzeżuchy, 2-acetylo-1-pyrolinę o zapachu popcornu, fenyloacetaldehyd o zapachu kwiatowym, butanal o zapachu jełkim oraz 2-acetylopirazynę o zapachu prażonym. Dodatkowo poprzez analizę związków zapachowych na poszczególnych etapach produkcji chrupek ziemniaczanych, stwierdzono, że

ich aromat w największym stopniu kształtowany był podczas etapu prażenia, gdzie największą grupę powstałych związków stanowiły produkty reakcji Maillarda. Część wyników tej pracy została opublikowanych w *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (zał. 4, B.1.3).

Kolejnym etapem była próba polepszenia zapachu otrzymanych chrupek po przez dodatek do surowca prekursorów związków zapachowych: cystyny, cysteiny, metioniny oraz proliny. Przeprowadzona analiza instrumentalna GC/MS oraz analiza sensoryczna pozwoliła na stwierdzenie, że dodatek cysteiny i metioniny nasilił w produkcie odczucie nieprzyjemnego zapachu opisywanego jako merkaptanowy, cebulowy i siarkowy, za które odpowiadały m.in. takie związki jak metional, 2-metyl-3-furantiol czy 3-metyl-2-butenetiol. Kontrastowo dodatek cystyny, nawet w znaczących ilościach nadał produktowi przyjemny zapach chlebowo-brązowy, który wynikał przede wszystkim ze zwiększenia zawartości 2-acetylo-1-pyroliny. Część wyników dotycząca próby polepszenia zapachu otrzymanych chrupek została opublikowana w *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (zał. 4, B.2.2).

Prowadzone podczas realizacji pracy doktorskiej prace analityczne pozwoliły na wykazanie istotności doboru metody izolacji związków lotnych, która ma decydujące znaczenie w identyfikacji i analizie ilościowej. Poprzez porównanie trzech metod ekstrakcyjnych mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej (SPME), destylacji na aparacie Likensa-Nickersona (SDE) oraz destylacji pod obniżonym ciśnieniem (SAFE) stwierdzono, że najlepszą metodą analizy związków lotnych ekstrudowanych chrupek ziemniaczanych okazuje się metoda SAFE pozwalająca na ekstrakcję wszystkich związków kluczowych dla aromatu chrupek bez tworzenia artefaktów, oraz technika SPME, która, ze względu na swoją prostotę i szybkość przygotowania próby może być uzupełnieniem metody SAFE w analizie ilościowej związków zapachowych. Zagadnienia te opublikowano w *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (zał. 4, B.2.4).

Pobocznym kierunkiem badań związanym z produkcją ekstrudowanych chrupek ziemniaczanych było określenie zawartości toksycznego akryloamidu oraz korelacja jego zawartości ze zmianą barwy. Największym dokonaniem przeprowadzonych doświadczeń było stwierdzenie, że istnieje wprost proporcjonalna zależność pomiędzy barwą chrupek a zawartością w nich akryloamidu co w prosty sposób może sugerować potencjalnym konsumentom unikanie produktów ziemniaczanych typu chipsy, frytki, chrupki, które charakteryzują się ciemną barwą. Wyniki te zostały przedstawione na VII Konferencji Chromatograficznej w Białymstoku gdzie przyznano za nie dyplom za najlepszą prezentację posterową pt. Powstawanie akryloamidu a zmiany barwy w procesie prażenia niskotłuszczowych chrupek ziemniaczanych, a następnie opublikowane w czasopiśmie *Food Additives and Contaminants* (zał. 4, B.2.1). Przeprowadzone w pracy doktorskiej badania były częściowo finansowane dzięki uzyskaniu grantu promotorskiego KBN pt. "Związki lotne generowane na drodze termicznej w procesie ekstruzji produktów ziemniaczanych" (2004-2006) gdzie byłam głównym wykonawcą.

5.2. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych

Doświadczenie zdobyte przed studiami doktoranckimi oraz podczas realizowania pracy doktorskiej pozwoliło mi wypracować własny warsztat badawczy oraz ukształtować zainteresowania naukowe, które pozostają w zakresie czterech głównych obszarów:

1. Identyfikacji związków aktywnych zapachowo w produktach spożywczych.
2. Opracowania metod analitycznych wykorzystywanych w jakościowej i ilościowej analizie związków lotnych.
3. Zastosowanie analizy związków zapachowych i metod chemometrycznych do określenia jakości produktów spożywczych oraz badania ich autentyczności.
4. Zastosowanie procesów biotechnologicznych do otrzymywania aromatów w żywności.

Niezależnie od tych zasadniczych kierunków badań ważnym elementem mojego rozwoju naukowego był współudział w badaniach dotyczących mechanizmów odpowiedzialnych za kształtowanie wybranych cech surowców i produktów zbożowych, do których zostałam włączona przy realizacji dwóch tematów badawczych.

Ad.1

Moja działalność naukowa realizowana w obszarze identyfikacji związków aktywnych zapachowych w produktach spożywczych jest kontynuacją badań rozpoczętych w czasie trwania studiów doktoranckich. Dzięki zastosowaniu analizy olfaktometrycznej połączonej z analizą ilościową związków zapachowych możliwa była identyfikacja związków aktywnych zapachowo co pozwoliło na uzyskanie pełnej charakterystyki aromatu polskiego wina likierowego, Jutrzenki i porównaniu go z podobnymi winami otrzymywanymi w innych krajach europejskich. Wyniki wykazały, że wino Jutrzenka posiada przyjemną nutę zapachową z dominującym aromatem owocowo kwiatowym kształtowaną głównie przez cztery związki posiadające najwyższy wskaźnik wartości aktywności aromatu, tj. beta-damascenon o zapachu owocowym, 4-merkapto-4-metyl-2-pentanon o zapachu kartonowym, ester etylowy kwasu heksanowego o zapachu kwiatowym oraz linalol o zapachu owocowo-kwiatowym. Badanie te były częścią realizowanego w latach 2010-2013 projektu prowadzonego w naszym zakładzie, finansowanego przez KBN (zał. 4, C.2.2), którego byłam głównym wykonawcą. Szczegółowe wyniki zostały zawarte w publikacji w czasopiśmie *Journal of Chromatography A* (zał. 4, B.2.6). Jednocześnie w latach 2012-2013 prowadziłam wspólne badania z Instytutem Castelo Branco w Portugalii, które polegały na charakterystyce aromatu dwóch najbardziej popularnych, portugalskich odmian oliwy ekstra virgin Galega Vulgar oraz Cobrancosa. Dzięki identyfikacji kluczowych związków zapachowych, która wykazała, że aromat obu odmian oliwy kształtowany jest przez 15 związków lotnych, wśród których dominują aldehydy, estry, ketony i alkohole, możliwe było wykazanie wpływu czasu dojrzewania oliwek i terminu ich zbioru na jakość sensoryczną tłoczonego oleju. Dodatkowo wykazano, że poprzez zmiany takich parametrów zabiegów technologicznych jak miazdzenie ziaren, wirowanie czy mieszanie możliwe jest sterowanie

zawartością związków zapachowych, które pozwolą na uzyskanie oliwy o nowych, polepszonych cechach sensorycznych. Wyniki omówionych badań zamieszczono w publikacji w czasopiśmie *Food Research International* (zał. 4, B.2.10). W 2012 wspólnie z Zakładem Fermentacji i Biosyntezy, UP w Poznaniu prowadziłam badania produktu otrzymywanego w wyniku fermentacji ziaren soi przy zastosowaniu pleśni z rodzaju *Rhizopus*, zwanego tempehem. Moim osiągnięciem było zidentyfikowanie związków zapachowych powstających w procesie fermentacji soi oraz związków powstających w trakcie smażenia tempehu. Na podstawie analizy olfaktometrycznej oraz identyfikacji ilościowej stwierdziłam, że związkami, które posiadają najwyższy wskaźnik aktywności aromatu (OAV) są: 2-acetylo-1-pyrolina o zapachu popcornu, 2-etylo-3,5-dimetylopirazyne o zapachu prażonym, metional o zapachu gotowanych ziemniaków, trisiarczek dimetylu o zapachu kapusty, 2 i 3 metylobutanal o zapachu słodowym, i 1-okten-3-on o zapachu grzybowym oraz (E,E)-2,4-dekadienal o zapachu tłuszczowym. Badania te pozwoliły na określenie wpływu czasu fermentacji oraz procesu smażenia na kształtowanie charakterystycznego aromatu tempehu i szczegółowo opisane w 2013 roku w czasopiśmie *Food Chemistry* (zał. 4, B.2.12). Równocześnie w 2012 roku prowadziłam badania nad aromatem kawy zbożowej i wpływem procesu prażenia oraz stosowanych surowców na jego kształtowanie. Dzięki uzyskanym wynikom wykazałam, że związkami w największym stopniu odpowiadającymi za aromat kawy zbożowej są związki tiolowe: 2-furfuryliol i 3-merkapto-3-metylobutyl mrówczan powstające w trakcie obróbki termicznej stosowanych surowców (zał. 4, B.2.13).

Doświadczenie i osiągnięcia nabyte w badaniach nad identyfikacją kluczowych związków zapachowych w produktach spożywczych oraz wpływem określonych procesów technologicznych na ich powstawanie sprawiło, że zostałam dostrzeżona przez zespoły badawcze ośrodków zagranicznych, czego efektem było, w pełni finansowane przez stronę zapraszającą, dwukrotne zaproszenie mnie przez Royal Society of Chemistry do wygłoszenia referatów plenarnych na organizowanych przez tę Organizację międzynarodowych konferencjach (zał. 4, B.2.61, B.2.64).

Ad.2

Kolejne moje zainteresowania naukowe koncentrują się wokół tematyki związanej opracowywaniem nowych metod analitycznych oraz rozwiązywaniem problemów powstających w trakcie analizy jakościowej i ilościowej związków lotnych. Ze względu na specyfikę fizyko-chemiczną związków zapachowych żywności, które wyróżniają się przede wszystkim różnorodnością chemiczną, niskimi stężeniami występowania (często poniżej poziomu ppb) oraz niestabilnością termiczną, oznaczenia ilościowe w żywności mogą stanowić duże wyzwanie dla analityka. Powoduje to konieczność poszukiwania metod analitycznych, które będą zarówno precyzyjne, czułe i powtarzalne niezależnie od złożoności matrycy produktu spożywczego. Moje badania prowadzone w tym zakresie skupiają się na poszukiwaniu optymalnych metod ekstrakcji związków zapachowych takich jak mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej (SPME) czy destylacja pod obniżonym ciśnieniem (SAFE) oraz wykorzystaniem instrumentów analitycznych takich jak pełna dwuwymiarowa

chromatografia gazowa sprzężona z detektorem czasu przelotu (GCxGC/ToFMS) czy też zastosowanie tandemowych detektorów masowych typu potrójny kwadrupol (QQQ) i analizie w trybie wtórnej jonizacji MRM. Wspólnie z pracownikami Zakładu Chemii Żywności i Analizy Instrumentalnej opracowałam między innymi metody do analizy związków fenolowych w piwie (zał. 4, B.2.11), związków tiolowych w kawie zbożowej (zał. 4, B.2.44), aronii i pigwy (zał. 4, B.2.48) czy też terpenów w winogronach wykorzystywanych do produkcji wina w Polsce (zał. 4, B.2.34). Współpraca z wieloma jednostkami badawczymi Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu jak również międzynarodowa z Uniwersytetem w Portsmouth zaowocowała badaniami związków lotnych w próbkach wody, emitowanych przez trutnie, czy też produktach spożywczych takich jak pieprz, brokuły, kapusta czerwona czy też zioła, których wyniki były prezentowane na szeregu konferencjach naukowych (zał. 4, B.2.35, B.2.36, B.2.43, B.2.45, B.2.42). Praca ta, związana z metodami analitycznymi związków zapachowych w żywności, została udokumentowana w publikacji przeglądowej w renomowanym czasopiśmie *Analytica Chimica Acta* (zał. 4, B.2.7) oraz w monografii naukowej (zał. 4, B.2.14).

Ad.3

Kolejnym tematem moich zainteresowań naukowych jest wykorzystanie analizy związków lotnych do weryfikacji jakości i autentyczności produktów spożywczych. W badaniach tych wykorzystuje się profil związków lotnych jako cechę charakterystyczną, często określaną mianem „odcisku palca”, na podstawie której przy zastosowaniu metod chemometrycznych możliwe jest różnicowanie produktów. W prowadzonych w ostatnim czasie badaniach wykazałam, że profil związków zapachowych uzyskany techniką GCxGC/ToFMS może być wykorzystany do różnicowania napojów alkoholowych typu whisky i brandy otrzymywanych z różnych surowców (zał. 4, B.2.48). Prowadząc badania nad aromatem wielkopolskiego sera smażonego, który należy do produktów o Chronionym oznaczeniu geograficznym (ChOG), wykazałam także, że na podstawie profilu związków lotnych uzyskanych techniką SPME-GCxGC/ToFMS oraz poprzez zastosowanie liniowej analizy dyskryminacyjnej (LDA) istnieje możliwość rozróżnienia wielkopolskich serów smażonych, w zależności od ich miejsca wytwarzania (zał. 4, B.2.46).

Ad.4

Od 2012 roku prowadzone przeze mnie prace badawcze koncentrują się głównie wokół tematu związanego z możliwościami zastosowania mikroorganizmów i procesów biotechnologicznych do otrzymywania związków aromatycznych. Zainteresowanie to wynika przede wszystkim z faktu, że uzyskane w wyniku działań mikroorganizmów produkty są według Europejskiego prawa uważane za „naturalne” jeżeli zastosowane surowce są pochodzenia naturalnego oraz z możliwości wykorzystania i zagospodarowania półproduktów czy też odpadów przemysłu spożywczego do ich otrzymywania. Temat ten jest wynikiem kontynuacji badań prowadzonych w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego NCN (zał. 4, C.2.8), gdzie poprzez szczegółową analizę aromatu wielkopolskiego

sera smażonego oraz jednocześnie prowadzoną identyfikację mikroflory sera, wyizolowano szczep pleśni *Galactomyces geotrichum*, który posiada zdolność do biosyntezy związków aromatycznych (wyniki opisano szczegółowo w punkcie 4.3 autoreferatu). Kontynuując ten nurt badawczy prowadzę badania w kierunku możliwości wykorzystania półproduktów przemysłu mleczarskiego takich jak maślanka czy serwatka do otrzymywania naturalnych kompozycji aromatycznych przy zastosowaniu pleśni z rodzaju *Galactomyces geotrichum*. Wstępne wyniki prowadzonych badań prezentowałam w referacie ustnym na międzynarodowej konferencji 14th Weurman Flavour Research Symposium w Queens' College, Cambridge UK (zał. 4, B.2.66). Wykazano, że w trakcie 14 dniowej hodowli pleśni z rodzaju *Galactomyces geotrichum* na podłożu z dodatkiem suszonej serwatki czy też suszonej maślanki następuje biotransformacja składników podłoża do związków aromatycznych, których zawartość wzrasta do poziomu 603 i 407 mg/L odpowiednio. Potwierdza to założenia, iż istnieje możliwość wykorzystania półproduktów przemysłu mleczarskiego do otrzymania naturalnych kompozycji aromatycznych. Hodowla na podłożu z maślanką dała aromat o przyjemnej nodzie zapachowej określanej jako miodowo, kwiatowo, owocowa, którą kształtowały następujące związki: 2-fenyl etanol, aldehyd fenylooctowy, ester etylowy kwasu masłowego, furaneol i diacetyl, natomiast hodowla na podłożu z dodatkiem suszonej serwatki dała mieszanę aromatyczną, w której dominował zapach serowy i masłowy reprezentowany przez kwas masłowy, diacetyl, metional oraz kwas izomasłowy.

Tematyka mojej pracy doktorskiej oraz publikacje dotyczące charakterystyki związków lotnych surowców skrobiowych i zbożowych (zał. 4, B.1.2, B.1.3, B.1.5) sprawiły, że w 2007 roku zostałam zaproszona do udziału w realizacji projektu badawczo-rozwojowego Nr R12 016 03: "Opracowanie metodyki wczesnej selekcji pszenic z wykorzystaniem oceny twardości ziarna oraz markerów molekularnych i biochemicznych", realizowanego w Instytucie Genetyki Polskiej Akademii Nauk, Poznań. Celem projektu było poznanie i opisanie czynników oraz mechanizmów determinujących cechę twardości ziarna pszenicy, znalezienie metody najlepiej odzwierciedlającej tę cechę spośród wielu dotychczas stosowanych metod określania cechy twardości oraz zdefiniowanie roli cechy twardości ziarna pszenicy w kształtowaniu jej przydatności technologicznej. Efektem naukowym realizacji tego trzyletniego projektu, przez zespół badawczy z którym współpracowałam, są trzy publikacje w czasopismach z listy filadelfijskiej (zał.4, B.2.3, B.2.8, B.2.9). Wykazano w nich, że współcześnie uprawiane odmiany pszenicy w Polsce wykazują niewielkie zróżnicowanie pod względem twardości ziarna. Na cechę tę ma wpływ genotyp, jednak jakościowa selekcja pszenicy oparta wyłącznie o markery genetyczne, związane z lokusem Ha nie jest w pełni efektywna i powinna uwzględniać wpływ środowiska. Zapewnienie odpowiedniego poziomu uszkodzenia skrobi w mące bardziej zależne jest od warunków przemiału niż doboru odmianowego pszenicy.

Doświadczenia nabyte podczas tej pracy przyczyniły się do podjęcia badań w zakresie charakterystyki jakościowej produktów zbożowych: chleba chrupkiego i makaronu z dodatkami bioaktywnymi, w ramach realizowanego projektu badawczego

PO IG 01.01.02-00-061/09 „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych”. Efektem tej współpracy są 3 doniesienia naukowe, publikacja w czasopiśmie z listy MNiSzW (zał.4, B.2.20) a także dwa zgłoszenia patentowe, których jestem współautorem: jedno zgłoszone wspólnie z dwoma zakładami produkcyjnymi: przedsiębiorstwem Chaber S.A. oraz przedsiębiorstwem Komplexmłyn, natomiast drugie zgłoszenie jeszcze przed uzyskaniem patentu zostało zakupione przez przedsiębiorstwo Międzychodzka Pomona S.K.A. (zał.4, D.1, D.2).

Kierowanie i udział w projektach badawczych:

- Projekt promotorski KBN 2P06T 056 27 "Związki lotne generowane na drodze termicznej w procesie ekstruzji produktów ziemniaczanych" (2004-2006) – **główny wykonawca**.
- Projekt zwykły KBN N312 157134 "Charakterystyka związków lotnych odpowiedzialnych za oryginalny aromat oscypka produkowanego w szafasach pasterskich i w zakładach przemysłowych oraz określenie wpływu zabiegów technologicznych jak i występującej mikroflory na jego kształtowanie" (2008-2011) – **kierownik projektu**.
- Projekt zwykły KBN N N312 215538 „Ocena potencjału tworzenia związków zapachowych w odmianach winorośli wykorzystywanych do produkcji polskich win gronowych” (2010-2013) – **wykonawca**.
- Udział w projekcie badawczym Bioaktywna Żywność POIG 01.01.02-00-061/09; "Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych-**wykonawca**
- Projekt zwykły KBN N312 063 32/3001 "Charakterystyka aromatu owoców wybranych linii transgenicznych ogórka ekspresyjujących gen tautaminy II" (2007-2010) – **wykonawca**
- Projekt zwykły KBN N312052 32/2781 "Charakterystyka związków lotnych odpowiedzialnych za aromat polskich białych win gronowych ze szczególnym uwzględnieniem wolnych i związanych związków terpenowych, oraz próba wzmocnienia aromatu tych win poprzez zastosowanie glikozydaz" (2007-2010) – **wykonawca**.
- Projekt badawczo-rozwojowy MNiSW Nr R12 016 03: "Opracowanie metodyki wczesnej selekcji pszenic z wykorzystaniem oceny twardości ziarna oraz markerów molekularnych i biochemicznych" (2007-2010)- **wykonawca**
- Projekt badawczy NCN OPUS 2012/07/B/NZ29/0163 "Wykorzystanie kompleksowego profilowania związków lotnych (flavoromiki) do identyfikacji związków odpowiedzialnych za zapach olejów tłoczonych na zimno i dróg ich powstawania" (2013 – 2016) – **wykonawca**.
- Projekt badawczy NCN nr 2011/01/B/NZ9/00129 pt. "Drogi powstawania związków zapachowych w polskich tradycyjnych produktach mleczarskich wytwarzanych według tradycyjnej technologii. Wpływ mikroflory oraz sposobu wytwarzania"(2011-2014)- **kierownik projektu**.

Staże i szkolenia naukowe:

- Szkolenie z metod statystycznych w obróbce danych związków zapachowych - LECO ChromaTOF – Statistical Compare, 24-25.07.2013, Praga, Czechy – **2 dni**.
- Szkolenie ze spektrometrii masowej w analizie żywności – Mass Spectrometry in food analysis, Poznań, 24-25.10.2013 – **2 dni**.
- Szkolenie: Application of ambient mass spectrometry for the analysis of food contaminants/residues and metabolomic fingerprinting: Seminar and training. 26 – 27.04.2010. Institute of Chemical Technology, Praga, Czechy – **2 dni**.
- Szkolenie z metod ultrafiltracji w produkcji serów (Ultrafiltration Cheese Making Course) 27.04-1.05.2009, Kold College, Odense, Dania – **1 tydzień**.
- Szkolenie z zakresu pełnej dwuwymiarowej chromatografii gazowej GCxGC, 5th GCxGC Symposium, 2008, May 26, Riva del Garda, Italy – **1 tydzień**.
- Szkolenie z zakresu metod spektroskopowych (NIR), Teagasc Ashtown, Irlandia, 20-24.02.2006 – **1 tydzień**.
- Polska, Poznań, Warsztaty „Metody immunochemiczne w badaniach i analizie żywności” organizowane przez AR, 31.05-04.06.2004 – **1 tydzień**.
- Stanowisko: Analityka GC/MS w laboratorium badań środowiskowych, Philip Environmental Lab, Reading, USA (10.2000-10.2001) – **12 miesięcy**.
- Staż naukowy, Unilever R&D Flavor Division, Vlaardingen, Holandia (01.2000-07.2000) – **6 miesięcy**.

Wyróżnienia:

- Nagroda na konferencji Wartburg 2013 za najlepszy poster - Manfred Rothe Poster Award at 10th Wartburg Symposium of Flavor Chemistry and Biology 2013.
- Nagrody zespołowe II stopnia JM Rektora UP w Poznaniu: za oryginalne i twórcze osiągnięcia naukowe udokumentowane publikacjami naukowymi – lata: 2007, 2008, 2010, 2011 i 2013.
- Dyplom za najlepszą prezentację posterową w VII Konferencji Chromatograficznej, Białystok (2006) za: Powstawanie akrylamidu a zmiany barwy w procesie prażenia niskotłuszczowych chrupek ziemniaczanych.
- Dyplom za zajęcie I miejsca w konkursie „najlepszy poster” w VI Ogólnopolskiej Konferencji Chromatograficznej, Toruń 1999 za: Headspace solid phase microextraction use for the characterization of volatile compounds in vegetable oils of different sensory quality.
- Zaproszenie firmy LECO do wygłoszenia wykładu na seminarium: Seminarium LECO, 12 Maj, 2011: Majcher M., Jeleń H. Pełna dwuwymiarowa chromatografia gazowa w analizie związków zapachowych w żywności.
- Finansowane przez Royal Society of Chemistry, zaproszenie do wygłoszenia wykładu na konferencji: HTC-12 Twelfth International Symposium on Hyphenated Techniques in Chromatography and Hyphenated Chromatographic Analysers, Brugia, Belgia, 1-3.02.2012: Majcher M., Klensporf-Pawlik D., Dziadas M., Jeleń H. «Challenges in Aroma active compounds analysis of cereal coffee».
- Finansowane przez Royal Society of Chemistry zaproszenie do wygłoszenia wykładu na seminarium: Food Flavour Perception and Detection 22.07.2011, Londyn, Anglia: Majcher M. Application of GcxGC/TOF-MS for identification and quantification of some key odourants in foods.

- Zaproszenie do komitetu naukowego konferencji Extech 2014 (16th International Symposium on Advances in Extraction Technologies), 25-28.05.2014, Kreta, Grecja.

6. Wskaźnik dokonań naukowych

- Suma punktów za publikacje, według komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 grudnia 2014 roku: **812**
- Sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania: **49,152**
- Indeks Hirscha opublikowanych prac według bazy Web of Science: **7**
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science z pominięciem autocytoowań: **259**

Małgorzata Majcher

ZESTAWIENIE OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

Osiągnięcie naukowe	Liczba osiągnięć		Suma punktów wgMNiSW	Sumaryczny Impact Factor
	Przed doktoratem	Po doktoracie		
Oryginalne prace twórcze z listy Journal Citation Reports (JCR)	3	17	755	49,152
Monografie, rozdziały w monografiach naukowych (w języku kongresowym)	1	3	28	
Publikacje w czasopismach spoza bazy JCR, uwzględnione w wykazie MNiSW		4	25	
Publikacje w języku kongresowym nie wymienione w wykazie MNiSW		2	4	
Publikacje w języku polskim nie wymienione w wykazie MNiSW	1			
Referaty w języku angielskim wygłaszane na konferencjach o zasięgu międzynarodowym		4		
Referaty w języku polskim wygłaszane na konferencjach i seminariach naukowych	1	7		
Doniesienia w formie plakatu na konferencjach o zasięgu międzynarodowym	3	28		
Doniesienia w formie plakatu na konferencjach krajowych	2	9		
Zgłoszenia patentowe		2		
Sprawozdania i ekspertyzy dla podmiotów gospodarczych		3		
Sprawozdania z grantów naukowo-badawczych	1	2		
Razem:	12	79	812	49,152
Łączna liczba cytowań z pominięciem autocytowań			259	
Indeks Hirscha				7

Małgorzata Majcher