

Rada Naukowa Dyscypliny
technologia żywności i żywienia
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Plac Cieszyński 1
10-726 Olsztyn
za pośrednictwem:
Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Tomasz Sawicki
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Nauki o Żywności
Katedra Żywienia Człowieka
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 25.04.2023

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk rolniczych** w dyscyplinie¹ **technologia żywności i żywienia**

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Cykl powiązanych tematycznie 5 artykułów naukowych pod wspólnym tytułem:

„Wpływ zawartości substancji bioaktywnych, związków lotnych i zanieczyszczeń na właściwości funkcjonalne wybranych produktów pszczelich”

Wnoszę – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym***²

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.

232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

Sawicki Tomasz
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Dane wnioskodawcy;
2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora;
3. Autoreferat;
4. Wykaz osiągnięć naukowych;
5. Kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia wraz z oświadczeniami współautorów.



PODPIS ZAUFANY

TOMASZ
SAWICKI
25.04.2023 11:45:25 [GMT+2]
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.

Załącznik 3

AUTOREFERAT

dotyczący działalności naukowo-badawczej

dr inż. Tomasz Sawicki

**Katedra Żywienia Człowieka
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ul. Słoneczna 45f
10-719 Olsztyn
Tel. 89 523 336 73
e-mail: tomasz.sawicki@uwm.edu.pl**

Olsztyn 2023

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 roku, poz. 574 ze zm.)	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (autorzy, rok wydania, tytuł, nazwa wydawnictwa)	4
4.3. Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników wskazanego osiągnięcia	6
4.3.1. Wstęp.....	6
4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań.....	9
4.3.3. Podsumowanie	25
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	29
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	34
6.1. Działalność dydaktyczna.....	34
6.2. Działalność organizacyjna.....	35
6.3. Działalność popularyzująca naukę i sztukę	36
7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej.....	37
8. Załączniki	41

1. Imię i nazwisko: Tomasz Sawicki

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

2018 Doktor nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia; rozprawa doktorska „Charakterystyka profilu związków betalainowych w produktach uzyskanych z buraka ćwikłowego oraz ich metabolitów w płynach ustrojowych ludzi i szczurów”. Praca została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Wiesława Wiczowskiego, prof. Instytutu w Zakładzie Chemii i Biodynamiki Żywności, Oddziału Nauki o Żywności, Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie. Rozprawa doktorska wyróżniona.

2013 Magister inżynier, specjalność inżynieria przetwórstwa żywności; praca magisterska „Jakość energii elektrycznej uzyskanej z elektrowni wiatrowej”. Praca została wykonana pod kierunkiem dr inż. Andrzeja Iwaniaka w Katedrze Towaroznawstwa Przemysłowego, Podstaw Techniki oraz Gospodarki Energią, Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

10.2020 – obecnie	Adiunkt w Katedrze Żywienia Człowieka, Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
10.2019 – 10.2020	Asystent w Katedrze Żywienia Człowieka, Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
01.2018 – 08.2019	Technolog w Zakładzie Chemii i Biodynamiki Żywności, Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie.
03.2015 – 09.2017	Technolog w Zakładzie Chemii i Biodynamiki Żywności, Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 roku, poz. 574 ze zm.) jest monotematyczny cykl pięciu publikacji naukowych, ujętych pod wspólnym tytułem:

Wpływ zawartości substancji bioaktywnych, związków lotnych i zanieczyszczeń na właściwości funkcjonalne wybranych produktów pszczelich

Kopie publikacji wraz z oświadczeniami współautorów zamieszczono w Załączniku 5.

4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (autorzy, rok wydania, tytuł, nazwa wydawnictwa)

O.1. Sawicki T., Bączek N., Starowicz M. (2020). Characterization of the total phenolic, vitamins C and E content and antioxidant properties of the beebread and honey from the same batch. *Czech Journal of Food Sciences*, 38, 158-163. <https://doi.org/10.17221/312/2019-CJFS>.

Liczba cytowań: Web of Science: 9 (7)* SCOPUS: 9 (7)	Impact Factor: IF ₂₀₂₀ = 1,279 IF _{5-letni} = 1,744	Punktacja MNiSW/MEiN: MNiSW ₂₀₂₀ = 40
--	---	---

* w nawiasie podano liczbę cytowań bez autocytacji

Mój wkład w przygotowanie artykułu obejmował: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji i metodyki badań, przygotowanie materiału badawczego, wykonanie doświadczeń polegających na analizie witaminy C metodą HPLC-MS-TripleTOF i witaminy E za pomocą HPLC-DAD, wykonanie analizy statystycznej, opracowanie i omówienie uzyskanych wyników, opracowanie graficzne wyników, i dyskusji wyników, wiodący udział w przygotowanie manuskryptu, oraz współudział w wykonaniu czynności związanych z procesem publikacyjnym.

- O.2.** Starowicz M., Hanus P., Lamparski G., **Sawicki T.** (2021). Characterizing the volatile and sensory profiles, and suger content of beeswax, beebread, bee pollen, and honey. *Molecules*, 26. 3410. <https://doi.org/10.3390/molecules26113410>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 8 (7)	IF ₂₀₂₁ = 4,927	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 8 (7)	IF _{5-letni} = 5,110	

Mój wkład w przygotowanie artykułu obejmował: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji i metodyki badań, zebranie i przygotowanie materiału badawczego do oznaczenia związków lotnych metodą HS-SPME/GC/MS, wykonanie analizy statystycznej, opracowanie i omówienie uzyskanych wyników, opracowanie graficzne wyników i dyskusji wyników, przygotowanie manuskryptu, oraz wykonanie czynności związanych z procesem publikacyjnym (autor korespondencyjny).

- O.3. Sawicki T.,** Starowicz M., Kłębukowska L., Hanus P. (2022). The profile of polyphenolic compounds, contents of total phenolics and flavonoids, and antioxidant and antimicrobial properties of bee products. *Molecules*, 27, 1301. <https://doi.org/10.3390/molecules27041301>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 16 (15)	IF ₂₀₂₁ = 4,927	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 16 (15)	IF _{5-letni} = 5,110	

Mój wkład w przygotowanie artykułu obejmował: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji i metodyki badań, przygotowanie materiału badawczego, wiodący udział w identyfikacji i oznaczeniu związków polifenolowych metodą UPLC-PDA-MS/MS, oznaczenie aktywności przeciwutleniającej metodą ABTS i DPPH, wykonanie analizy statystycznej, opracowanie i omówienie uzyskanych wyników, opracowanie graficzne wyników, opracowanie dyskusji wyników, przygotowanie manuskryptu, oraz wykonanie czynności związanych z procesem publikacyjnym (autor korespondencyjny).

- O.4. Sawicki T.,** Ruszkowska M., Shin J., Starowicz M. (2022). Free and conjugated phenolic compounds profile, and antioxidant activities of honeybee products of polish-origin. *European Food Research and Technology*, 248, 2263-2273. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04041-8>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 1 (1)	IF ₂₀₂₁ = 3,498	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 2 (1)	IF _{5-letni} = 3,455	

Mój wkład w przygotowanie artykułu obejmował: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji i metodyki badań, ekstrakcję i izolację wolnych i związanych związków polifenolowych i walidacja metody i oznaczania związków polifenolowych metodą HPLC-TOF-MS/MS, oznaczenie aktywności przeciwutleniającej metodą ABTS i DPPH, wykonanie analizy statystycznej, opracowanie i omówienie uzyskanych wyników, opracowanie graficzne wyników i dyskusji wyników, przygotowanie manuskryptu, oraz wykonanie czynności związanych z procesem publikacyjnym (autor korespondencyjny).

O.5. Sawicki T., Surma M., Sadowska-Rociek A. (2023). Characteristics of contaminants in the Polish-origin bee products and cancer risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 175, 113693. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113693>.

Liczba cytowań: Web of Science: 0 (0) SCOPUS: 0 (0)	Impact Factor: IF ₂₀₂₁ = 5,572 IF _{5-letni} = 5,383	Punktacja MNiSW/MEiN: MEiN ₂₀₂₀ = 100
---	---	---

Mój wkład w przygotowanie artykułu obejmował: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji i metodyki badań, obliczenie oceny ryzyka wystąpienia raka, określenie pochodzenia zanieczyszczeń, wykonanie analizy statystycznej, omówienie uzyskanych wyników, opracowanie graficzne wyników i dyskusji wyników, przygotowanie manuskryptu, oraz wykonanie czynności związanych z procesem publikacyjnym (autor korespondencyjny).

Dane naukometryczne osiągnięcia naukowego:

- Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania: **20,203**
- Sumaryczny 5- letni Impact Factor według listy (JCR): **20,802**
- Liczba punktów MNiSW/MEiN zgodnie z rokiem opublikowania: **490 pkt**
- Liczba cytowań według Web of Science na dzień 18 marzec 2023 r.: **34** (30 bez autocytowań)
- Liczba cytowań według SCOPUS na dzień 18 marzec 2023 r.: **35** (30 bez autocytowań)

4.3. Omówienie celu naukowego i głównych wyników wskazanego osiągnięcia

4.3.1. Wstęp

Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego zostało opisane w pięciu artykułach naukowych, opublikowanych w latach 2020-2023. Tematyka opublikowanych prac dotyczyła charakterystyki związków bioaktywnych, lotnych i zanieczyszczeń w produktach pszczelich (miód, pierzga, pyłek i wosk pszczele) oraz wynikających z ich właściwości. Głównym uzasadnieniem podjęcia badań w tej tematyce były: (i) brak badań naukowych dotyczących zawartości różnych grup związków biologicznie aktywnych i lotnych w produktach pszczelich pochodzących z tej samej pasieki (głównie brak danych na temat wosku pszczelego); (ii) brak uregulowań prawnych określających dopuszczalną zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w miodzie i innych produktach pszczelich.

W ostatnich latach produkty pszczele wzbudzają zainteresowanie nie tylko konsumentów ale i naukowców. W wielu pracach badawczych potwierdzono szerokie spektrum działania przeciwbakteryjnego oraz znaczną skuteczność terapeutyczną w leczeniu niektórych chorób metabolicznych organizmu człowieka. Ponadto charakteryzują się one obecnością szeregu

związków lotnych, które odpowiadają za akceptację sensoryczną konsumenta (Conte i in., 2020; Sancho-Galán i in., 2019). Oprócz dużej zawartości związków prozdrowotnych produkty te mogą być zanieczyszczone substancjami toksycznymi, takimi jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i pozostałości pestycydów. Chociaż środki ochrony roślin chronią uprawy rolne, ich nadużywanie i niewłaściwe stosowanie może stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska (Blasco i in., 2011; Zanella i in., 2008). Nawet jeśli w żywności pozostają niewielkie ilości pozostałości pestycydów, stanowią one potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi ze względu na ich ostrą i przewlekłą toksyczność w niskich stężeniach (Mukherjee, 2009; Rissato i in. 2006). Niektóre pestycydy są rakotwórcze, a inne mogą powodować dysfunkcje w układzie nerwowym i rozrodczym człowieka (Sharma i in. 2010). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), zaliczane do tzw. trwałych zanieczyszczeń organicznych, są kolejnym zanieczyszczeniem produktów pszczelich ze względu na ich powszechne występowanie w środowisku. Związki te, powstają w wyniku niecałkowitego spalania materii organicznej, są emitowane do powietrza i mogą być transportowane na duże odległości. Charakteryzują się dużą toksycznością, bardzo dużą trwałością, niską rozpuszczalnością w wodzie oraz zdolnością do akumulacji w środowisku glebowym (Oleszczuk, 2006; Oleszczuk, 2007). W Unii Europejskiej obowiązujące prawo zaleca stosowanie sumy WWA4 (benzo[a]antracenu, chryzenu, benzo[b]fluorantenu i benzo[a]pirenu) jako markera WWA w żywności (Commission Regulation (EU) No 835/2011). Mając na uwadze powyższe kwestie istnieje konieczność prowadzenia dalszych badań dotyczących identyfikacji profilu związków lotnych, substancji przeciwutleniających i przeciwdrobnoustrojowych, a także zanieczyszczeń celem zapewnienia bezpieczeństwa spożycia konsumentom, poszerzenia spektrum wykorzystania tych produktów w profilaktyce/leczeniu chorób metabolicznych poprzez opracowanie nowych produktów na poziomie przemysłu farmakologicznego i spożywczego (Giampieri i in., 2022).

Najczęściej spożywanym i wykorzystywanym produktem pszczelim jest miód, ale chętnie spożywane są również inne produkty tego typu takie jak: pyłek pszczeli, pierzga, propolis, wosk pszczeli oraz mleczko pszczele. Główne składniki miodu to woda i węglowodany białka, aminokwasy, kwasy organiczne, enzymy, minerały, witaminy oraz związki fenolowe (Giampieri i in., 2022; Khan i in., 2014). Stwierdzono, że składniki te wykazują właściwości prozdrowotne, w tym przeciwdrobnoustrojowe, przeciwzapalne, przeciwcukrzycowe, przeciwnowotworowe oraz działanie ochronne na układ pokarmowy, sercowo-naczyniowy, oddechowy i nerwowy (Renneh i in., 2021; Cornara i in., 2017).

Pyłek pszczeli jest surowcem zbieranym przez pszczoły miodne z roślin (Özkök & Silici, 2017). Jest uważany za substancję wysokoodżywczą gdyż zawiera ponad 250 substancji, w tym

węglowodany, białka, aminokwasy egzogenne, lipidy, witaminy, minerały, enzymy, związki fenolowe, włókno surowe dlatego jest szeroko stosowany jako suplement diety wspomagający w leczeniu wrzodów żołądka, zespołu menopauzalnego, zapalenia gruczołu krokowego i chorób zakaźnych. Spożywanie pyłku pszczelego może również przyczynić się do zmniejszenia ryzyka chorób serca, raka i cukrzycy typu 2 (Cornara i in., 2017; Kocot i in., 2018).

Pierzga powstaje z pyłku pszczelego, miodu i wydzielin gruczołów ślinowych pszczół. Mieszanina ta jest przechowywana w komórkach lęgowych, gdzie poddawana jest fermentacji mlekowej. Sfermentowany pyłek pszczeli nazywany jest pierzgą i jest uznawany za główne źródło pożywienia pszczół (Dranca i in., 2020). Produkt ten zawiera węglowodany, białka i lipidy. Zawiera również niezbędne aminokwasy, witaminy, minerały oraz jest bogatym źródłem flawonoidów i kwasów fenolowych. W porównaniu z pyłkiem pszczelim, pierzga charakteryzuje się bogatszym składem chemicznym i wyższą wartością odżywczą ze względu na wyższą zawartość wolnych aminokwasów oraz łatwiej przyswajalne węglowodany. Stwierdzono, że spożywanie jej zapobiega niedoborom witamin i składników odżywczych, a w konsekwencji powstawaniu wielu chorób. Pierzga poprawia również usuwanie toksyn z organizmu, zmniejsza reakcje alergiczne, reguluje poziom cholesterolu oraz wykazuje działanie przeciwstarzeniowe i przeciwanemiczne (El-Seedi i in., 2020; Kieliszek i in., 2018).

W naukowej literaturze najmniejsza ilość prac badawczych poświęcona jest woskowi pszczelemu. Pod względem chemicznym stanowi on złożoną mieszaninę setek różnych substancji, w tym np.: węglowodorów, wolnych kwasów tłuszczowych, wolnych alkoholi tłuszczowych, estrów oraz substancji egzogennych (np. pyłek pszczeli, propolis i zanieczyszczenia). Ze względu na swoje hydrofobowe właściwości ochronne znajduje zastosowanie w wielu produktach kosmetycznych. W technologii żywności jest stosowany głównie jako dodatek do żywności i środek glazurujący (np. wyroby cukiernicze, ziarna kawy, guma do żucia, świeże owoce cytrusowe, jabłka, gruszki, melony, brzoskwinie i ananasy - wyłącznie na powierzchnię) o symbolu E901, ponadto produkt ten wykorzystywany jest jako nośnik aromatów i powłok (Regulation EU 1333/2008; EFSA, 2007). Wosk pszczeli znany jest również ze swoich właściwości terapeutycznych, uważa się go za środek na gojenie siniaków, stanów zapalnych i oparzeń (Cornara i in., 2017; Fratini i in., 2016).

Jednocześnie mając na uwadze dane epidemiologiczne dotyczące zapadalności na przewlekłe choroby metaboliczne ludzi w Polsce i na świecie, produkty te z uwagi na swój potencjalnie szeroki prozdrowotny wpływ mogą przyczynić się do poprawy jakości jak i długości życia. Aby w pełni wykorzystać możliwości tych produktów podkreślić należy znaczenie i konieczność badań naukowych, pozwalających na określenie ich składu, możliwości i ograniczeń

terapeutycznego oddziaływania.

4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań

Celem badań zrealizowanych w ramach prezentowanego osiągnięcia naukowego było poznanie wpływu zawartości związków bioaktywnych, lotnych i zanieczyszczeń na właściwości miodu, pierzgi, pyłku i wosku pszczelego.

Osiągnięcie celu było możliwe poprzez realizację celów szczegółowych, które obejmowały:

1. analizę zawartości i charakterystykę formy występowania związków biologicznie czynnych obecnych w wybranych produktach pszczelich (**O.1, O.3, O.4**).
2. ocenę wpływu zawartości związków biologicznie czynnych w wybranych produktach pszczelich na pojemność przeciwutleniającą i aktywność mikrobiologiczną (**O.1, O.3, O.4**).
3. określenie profilu i zawartości związków lotnych oraz cukrów na jakość sensoryczną wybranych produktów pszczelich (**O.2**).
4. określenie profilu i zawartości zanieczyszczeń (furfural, 5-hydroksymetylfurfural, WWA i pozostałości pestycydów) w wybranych produktach pszczelich oraz ocenę ryzyka wystąpienia nowotworów przez ekspozycję na WWA obecnych w miodzie, pyłku pszczelim oraz pierdze (**O.5**).

Ad. 1. Analiza zawartości i charakterystyka formy występowania związków biologicznie czynnych analizowanych w wybranych produktach pszczelich (**O.1, O.3, O.4**)

W pracy **O.1** przedstawiono różnice między próbkami miodu wielokwiatowego i pierzgi pochodzącymi z tej samej pasieki pod względem ogólnej zawartości związków fenolowych (ang. Total Phenolic Content, TPC) i flawonoidowych (ang. Total Flavonoid Content, TFC) oraz zawartości witaminy C i E. Badania wykazały **10-krotnie wyższą zawartość TPC i ponad 30-krotną wyższą zawartość TFC** w pierdze w porównaniu z miodem. Pierzga również charakteryzowała się **ponad 99% większą zawartością witaminy C** niż miód. Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku zawartości witaminy E. **Pierzga pod kątem zawartości witaminy E charakteryzowała się ponad 70-krotnie większym stężeniem** tej substancji niż miód. Dominującym związkiem wśród tokotrienoli w pierdze była suma frakcji β + γ -tokotrienol, która stanowiła 75,8% całkowitej zawartości tej grupy związków, na niższym poziomie występował α -tokotrienol z ok. 20% udziałem w całkowitej zawartości tokotrienoli. Głównymi związkami

z grupy tokotrienoli w miodzie były δ -tokotrienol i suma β + γ -tokotrienol i oba stanowiły 50% całkowitej zawartości tokotrienoli określonych w tym materiale badawczym. Ponadto w miodzie nie wykryto α -tokotrienolu. Podobnie jak w przypadku tokotrienoli, najwyższe stężenie tokoferoli stwierdzono w pierzdze. **Była ona 65-razy większa niż zawartość związków z tej grupy w miodzie.** Głównym izomerem tokoferoli w pierzdze był α -tokoferol i stanowił on 86,5% całkowitej zawartości tokoferoli określonej w tym produkcie pszczelim. Kolejnym tokoferolem z największym udziałem w całkowitej zawartości tokoferoli określonych w pierzdze była suma β + γ -tokoferol i stanowiła ok. 9%. Podobnym profilem tokoferoli charakteryzował się analizowany miód, w którym dominującym związkiem był α -tokoferol (81% całkowitej zawartości tokoferoli). Natomiast suma β + γ -tokoferol w badanym miodzie stanowiła 12% całkowitej zawartości tokoferoli. Zaobserwowano, że indywidualny udział sumy β + γ -tokoferolu i δ -tokoferolu był wyższy w miodzie niż w pierzdze. Ponadto w obu przypadkach za poziom witaminy E w miodzie i pierzdze odpowiadały głównie tokoferole, które stanowiły odpowiednio 95,5% i 85,8% zawartości witaminy E. **Wyniki badań wskazują, że pierzga charakteryzuje się większą zawartością i bogatszym profilem związków wchodzących w skład witaminy E.**

Kolejny eksperyment miał na celu określenie zawartości i profilu związków fenolowych, w pierzdze, miodzie wielokwiatowym, pyłku i wosku pszczelim (**O3**). Pierwszym etapem badań było określenie TPC i TFC w badanym materiale. Najwyższą wartość TPC stwierdzono w pyłku pszczelim ($32,52 \pm 2,19$ mg GAE/g). Prawie czterokrotnie niższą jego wartość stwierdzono w pierzdze. **Znacznie niższe wartości TPC wykryto w wosku pszczelim i miodzie, odpowiednio około 46- i 69-razy mniej w porównaniu do pyłku pszczelego.** Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku zawartości TFC. Najwyższą jego zawartość stwierdzono w pyłku pszczelim ($11,77 \pm 0,15$ mg QE/g), a najniższą w miodzie ($0,07 \pm 0,00$ mg QE/g). **Zaobserwowano, że zawartości TFC otrzymane dla pyłku pszczelego były wyższe odpowiednio o około 60, 96 i 99% od otrzymanych dla pierzgi, wosku pszczelego i miodu.** Dodatkowo określono udział flawonoidów (TFC) w całkowitej zawartości związków fenolowych (TP). Zaobserwowano, że najniższym udziałem flawonoidów charakteryzował się miód i stanowił około 13% TP. Natomiast w przypadku pierzgi, pyłku i wosku pszczelego ich udział był wyższy niż w miodzie i wynosił odpowiednio 36, 27 i 42% TP.

Kolejnym etapem badań było określenie profilu i zawartości związków fenolowych obecnych w analizowanych produktach pszczelich (pierzga, miód wielokwiatowy, pyłek i wosk pszczeli (**O3**)). Związki fenolowe oznaczono za pomocą ultrasprawniej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrem mas (UPLC-PDA-MS/MS). **W badanych produktach pszczelich zidentyfikowano łącznie dwadzieścia związków fenolowych, z czego jednaście należało do**

flawonoidów (dimer sakuranetyny, rutyna, izoramnetyna 3-*O*-rutynozyd, kwercetyna 3-*O*-glukuronid, orientyna, witeksyna, kwercetyna, epikatechina, kemferol, pinobanksyna i apigenina), osiem do kwasów fenolowych (galusowy, neochlorogenowy, chlorogenowy, protokatechowy, kawowy, synapowy, 3,4-di-*O*-kawoilochinowy i *O*-heksozyd kwasu protokatechowego), a jeden związek należał do elagotanin (kwas elagowy). **Wykazano, że każdy badany produkt pszczeli posiadał swój unikalny profil związków fenolowych.** Zaobserwowano, że kwasy galusowy, elagowy, neochlorogenowy, chlorogenowy, protokatechowy i synapinowy występują w miodzie, pyłku pszczelim i pierdze. Natomiast, w pierdze i pyłku pszczelim zidentyfikowano rutynę, izoramnetynę 3-*O*-rutynozydu, kwercetynę 3-*O*-glukuronidu i epikatechinę. Z kolei *O*-heksozyd kwasu protokatechowego i pinobanksyna były obecne w pierdze, pyłku pszczelim i wosku pszczelim. Ponadto zaobserwowano, że niektóre zidentyfikowane związki były obecne tylko w określonych produktach pszczelich. Dimer sakuranetyny, kwas kawowy i kwercetynę wykryto tylko w miodzie, natomiast orientynę i witeksynę tylko w pierdze. Ponadto trzy związki (kwas 3,4-di-*O*-kawoilochinowy, kemferol i apigenina) znaleziono tylko w wosku pszczelim. Najwyższą sumaryczną zawartość kwasów fenolowych, określono w pyłku (52,51 µg/g), następnie w pierdze, miodzie i wosku pszczelim. Dominującym związkiem wśród kwasów fenolowych zidentyfikowanych w pyłku był kwas synapinowy, a następnie kwas galusowy, które stanowiły odpowiednio 42,8 i 21,3% sumy związków fenolowych. W niniejszych badaniach kwas galusowy był dominującym kwasem fenolowym w pierdze i miodzie (stanowił odpowiednio 32,6 i 69,2%). Ponadto kwas synapinowy okazał się drugim dominującym związkiem w pierdze (27,3%), a kwas chlorogenowy w miodzie (13,2%). Natomiast, w wosku pszczelim dominującym kwasem fenolowym był *O*-heksozyd kwasu protokatechowego (3,4%).

W przypadku flawonoidów najwyższą sumę związków flawonoidowych określonych metodą UPLC-PDA-MS/MS stwierdzono w pyłku (25,18 µg/g), następnie w pierdze, wosku pszczelim i miodzie. Przedstawione dane zgadzają się z wynikami uzyskanymi metodą spektrofotometryczną przedstawioną powyżej. Głównymi flawonoidami pyłku pszczelego były rutyna (stanowiła 10% sumy związków flawonoidowych określonych w pyłku pszczelim), następnie kwercetyna 3-*O*-glukuronid i epikatechina (stanowiły odpowiednio 7,9 i 7,2%). Dominującym związkiem flawonoidowym w miodzie był dimer sakuranetyny, który stanowił 4,6% sumy związków flawonoidowych. W przypadku wosku pszczelego głównym flawonoidem była pinobanksyna, stanowiąca 85,7% sumy flawonoidów. Natomiast w pierdze dominowała witeksyna (15,2%).

Dominującą grupą związków fenolowych w pyłku, pierdze i miodzie były kwasy fenolowe, które stanowiły odpowiednio 66,1%, 63,8% i 86,6% sumy związków fenolowych.

Z kolei flawonoidy stanowiły główną grupę związków występujących w wosku pszczelim (94,8%). Co więcej, zaobserwowano, że w pierdzde występują związki fenolowe pochodzące z pyłku i miodu. Ponadto niniejsze badanie wykazało, że związki fenole obecne w pyłku pszczelim miały większy wpływ na kształtowanie profilu tych związków w pierdzde niż te obecne w miodzie.

Jak do tej pory w dostępnej literaturze nie znaleziono informacji na temat formy występowania związków fenolowych w produktach pszczelich. Poznanie tych faktów może pomóc w określeniu nowych możliwości wykorzystania tych produktów. Dlatego w kolejnym etapie badań przeprowadzono doświadczenie mające na celu wykazanie formy występowania (wolnej lub związanej) związków fenolowych dominujących w badanych produktach pszczelich (miód wielokwiatowy, pierzga, pyłek i wosk pszczeli) (O4). W badaniu przeprowadzono ekstrakcję wolnych form kwasów fenolowych oraz flawonoidów, a następnie ekstrakcję badanych związków uwolnionych z wiązań estrowych przez przeprowadzenie hydrolizy zasadowej i związków uwolnionych z wiązań glikozydowych w wyniku hydrolizy kwasowej. Najwyższą ogólną zawartość wolnych związków fenolowych (TPC) zaobserwowano w pyłku pszczelim ($2,04 \pm 0,02$ mg GAE/g). Około dwukrotnie mniejszą zawartość stwierdzono w pierdzde, natomiast najmniejszą zawartość zaobserwowano w miodzie i wosku pszczelim. Najwyższą ogólną zawartość sprzężonych związków fenolowych (wyrażoną jako suma związków fenolowych uwolnionych z wiązań estrowych i glikozydowych) stwierdzono w miodzie ($2,45 \pm 0,03$ mg GAE/g) oraz w pyłku, następnie w pierdzde, a najmniejszą zawartość w wosku pszczelim. W przypadku ogólnej zawartości wolnych i związanych flawonoidów (TFC), najwyższą zawartość wolnych TFC stwierdzono w pyłku pszczelim ($0,16 \pm 0,00$ mg QE/g) i pierdzde ($0,11 \pm 0,00$ mg QE/g). Natomiast najmniejszą zawartość wolnych TFC stwierdzono w miodzie i wosku pszczelim. Również w pyłku pszczelim odnotowano najwyższą zawartość skoniugowanych TFC, niższą zawartość stwierdzono w miodzie i pierdzde, a najmniejszą w wosku pszczelim. **Wykazano po raz pierwszy, że formy sprzężone badanych związków mają wyższy udział w ocenie TPC i TFC wybranych produktów pszczelich.**

Otrzymane ekstrakty poddano również analizie HPLC-TOF-MS/MS w celu zidentyfikowania wolnych i związanych związków fenolowych obecnych w badanych produktach pszczelich. **Przeprowadzona analiza wykazała obecność czternastu kwasów fenolowych** (*p*-kumarowy, *m*-kumarowy, kaftarowy, *m*-hydroksybenzoesowy, galusowy, chlorogenowy, synapinowy, protokatechowy, *p*-hydroksybenzoesowy, kawowy, kutarowy, wanilinowy, *trans*-cynamonowy, ferulowy) **oraz dziewięciu flawonoidów** (epikatechina, naringenina, orientyna, witeksyna, apigenina, luteolina, rutyna, kwercetyna, kemferol) w badanych próbkach produktów

pszczelich. Zaobserwowano, że kwasy *p*-kumarowy, *m*-hydroksybenzoesowy, galusowy, kwas chlorogenowy, synapinowy, protokatechowy, *p*-hydroksybenzoesowy, kawowy i kumarowy występowały jedynie w postaci sprzężonej w badanym materiale. Natomiast, kwasy *trans*-cynamonowy i wanilinowy zostały zidentyfikowane jedynie w ekstraktach nie poddanych hydrolizie. **Wyniki niniejszych badań wykazały po raz pierwszy, że kwasy fenolowe występują głównie w postaci sprzężonej w badanych produktach pszczelich.** Zjawisko to może być związane z dużym udziałem cukru w produktach pszczelich (Starowicz i in., 2021). Ponadto zaobserwowano, że tylko kwas *m*-kumarowy został zidentyfikowany we wszystkich analizowanych próbkach i występował głównie w postaci sprzężonej. Wolną postać tego kwasu stwierdzono jedynie w pierdze w ilości większej (0,95 µg/g) niż formy sprzężonej (0,59 µg/g). Kwas kaftarowy w pierdze i wosku pszczelim był obecny w obu postaciach, wolnej i sprzężonej. Z kolei wolną postać kwasu kaftarowego stwierdzono w miodzie. Kwas ferulowy w postaci wolnej wykryto w stosunkowo wysokich stężeniach tylko w pierdze, natomiast w postaci sprzężonej występował w pyłku i miodzie. Najwyższą sumę kwasów fenolowych określono w pierdze i miodzie (odpowiednio 60,96 i 63,05 µg/g), następnie w pyłku i wosku pszczelim. W pierdze dominowała wolna forma kwasu ferulowego, która stanowiła 80% sumy obecnych kwasów fenolowych. Kwas protokatechowy był dominującym kwasem fenolowym w pyłku a kwas *m*-kumarowy w miodzie. Natomiast w wosku pszczelim zaobserwowano tylko sprzężoną formę kwasów *m*-kumarowego oraz kaftarowy w obu postaciach: wolnej i skoniugowanej.

Spośród zidentyfikowanych flawonoidów, epikatechinę stwierdzono jedynie w postaci wolnej w pierdze i pyłku pszczelim. Z kolei naringenina została zidentyfikowana głównie w postaci wolnej w pierdze i miodzie. Ponadto w pierdze wykryto niewielką ilość naringeniny w formie sprzężonej. Zaobserwowano, że orientyna w postaci wolnej stanowiła około 70% sumy tego związku w pierdze. Jednak trend ten odwrócił się w przypadku pyłku pszczelego, w którym orientyna w postaci wolnej stanowiła 30%, a w formie skoniugowanej 70% sumy tego związku zidentyfikowanego w tym produkcie pszczelim. Witeksynę znaleziono w postaci skoniugowanej w pyłku i miodzie. W miodzie stwierdzono również witeksynę w postaci wolnej, ale około 7-krotnie mniejszej zawartości w porównaniu do postaci skoniugowanej. Apigenina występowała w postaci skoniugowanej w pierdze, pyłku i miodzie, natomiast śladowe ilości jej wolnej postaci wykryto w pierdze i pyłku. Luteolinę stwierdzono w postaci skoniugowanej we wszystkich produktach pszczelich z wyjątkiem wosku pszczelego. Wolną postać luteoliny zidentyfikowano jedynie w pierdze, a ilość jej wolnej formy była około pięciokrotnie mniejsza niż jej formy sprzężonej. Rutyna została wykryta zarówno w postaci wolnej, jak i skoniugowanej tylko w pyłku pszczelim i pierdze. Kwercetyna występowała w postaci wolnej tylko w pierdze, w postaci

skoniugowanej tylko w miodzie a w obu postaciach w pyłku. Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że największą zawartością sumy flawonoidów charakteryzowała się pierzga, następnie pyłek i miód. W wosku pszczelim nie wykazano obecności związków z grupy flawonoidów. Dominującymi flawonoidami w pierdze były skoniugowana witeksyna i wolna orientyna. Z kolei pyłek pszczeli charakteryzował się znaczną zawartością wolnej oraz sprzężonej formy orientyny i kempferolu. W miodzie dominującym związkiem była apigenina, a następnie witeksyna.

Wyniki niniejszych badań dowodzą, że badane produkty pszczele są bogatym źródłem szeregu związków bioaktywnych, a każdy z nich charakteryzuje się własnym, unikalnym profilem tych substancji. Zaobserwowano, że największą zawartością związków bioaktywnych charakteryzują się pyłek pszczeli i pierzga. Ponadto wykazano, że związki fenolowe w badanych produktach pszczelich głównie występują w postaci związanej.

Ad. 2. Ocena wpływu zawartości związków biologicznie czynnych w wybranych produktach pszczelich na pojemność przeciwutleniającą i aktywność mikrobiologiczną (O.1, O.3, O.4)

Do oceny różnic pojemności przeciwutleniającej badanych produktów pszczelich wykorzystano metodę zdolności do wymiatania kationorodników $ABTS^{*+}$, rodniaków $DPPH^*$ (metody zastosowane w O3 i O4) i anionorodnika ponadtlenkowego (O_2^{*-}) z wykorzystaniem metody fotochemiluminescencyjnej (PCL) przeciwutleniaczy rozpuszczalnych w środowisku wodnym (ACW) oraz lipidowym (ACL) (metody zastosowane w O1 i O3). Dodatkowo określono pojemność redukcyjną badanego materiału za pomocą metod ORAC (metoda zastosowana w O1) i FRAP (metoda zastosowana w O1 i O3).

W publikacji O1, **wykazano, że pojemność przeciwutleniająca pierzgi oznaczona metodą PCL (wyrażona jako suma ACW+ACL) była 200-krotnie wyższa w porównaniu z miodem.** Dodatkowo obliczono stosunek ACW/ACL dla pierzgi i miodu, który wyniósł odpowiednio 0,59 i 1,06. Oznacza to, że w miodzie dominowała frakcja hydrofilowa, natomiast w pierdze – lipofilowa. Wyższa wartość ACL w pierdze może być związana z wysoką zawartością przeciwutleniaczy lipofilnych, takich jak witamina E. Ponadto może to sugerować, że tokoferole, a wśród nich α -tokoferol, są bardzo aktywnymi przeciwutleniaczami i mają duży udział w ogólnej pojemności przeciwutleniającej pierzgi. W przypadku pojemności redukcyjnej pierzgi i miodu określonej metodami ORAC i FRAP była **2- i 42-krotnie krotnie wyższa w pierdze w porównaniu do miodu.**

Z uzyskanych danych wynika, że pierzga, pyłek i wosk pszczeli charakteryzowały się

wyższymi wartościami pojemności przeciwutleniającej ACL niż ACW. Odwrotną sytuację zaobserwowano jedynie w przypadku miodu (O3). Wykazano, że pierzga charakteryzowała się ponad 6-krotnie wyższymi wartościami pojemności przeciwutleniającej ACL niż ACW, podczas gdy pyłek miał 3-krotnie większy stosunek ACL/ACW. Jednak największy stosunek ACL/ACW stwierdzono w wosku pszczelim, a wartość pojemności przeciwutleniającej ACL były ponad 40-krotnie wyższa niż ACW. Pojemność przeciwutleniająca badanych produktów pszczelich oznaczona metodą wymiatania anionorodnika przeciwutleniaczy rozpuszczalnych w środowisku lipofilnym (ACL) malała w następującej kolejności: pierzga > pyłek > wosk pszczeli > miód, natomiast przeciwutleniaczy rozpuszczalnych w środowisku hydrofilnym (ACW): pierzga > pyłek > wosk pszczeli = miód. Uzyskane dane wykazały, że ekstrakty pierzgi, pyłku i wosku pszczelego mają wysoką zdolność przeciwutleniającą ze względu na dużą zawartość przeciwutleniaczy rozpuszczalnych w środowisku lipofilnym (ACL), natomiast przeciwutleniacze hydrofilowe (ACW) tych produktów pszczelich mają znacznie niższy status antyoksydacyjny. W przypadku miodu zauważono wyższą pojemność przeciwutleniającą przeciwutleniaczy hydrofilowych w porównaniu z przeciwutleniaczami lipofilowymi miodu. Uzyskane wyniki pozostają w zgodności z tymi uzyskanymi w publikacji O1.

Najwyższą wartość pojemności przeciwutleniającej wyznaczoną metodą wymiatania rodników ABTS^{•+} i DPPH[•] oraz oceny pojemności redukcyjnej stwierdzono w pyłku. Pojemność przeciwutleniająca oznaczona metodą DPPH w pierzdze, wosku pszczelim i miodzie była o około 40, 97 i 99% niższa niż pojemność przeciwutleniająca określona dla pyłku. Dwukrotnie niższą pojemność przeciwutleniającą uzyskano dla ekstraktów miodu oznaczoną za pomocą testu ABTS w porównaniu z pyłkiem. Z kolei najniższe wartości pojemności przeciwutleniającej zbadane testem ABTS uzyskano dla wosku pszczelego. Pojemność redukcyjna (test FRAP) pierzgi była o 60% niższa, miodu o 54%, natomiast wosku pszczelego aż o 89% niższa niż pyłku ($76,94 \pm 4,48$ mmol Trolox/g). Średnia pojemność przeciwutleniająca produktów pszczelich malała w kolejności: ABTS > ACL (przeciwutleniacze rozpuszczalne w środowisku lipofilnym) > ACW (przeciwutleniacze rozpuszczalne w środowisku hydrofilnym) > DPPH. Obserwowane wartości pojemności przeciwutleniającej badanych produktów pszczelich są związane z zawartością rozpuszczalnych w wodzie (np. witamina C) oraz rozpuszczalnych w tłuszczach (np. witamina E, polifenole) związków o właściwościach przeciwutleniających.

Analiza głównych składowych (PCA) wykazała silną dodatnią korelację między TPC i DPPH oraz FRAP (odpowiednio $r = 0,932$ i $0,917$), co wskazuje na ścisłą korelację między zawartością związków fenolowych w produktach pszczelich a ich właściwościami przeciwutleniającymi oznaczonymi za pomocą testu DPPH oraz właściwościami redukującymi.

Ponadto TPC było dodatnio skorelowane z wynikami testów ABTS i ACW (odpowiednio $r = 0,736$ i $0,639$). Stwierdzono również wysoce dodatnią korelację między TFC a testem DPPH oraz dodatnią korelację między TFC a FRAP, ABTS i ACW. Ponadto stwierdzono silną korelację między testem ACL a zawartością kwasu protokatechowego, orientyny, witeksyny i *O*-heksozyd kwasu protokatechowego (odpowiednio $r = 0,958$, $0,925$, $0,925$ i $0,968$). **Sugeruje to, że synergistyczne działanie kwasów fenolowych i flawonoidów wpływa na kreowanie potencjału przeciwutleniającego produktów pszczelich.**

W pracy **O4**, największą zdolność do wychwytywania rodników $ABTS^{*+}$ dla wolnych form związków fenolowych stwierdzono w pyłku pszczelim i pierdze. Istotnie niższą aktywność przeciwutleniającą odnotowano w miodzie i wosku pszczelim. W przypadku skoniugowanych form związków fenolowych największą zdolność do wychwytywania rodników $ABTS^{*+}$ stwierdzono w próbce miodu, następnie w pyłku i w pierdze. Najniższą pojemność przeciwutleniającą oznaczono dla wosku pszczelego. Całkowita pojemność przeciwutleniająca wyznaczona za pomocą testu ABTS malała w kolejności: pyłek > miód > pierzga > wosk pszczeli.

Potencjał neutralizacji rodników DPPH^{*} przez wolne formy polifenoli malał w kolejności: pyłek pszczeli > pierzga > miód > wosk pszczeli. Natomiast pojemność przeciwutleniająca sprzężonych związków fenolowych malała następująco: miód > pyłek pszczeli > pierzga > wosk pszczeli. Całkowitą pojemność przeciwutleniającą mierzona testem DPPH malała w kolejności: pyłek pszczeli > pierzgę > miód > wosk pszczeli.

Zaobserwowano, że wartości pojemności przeciwutleniającej wolnych form związków fenolowych mierzona metodą ABTS były niższe niż te uzyskiwane metodą DPPH, natomiast dla sprzężonych związków fenolowych wyniki były na tym samym poziomie w obu metodach. **Wyniki niniejszych badań wykazały po raz pierwszy, że w obu przeprowadzonych testach skoniugowane formy polifenoli miały nawet 10-krotnie wyższą pojemność przeciwutleniającą niż wolne.** Analiza PCA wykazała wysoką dodatnią korelację między zastosowanymi testami do określenia pojemności przeciwutleniającej a TPC i TFC. Niniejsze obserwacje zostały również potwierdzone w pracy **O3**.

Do oceny właściwości przeciwdrobnoustrojowych badanych produktów pszczelich wykorzystano osiem bakterii Gram-dodatnich i sześć bakterii Gram-ujemnych (**praca O3**). Wyniki niniejszych badań wykazały, że trzy produkty pszczele (pierzga, pyłek i miód) wykazywały działanie przeciwdrobnoustrojowe. **Największą aktywność przeciwdrobnoustrojową wykazywała pierzga**, która hamowała wzrost wszystkich badanych bakterii w stężeniu 35% (z wyjątkiem *Enterococcus faecalis* 24 i ss1-1, gdzie działanie hamujące obserwowano przy stężeniu 45%). Silniejsze właściwości przeciwdrobnoustrojowe pierzgi można wiązać z większym

stężeniem kwasu galusowego w porównaniu z pyłkiem pszczelim i miodem, a także z obecnością witeksyny i orientyny, których nie wykryto w innych badanych produktach pszczelich. Również pyłek pszczeli wykazywał działanie przeciwdrobnoustrojowe wobec wszystkich użytych w badaniu szczepów, jednak do zahamowania wzrostu bakterii potrzebne były wyższe jego stężenia, tj. 45–90% wobec bakterii Gram-dodatnich i 35–75% wobec bakterii Gram-ujemnych. Pierzga i pyłek wywoływały podobny efekt hamujący wzrost badanych szczepów, jednak występowała różnica w średnicach stref zahamowania wzrostu pomiędzy próbkami. Różnica ta może wynikać z odmiennej zawartości i profilu związków bioaktywnych, w tym głównie polifenoli (Ivanišová i in., 2015). W przypadku miodu zaobserwowano, że produkt ten hamował wzrost tylko niektórych z badanych bakterii (*Staphylococcus aureus* G3, *S. aureus* 629G, *S. aureus* 6ATCC29213, *Listeria monocytogenes* 67, *L. monocytogenes* ATCC1912; *Escherichia coli* 14169 i *E. coli* 25922) i to w stężeniu 50–90%. **Ponadto stwierdzono, że aktywność przeciwdrobnoustrojowa pierzgi i pyłku pszczelego była silniejsza w stosunku do szczepów Gram-ujemnych. W przypadku miodu zaobserwowano silniejsze działanie hamujące na bakterie Gram-dodatnie.**

Do kolejnego etapu badań oceniających aktywność przeciwdrobnoustrojową mającą na celu określenie najniższego stężenia produktów pszczelich hamujące wzrost szczepu testowego (ang. Minimum Inhibitory Concentration, MIC). zostały wybrane produkty o największych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Produktami pszczelimi o najwyższej aktywności przeciwdrobnoustrojowej okazały się pyłek oraz pierzga. Ta ostatnia wykazywała najwyższe działanie antybiotyczne wobec *S. aureus* 629G i ATCC29213, *L. monocytogenes* 74 i ATCC1912 oraz wobec trzech szczepów *Salmonella Typhimurium* w stężeniu 25%. Jednak najwyższe wyniki uzyskano wobec trzech badanych szczepów *E. coli* (w stężeniu 15–20%). Pyłek pszczeli charakteryzował się najwyższą aktywnością antybiotyczną tylko w stosunku do szczepów *E. coli*. Najslabszy efekt hamujący pierzga i pyłek wykazywały wobec szczepów *S. aureus* G3, *E. faecalis* i *L. monocytogenes* 67.

Analiza PCA przeprowadzona pomiędzy badanymi szczepami a zawartością związków bioaktywnych wykazała dodatnią korelację między TPC vs. *E. faecalis* 24, TPC vs. *E. faecalis* ss1-1, TPC vs. *E. coli* ATCC8793 oraz TPC vs. wszystkie badane szczepy *S. Typhimurium*. Również dodatnią korelację zaobserwowano pomiędzy aktywnością mikrobiologiczną i TFC. Z kolei najwyższą dodatnią korelację między badanymi szczepami a zawartością poszczególnych związków fenolowych uzyskano dla kwasów: galusowego, elagowego, neochlorogenowego, chlorogenowego i protokatechowego. **Uzyskane dane wskazują, że to kwasy fenolowe, a nie flawonoidy są głównymi związkami wpływającymi na mikrobiologiczne właściwości produktów pszczelich.**

Podsumowując uzyskane wyniki dowodzą, że największymi właściwościami przeciwartemianającymi i mikrobiologicznymi charakteryzują się pierzga oraz pyłek pszczeli. Wyżej wymienione właściwości wynikają z zawartości (obecności) i synergicznego działania związków bioaktywnych.

Ad. 3. Określenie profilu i zawartości związków lotnych oraz cukrów na jakość sensoryczną wybranych produktów pszczelich (O.2)

Na podstawie przeprowadzonej analizy HS-SPME-GC/MS zidentyfikowano łącznie 55 związków lotnych znajdujących się w pierzdze, pyłku, miodzie i wosku pszczelim. Wśród zidentyfikowanych związków lotnych 15 należało do alkanów, 8 do monoterenów, 7 alkoholi, 7 kwasów, 5 aldehydów, 2 estry, 2 ketony i 2 związki należące do benzenów. Ponadto zidentyfikowano po jednym związku należących do dwusiarczków, sulfotlenków, furanów, węglowodorów, piroli i laktonów.

Zaobserwowano, że tylko trzy związki lotne (nonanal, furfural i benzaldehyd) zostały zidentyfikowane we wszystkich badanych produktach pszczelich. Stwierdzono również, że 2,4-dimetyloheptan, 4-metylo-oktan, 2-metylo-nonan, 4-metylododekan, dodekan, oktanal, i tetradekan zostały zidentyfikowane w wosku pszczelim, pierzdze i pyłku, podczas gdy kwas octowy i heksanowy były obecne tylko w pierzdze, pyłku i miodzie. Ponadto zaobserwowano, że kilka związków lotnych zostało wykrytych tylko w jednym produkcie pszczelim. Dziewięć substancji lotnych (*o*-cymen, *p*-cymen, tlenek *cis*-linaloolu, linalool, hotrienol, dihydro-4-metyl-2(3H)-furanon, kwas 3-metylowalerianowy, *p*-cymen-8-ol i kwas heptanowy) było obecnych tylko w miodzie, sześć (benzylometylosulfotlenek, 2-penten-1-ol, ester kwasu 2-propenyl-2-propenowego, (E,E)-2,4-heptadienal, werbenon (I), ester 3-fenilo-metylowy kwasu 2-propenowego) w pyłku, natomiast pięć związków lotnych (α -pinen, 1-heptanol, dekanal, 1-oktanol, 1-nonanol) zidentyfikowano tylko w wosku pszczelim.

Całkowitą sumę związków lotnych określono w zakresie 138,29-267,13 ppm (przedstawione jako suma pól powierzchni pod pikami). Najwyższą względną zawartość tych związków stwierdzono w pyłku ($267,13 \pm 8,32$ ppm). Nie stwierdzono jednak różnic istotnych statystycznie między pyłkiem a pierzgą ($p < 0,05$). Natomiast najniższą sumę substancji lotnych oznaczono w wosku pszczelim ($138,29 \pm 5,73$ ppm). Sumę substancji lotnych można uszeregować w następujący sposób: pyłek pszczeli \geq pierzga $>$ miód $>$ wosk pszczeli. Liczba zidentyfikowanych substancji lotnych w produktach pszczelich była następująca: pyłek (33 związki) $>$ pierzga (32) $>$ miód = wosk pszczeli (20).

W pyłku dominowały dwa związki: 2,4-dimetyloheptan i 4-metylo-oktan. Natomiast główną grupę związków chemicznych stanowiły alkany (65,5% wszystkich substancji lotnych). Benzaldehyd charakteryzował się najwyższym udziałem procentowym w profilu związków lotnych w miodzie. Dominowały w nim dwie grupy chemiczne: aldehydy i monoterpény, które stanowiły odpowiednio 27 i 29% sumy wszystkich związków. W przypadku pierzgi zaobserwowano dominację czterech związków, w tym trzy związki z grupy alkenów (dekan, 2,6,11-trimetyl-dodekane i 1-tridekane) oraz jeden z grupy furanów (furfural). Dodatkowo, wyniki wskazują na wysoki udział alkanów w pierzdze, stanowiący 47% wszystkich zidentyfikowanych związków. Co więcej, była to jedyna próbka z badanych produktów pszczelich, której profil związków lotnych był wspólny z profilami pozostałych próbek. **Wyniki niniejszych badań wykazały po raz pierwszy, że substancje lotne obecne w pyłku pszczelim odgrywały ważniejszą rolę w tworzeniu profilu związków lotnych pierzgi niż te obecne w miodzie.** Profil substancji lotnych zidentyfikowany w wosku pszczelim różnił się istotnie od profilu związków określony w miodzie, pyłku i pierdze. Analiza HS-SPME-GC/MS wykazała obecność tylko pięciu z trzynastu klas związków chemicznych wykrytych w badanych produktach pszczelich. Zaobserwowano, że dominującym związkiem lotnym w wosku pszczelim był 2,4-dimetyloheptan. W tym produkcie pszczelim alkany były dominującą grupą związków z 54,1% udziałem w profilu zapachowym.

Zawartość cukrów jest istotna nie tylko z punktu widzenia autentyczności produktu, ale również akceptacji przez konsumentów, którzy zdecydowanie preferują produkty bardziej słodkie (zarówno pod względem smaku, jak i aromatu). Biorąc powyższe pod uwagę, w badanym materiale oceniono również zawartość cukrów (glukozy, fruktozy i sacharozy). Zaobserwowano, że głównymi cukrami w badanych produktach pszczelich były glukoza i fruktoza. Glukoza dominowała tylko w wosku pszczelim, natomiast fruktoza była głównym cukrem w pyłku, pierdze i miodzie. Natomiast, w wosku pszczelim nie stwierdzono obecności sacharozy.

Największą zawartość cukrów ogółem oznaczono w miodzie (54,02 g/100 g), w pyłku (25,63 g/100 g) i pierdze (16,81 g/100 g), a najmniejszą w wosku pszczelim (2,09 g/100 g). Co więcej, analizowany miód (w tym również pozostałe produkty pszczele) spełniał wymagania określone w przepisach europejskich dotyczące sumy fruktozy i glukozy oraz dopuszczalnej normy poziomu sacharozy (Regulation EC 1333/2008 (2008); European Union Directive, 2001).

Analizę jakości sensorycznej badanych produktów pszczelich w aspekcie barwy i zapachu oceniono metodą ilościowej analizy opisowej (ang. Quantitative Descriptive Analysis – QDA). W badanych próbkach pszczelich uwzględniono siedem jednostkowych cech jakości obejmujących: 1 cechę wyglądu (barwa żółta) i 6 wyróżników zapachu (miodowy, słodki, kwaśny, ostry, woskowy i pochodzenia roślinnego). Badanych produktów pszczelich nie poddano analizie

sensorycznej pod kątem wyróżników smaku ze względu na brak bezpośredniego spożycia wosku pszczelego. Według ocen panelu sensorycznego, wosk pszczeli był produktem najmniej żółtym z wartością 3,53 jednostek umownych (j.u.) w porównaniu z pierzgą (9,00 j.u.), miodem (7,00 j.u.) i pyłkiem (5,00 j.u.). Analizując cechy opisujące zapach, miód uzyskał najwyższą notę za zapach miodowy (2–3 razy wyższy w porównaniu z woskiem pszczelim i pierzgą) oraz produkt ten charakteryzował się najsłodszy aromatem w porównaniu z pozostałymi produktami pszczelimi. Ocena sensoryczna wykazała, że pyłek charakteryzował się brakiem miodowego zapachu, ale jego aromat został opisany za pomocą atrybutów tj.: słodki, kwaśny i pochodzenia roślinnego. Ponadto wykazano, że pierzga wykazywała największe nasilenie cech aromatu kwaśnego, podczas gdy w przypadku wosku pszczelego kwasowość nie została rozpoznana wcale. Inne deskryptory zapachu, w tym woskowy, ostry i roślinny, odnotowano tylko odpowiednio w wosku pszczelim, miodzie i pyłku. Zapach woskowy w wosku pszczelim i zapach pochodzenia roślinnego w pyłku uzyskały odpowiednio wysokie oceny 6,00 i 5,80 j.u., co można uznać za markery sensoryczne tych dwóch produktów.

Analiza sensoryczna może być pomocna w wyborze produktów pszczelich o najwyższym wskaźniku nut zapachowych i wysokiej akceptacji konsumenckiej. Dlatego zawartość cukrów i profil związków lotnych można skorelować z deskryptorami sensorycznymi produktów pszczelich. W tym celu przeprowadzono analizę częściowych najmniejszych kwadratów (ang. Partial Least Squares - PLS) w celu oceny związku między produktami pszczelimi, związkami zapachowymi i deskryptorami sensorycznymi. **Zaobserwowano, że pierzga była dodatkowo skorelowana z jednym deskryptorem sensorycznym (zapach kwaśny) i jedenastoma substancjami lotnymi** (3,8-dimetylo-dekan, 2,6,11-trimetylo-dodekan, heksanal, 1-(3,3-dimetylo-butyl)benzen, 2,6,10-trimetylo-tetradekan, 6-metylo-5-hepten-2-on, kwas octowy, (E,E)-3,5-oktadien-2-on, 1-etylo-1H-pirol-2-karbaldehyd, butyrolakton i kwas 2-metyloheksanowy). **Większość związków korelujących z pierzgą charakteryzowała się „zielonym”, owocowym, cytrusowym i/lub ostrym aromatem.** Z kolei przeprowadzona analiza wykazała, że pyłek był skorelowany z jednym związkiem lotnym (5-metylododekanem). Miód był dodatkowo skorelowany z dwunastoma związkami lotnymi (*o*-cymen, *p*-cymen, tlenek *cis*-linalolu, furfural, benzaldehyd, linalol, hotrienol, dihydro-4-metylo-2(3H)-furanon, kwas 2/3-metylobutanowy, *p*-cymen-8-ol, kwas 3-metylowalerianowy, kwas heptanowy i kwas nonanowy). **Wykazano, że miód był dodatkowo skorelowany z sensorycznym deskryptorem ostrego zapachu**, na który pozytywny wpływ może mieć obecność *o*-cymenu, *p*-cymenu, tlenku *cis*-linaloolu, benzaldehydu, linaloolu, hotrienolu, dihydro-4-metylo-2(3H)-furanonu, kwasu 2/3-metylo-butanowego, *p*-cymen-8-olu, kwasu 3-metylowalerianowego i kwasu heptanowego.

Ponadto zaobserwowano, że miód był dodatnio skorelowany z cukrami, najsilniej zaś z glukozą.

Wykazano, że zapach woskowy koreluje z obecnością związków lotnych tj.: α -pinenu, oktanal, nonanal, 1-heptanolu, 1-oktanolu i 1-nonanolu. Związki nadające aromat tj.: 2-penten-1-ol, ester 2-propenylo-2-propenowy, (E,E)-2,4-heptadienal, werbenon (I), ester 3-fenylometylowy kwas 2-propenowy i 5-metylodekan były silnie skorelowane z aromatem pochodzenia roślinnego, podczas gdy kwas heksanowy był dodatnio skorelowany z zapachem kwaśnym. Ponadto zaobserwowano silną korelację pomiędzy miodowym i słodkim aromatem a kwasem fenyletylowym, który cechuje się charakterystyczną kwiatową nutą. Zaobserwowano także korelację między 2,6-dimetylo-nonanem a barwą żółtą. Sacharoza, fruktoza i glukoza były silnie skorelowane odpowiednio z 2,6-dimetylo-nonanem, disiarczkiem dimetylu i kwasem nonanowym.

Osiągnięciem tych badań jest wykazanie, że badane produkty pszczele posiadają swój własny unikalny profil związków lotnych (zapachowych). Ponadto wykazano, że unikalne cechy sensoryczne badanych produktów pszczelich zależą od nakładającego się i synergicznego działania związków lotnych, które w przypadku produktów pszczelich odpowiadają głównie pochodzeniu botanicznemu i geograficznemu (Rodriguez-Flores i in., 2021; Da silva i in., 2016).

Ad. 4. Określenie profilu i zawartości zanieczyszczeń (furfural, 5-hydroksymetylfurfural, WWA i pozostałości pestycydów) w wybranych produktach pszczelich oraz ocena ryzyka wystąpienia nowotworów przez ekspozycję na WWA obecnych w miodzie, pyłku pszczelim oraz pierdze (O.5)

Bezpieczeństwo żywności ma kluczowe znaczenie dla zdrowia konsumentów i ekonomii żywności. Równoległe ze wzrostem światowej populacji rośnie zapotrzebowanie na podstawowe produkty żywnościowe (Sari i Esen, 2022; Ruby i in., 2019). Jednak szybki rozwój cywilizacyjny powoduje degradację środowiska i ekosystemu, prowadząc do zanieczyszczenia podstawowych produktów żywnościowych. Dlatego konieczne jest ich monitorowanie oraz określenie poziomu i źródła skażenia oraz ich potencjalnego wpływu na zdrowie konsumentów.

Analizie zawartości furfuralu, 5-hydroksymetylfurfuralu (HMF), pozostałości pestycydów i wielopierścienowych węglowodorów aromatycznych (WWA) poddano próbki miodu wielokwiatowego (H1), pierzgi (BB1), pyłku (BP1) i wosku pszczelego (BW1) pochodzące z województwa kujawsko-pomorskiego oraz próbki miodu wielokwiatowego (H2) i pierzgi (BB2) z województwa podlaskiego.

Otrzymane wyniki wykazały obecność furfuralu w trzech (H1, H2 i BB2) z sześciu analizowanych próbek i określono go w przedziale od 1,0 do 9,8 mg/kg. Najniższą zawartość

furfuralu stwierdzono w miodzie pozyskanym z północno-wschodniej części Polski (H2); natomiast najwyższą w pierzdze (BB2) z tego samego regionu. Ponadto tylko jedna próbka z centralnej Polski charakteryzowała się obecnością furfuralu i był to miód (H1). Stężenie tego związku w próbce H1 było ponad dwukrotnie wyższe niż w próbce H2 i ponad czterokrotnie niższe niż w pierzdze (BB2). Warto zauważyć, że brak jest jakichkolwiek wskazań lub ograniczeń zawartości furfuralu w produktach pszczelich (EFSA, 2004; Apriceno i in., 2018). Natomiast, nadmierne spożycie tego związku może powodować wiele niekorzystnych skutków zdrowotnych, w tym: podrażnienia oczu, nudności, zaburzenia czynności wątroby i nerek, bóle głowy, osłabienie, zaburzenia ośrodkowego układu nerwowego, mutacje i nowotwory (Ghosh i in., 2022).

HMF wykryto we wszystkich analizowanych próbkach z wyjątkiem wosku pszczelego. Najwyższe stężenie odnotowano w próbce H1 ($28,1 \pm 0,4$ mg/kg). O około 3 mg/kg mniejszą zawartość oznaczono w H2 i BB1, natomiast najmniejszą w próbce BP1 ($7,1 \pm 0,7$ mg/kg). Stężenie HMF malało w następującej kolejności: H1 > H2 = BB1 > BB2 > BP1. Zgodnie z komisją Codex Alimentarius Standard, maksymalna dopuszczalna zawartość HMF w miodzie wynosi 40 mg/kg (z wyjątkiem miodu tropikalnego, gdzie ta granica wynosi 80 mg/kg), aby zapewnić, że produkt nie był poddawany nadmiernemu ogrzewaniu podczas przetwarzania i jest bezpieczny do spożycia (Alimentarius, 2001). W badanych próbkach miodu zawartość HMF wynosiła poniżej 40 mg/kg; ponadto w przypadku pozostałych próbek produktów pszczelich (BB1, BB2, BP1) ilość tego związku również była niższa od dopuszczalnej. Zaobserwowano, że próbki pobrane z centralnej Polski (H1, BB1 i BP1) charakteryzowały się wyższym stężeniem tego związku niż próbki z północno-wschodniej części (H2 i BB2). Z dostępnej literatury wynika, że ludzie mogą spożywać od 30 do 150 mg HMF dziennie w różnych produktach spożywczych; jednak jego bezpieczne poziomy spożycia nie są określone. Może to wynikać z faktu, że metabolizm, biotransformacja i wydalanie HMF, a tym samym szybkość usuwania z organizmu, może zależeć od indywidualnej zmienności (Shapla i in., 2018).

Badane produkty pszczele podano analizie na obecność 56 różnych pestycydów. W badanym materiale wykryto obecność tylko dwóch pestycydów, były to: sulfon aldikarbu i chloropiryfos. Sulfon aldikarbu stwierdzono w próbce H1, natomiast chloropiryfos w próbce BP1. Sulfon aldikarbu jest metabolitem insektycydu aldikarb stosowanego do zwalczania owadów, roztoczy i nicieni w uprawach rolniczych (Damasceno i in., 2008), podczas gdy chloropiryfos jest pestycydem fosforoorganicznym stosowanym do zwalczania owadów i roztoczy. Związek ten jest umiarkowanie toksyczny, ale może powodować wiele

niekorzystnych problemów zdrowotnych, tj.: zaburzenia układu nerwowego, rozrodczego, odpornościowego i endokrynologicznego, rozwój nowotworów oraz uszkodzenie chromosomów (Almeida i in., 2020).

Obecność i stężenie neonikotynoidów (klotianidyny, imidachlopyrydu, acetamiprydu i tiametoksamu) analizowano metodą HPLC-DAD. Większość próbek nie zawierała żadnego lub niewielkie ilości oznaczanych pestycydów. Klotianidynę stwierdzono jedynie w próbkach miodów. Wyższe stężenie występowało w miodzie z centralnej Polski (0,84 mg/kg). Pozostałe dwa neonikotynoidy (imidachlopyryd i acetamipryd) wykryto jedynie w pierzdze pozyskanej z północno-wschodniej Polski (odpowiednio 71,93 i 37,12 mg/kg). Próbki BB1, BP1 i BW były wolne od neonikotynoidów. Brak obecności neonikotynoidów w pyłku mógł wynikać z faktu, że najwyższych stężeń tych substancji należy spodziewać się bezpośrednio po oprysku. Co więcej, zanieczyszczony pyłek może zostać szybko przeniesiony przez wiatr, zmniejszając stężenie w obszarach stosowania i zwiększając stężenie w innych miejscach. Sugeruje to, że wysokie stężenia pestycydów w pyłkach można łatwo przeoczyć, jeśli próbki są pobierane poza okresami stosowania pestycydów (Beyer i in., 2018). Ponadto w żadnej próbce nie wykryto tiametoksamu. Jego brak w analizowanych produktach pszczelich może być związany z metabolizmem tego związku do klotianidyny zachodzącym u pszczół miodnych, w glebie i roślinach (Nauen i in., 2001).

Rozporządzenie Komisji UE i EFSA określa maksymalne limity pozostałości dla klotianidyny, tiametoksamu, imidachlopyrydu i acetamiprydu wynoszące 0,05 mg/kg w miodzie i innych produktach pszczelich (Commission Regulation (EU) 2017 i 2021; EFSA 2022). **Uzyskane wyniki wykazały, że dopuszczalne stężenia neonikotynoidów w analizowanych produktach pszczelich zostały znacznie przekroczone w stosunku do zaleceń.** Istnieje wiele niepożądanych skutków nadmiernej ekspozycji na neonikotynoidy, głównie to wpływ na nikotynowy receptor acetylocholino ssaków (nAChR), oraz na reprodukcję i rozwój ssaków (Cimino i in., 2017).

Wszystkie analizowane produkty pszczele charakteryzowały się obecnością związków określonych jako „lekkie” WWA (2 i 3 pierścienie w cząsteczce) (naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren). Tylko dwa „ciężkie” WWA (4 i 5 pierścieni w cząsteczce) (benzo[a]antracen, chryzen) zostały wykryte powyżej poziomu oznaczalności. Pozostałych „ciężkich” WWA (benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]fluoranten, benzo[e]piren, benzo[a]piren, indeno[1,2,3-c,d]piren, dibenzo[a,h] antracen, benzo[g,h,i]perylen) nie wykryto w badanym materiale.

Wykazano, że fenantren był dominującym związkiem w próbkach miodu, pierzgi i pyłku.

Natomiast, wosk pszczeli charakteryzował się największą zawartością 2-metylnaftalenu.

Sumaryczna zawartość WWA w badanych produktach pszczelich wahała się od 324,0 do 866,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Najwyższą sumę WWA oznaczono w próbie BW1, natomiast najniższe wartości wskazano w próbie H1. W BW1 suma WWA była statystycznie istotnie wyższa niż w innych analizowanych produktach pszczelich. Dodatkowo określono sumę WWA4 (benzo[a]antracen, chryzen, benzo[b]fluoranten i benzo[a]piren), która jest wskaźnikiem obecności WWA w żywności. Najwyższą Σ WWA4 oznaczono w próbce BP1, natomiast najniższe wartości wskazano w próbce BW1. Warto podkreślić, że Rozporządzenie Komisji UE (Commission Regulation (EU), 2011) określa maksymalne poziomy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA4) w wielu produktach spożywczych, z wyjątkiem miodu i innych produktów pszczelich. Jednak zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE (Commission Regulation (EU), 2015) maksymalna zawartość benzo(a)pirenu, który jest stosowany jako marker występowania i skutków rakotwórczych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w suplementach diety zawierających mleczko pszczele nie powinna przekraczać 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Poziomy WWA4 w BB1, BB2 i BP1 były powyżej ustalonych limitów. Jedynie analizowane próbki miodu charakteryzowały się wartościami WWA4 niższymi niż 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$. **Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że badane produkty pszczele (poza miodem) mogą stanowić potencjalne zagrożenie dla konsumentów wynikające ze zbyt dużego stężenia WWA4.**

W niniejszej pracy (O5) określono źródła WWA w badanych próbkach. **Uzyskane dane sugerują, że głównym źródłem obecności WWA w produktach pszczelich są spaliny samochodowe.** Wykazano, że emisja benzyny może być odpowiedzialna za zanieczyszczenie WWA próbki BB1, natomiast emisja oleju napędowego próbek H1, H2, BB2 i BW1. Dodatkowo stwierdzono, że obecność WWA w H1, H2, BP1, BW1 może być spowodowana spalaniem trawy, drewna i węgla. Natomiast dodatkowym źródłem WWA w próbce BB2 może być spalanie paliw kopalnianych.

Do oceny stopnia narażenia ludzi na WWA poprzez spożycie produktów pszczelich obliczono ryzyko wystąpienia nowotworów na podstawie wskaźnika ILCR (incremental lifetime cancer risk - zwiększone ryzyko zachorowania na nowotwory w ciągu całego życia) dla stężenia WWA w próbkach miodu, pierzgi i pyłku pszczelego. **Na podstawie obliczonego wskaźnika ILCR dla próbek miodu, dopasowano akceptowalne ryzyko dla zdrowia polskiego konsumenta,** zgodnie z przedziałami podanymi przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (US-EPA). **Wyniki niniejszych badań wykazały po raz pierwszy, że obliczone wskaźniki ILCR dla próbek pierzgi i pyłku pszczelego mogą stanowić wysokie**

zagrożenie dla zdrowia polskiego konsumenta. Dodatkowo została przeprowadzona analiza wrażliwości w celu ustalenia czynnika o największym wpływie wśród wartości wejściowych stosowanych do oceny rakotwórczości produktów pszczelich. **Na podstawie analizy Monte Carlo, stężenie WWA było zmienną o największym wpływie na ocenę ryzyka wystąpienia nowotworu (ILCR), w zakresie od 53,1 do 74,6%.** Natomiast masa ciała miała najmniejszy wpływ na ryzyko narażenia na WWA. Ponadto wykazano, że stężenie fenantrenu w produktach pszczelich może stanowić zagrożenie dla ludzi. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) zaklasyfikowała fenantren do grupy 3, co oznacza, że nie można sklasyfikować działania rakotwórczego tego związku (IARC, 2014, IARC, 1995). Jednak dostępne dane sugerują, że może być on główną światową przyczyną powodującą dysfunkcje serca kręgowców (Brette i in., 2017).

Osiągnięciem tych badań jest wykazanie, że badane produkty pszczele poza związkami wykazującymi pozytywne działanie na organizm konsumenta, są również źródłem szeregu zanieczyszczeń. Wykazano, że spożycie pierzgi, pyłku oraz miodu może stanowić potencjalne zagrożenie dla konsumentów wynikające ze zbyt dużego stężenia neonikotynoidów i WWA.

Ponadto, wyniki przedstawione w publikacji **O5** zostały zauważone przez Francuski Związek Weterynaryjny ds. pszczół miodnych SNGTV (Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires, www.sngtv.org). Niniejsza publikacja została zaprezentowana jako jedna z 10 najlepszych międzynarodowych publikacji dot. pszczół miodnych w S.N.G.T.V. Honeybee Commission Newsletter, International Press Review (numer 42 – march, 2023).

Podsumowanie

Najważniejsze osiągnięcia przedstawionego dorobku będącego podstawą postępowania habilitacyjnego:

1. wykazano, że badane produkty pszczele stanowią bogate źródło związków fenolowych, witamin C i E, które można wykorzystać w profilaktyce i łagodzeniu skutków chorób metabolicznych i sercowo-naczyniowych;
2. stwierdzono, iż pierzga i pyłek charakteryzują się największą zawartością substancji o korzystnym działaniu, a tym samym wyższą aktywnością przeciwutleniającą i mikrobiologiczną;
3. zaobserwowano, że związki fenolowe w badanych produktach pszczelich głównie występują w formie związanej, co może wskazać nowe kierunki wykorzystania produktów pszczelich;

4. udowodniono, że badane produkty pszczele posiadają swój własny unikalny profil związków lotnych (zapachowych), oraz że unikalne cechy sensoryczne badanych produktów pszczelich zależą od nakładającego się i synergicznego działania tych związków;
5. wykazano, że związki fenolowe i lotne obecne w pyłku miały większy wpływ na kształtowanie profilu tych związków w pierdzde niż te obecne w miodzie;
6. zaobserwowano, że badane produkty pszczele poza obecnością prozdrowotnych substancji, są również źródłem szeregu zanieczyszczeń;
7. stwierdzono, że pyłek pszczeli i pierzga poza szeregiem właściwości o działaniu prozdrowotnym mogą mieć wpływ na zwiększone ryzyko zachorowania na nowotwory wynikające ze zbyt dużego stężenia WWA.

Uzyskane wyniki badań w ramach osiągnięcia naukowego w postępowaniu habilitacyjnym prezentują wcześniej nie opisane podejście do oceny produktów pszczelich. Za szczególnie priorytetowe uważam dostarczenie aktualnej wiedzy naukowej dotyczącej wieloczynnikowej oceny produktów pszczelich w odniesieniu do strategicznych składników o korzystnym, jak i negatywnym działaniu na zdrowie konsumenta. Mając na uwadze złożoność i dynamikę zmian składu produktów pszczelich oraz uznając, że przeprowadzone badania naukowe mają kluczowe znaczenie dla konsumentów a także przemysłu farmakologicznego i spożywczego, efektem aplikacyjnym moich badań może być opracowanie min.: nowych produktów spożywczych, nutraceutyków, suplementów, leków a także technologii produkcji dostosowanych do aktualnych możliwości i zagrożeń. Mając także przekonanie, że potencjał do dalszej poprawy sytuacji zdrowotnej Polaków poprzez racjonalizację żywienia jest duży. Uważam, że w ramach edukacji żywieniowej można wykorzystać uzyskane wyniki badań w celu sformułowania zaleceń żywieniowych spożycia produktów pszczelich.

Wykaz cytowanej literatury

1. Alimentarius, Codex, (2001). Revised codex standard for honey. Codex Stan 12, 1982.
2. Almeida, M.O., Cloris, S.C.S., Faria, V.H.F., Ribeiro, M.C.M., Cantini, D.M., Soto-Blanco, B. (2020). Optimization of method for pesticide detection in honey by using liquid and gas chromatography coupled with mass spectrometric detection. *Foods*, 9, 1368.
3. Apriceno, A., Girelli, A.M., Scuto, F.R., Tarola, A.M., (2018). Determination of furanic compounds and acidity for Italian honey quality. *Flavour and Fragrance Journal*, 33, 411–419.
4. Beyer, M., Lenouvel, A., Guignard, C., Eickermann, M., Clermont, A., Kraus, F., Hoffmann, L. (2018). Pesticide residue profiles in bee bread and pollen samples and the survival of honeybee colonies—a case study from Luxembourg. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 32163–32177.

5. Blasco, C., Vazquez-Roig, P., Onghena, M., Masia, A., Picó, Y. (2011). Analysis of insecticides in honey by liquid chromatography–ion trap–mass spectrometry: comparison of different extraction procedures. *Journal of Chromatography A*, 1218, 4892–4901.
6. Brette, F., Shiels, A.H., Galli, G.L.J., Cros, C., Incardona, J.P., Scholz, N.L., Block, B.A. (2017). A novel cardiotoxic mechanism for a pervasive global pollution. *Scientific Reports*, 7, 41476
7. Cimino, A.M., Boyles, A.L., Thayer, K.A., Perry, M.J. (2017). Effects of neonicotinoid pesticide exposure on human health: a systematic review. *Environmental Health Perspectives*, 125, 155–162.
8. Commission Regulation (EU) No 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs.
9. Commission Regulation (EU) No 2015/1933 of 27 October 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in cocoa fibre, banana chips, food supplements, dried herbs and dried spices.
10. Commission Regulation (EU) No 2017/671 of 7 April 2017 amending Annex II to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for clothianidin and thiamethoxam in or on certain products (Text with EEA relevance).
11. Commission Regulation (EU) No 2021/1881 of 26 October 2021 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for imidacloprid in or on certain products (Text with EEA relevance).
12. Conte, P., Del Caro, A.; Urgeghe, P.P., Petretto, G.L., Montanari, L., Piga, A., Fedda, C. (2020). Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: Is bee pollen effective? *LWT-Food Science and Technology*, 118, 108711.
13. Cornara, L., Biagi, M., Xiao, J., Burlando, B. (2017). Therapeutic properties of bioactive compounds from different honeybee products. *Frontiers in Pharmacology*, 8, 412.
14. Da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O., Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309–323.
15. Damasceno, L.H.S., Adorno, M.A.T., Hirasawa, J.S., Varesche, M.B.A., Zaiat, M. (2008). Development and validation of a HPLC method for the determination of aldicarb, aldicarb sulfoxide and aldicarb sulfone in liquid samples from anaerobic reactors. *Journal of Brazilian Chemical Society*, 19, 1158–1164.
16. Dranca, F., Ursachi, F., Oroian, M. (2020) Bee bread: physicochemical characterization and phenolic content extraction optimization. *Foods*, 9, 1358.
17. EFSA, (2022). Modification of the existing maximum residue levels for acetamiprid in honey and various oilseed crops. *EFSA Journal*, 20, 7535.
18. EFSA. (2007). Beeswax (E901) as a glazing agent and a carrier for flavours. Scientific opinion of the pane on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC). *EFSA Journal*, 615, 1–28.
19. EFSA, (2004). Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the Commission related to furfural and furfural diethylacetal. *EFSA Journal*, 67, 1-27.
20. El-Seedi, H.R., Khalifa, S.A.M., El-Wahed, A.A., Gao, R., Guo, Z., Tahir, H.E., Zhao, C., Du, M., Farag, M.A., Musharraf, S.G., Abbas, G. (2020). Honeybee products: an updated review of neurological actions. *Trends in Food Science & Technology*, 101, 17–27.
21. European Union Directive (EU). Council Directive 2001/110/EC Relating to Honey; Official Journal of the European Communities: 2002. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2014:164:FULL&from=IT> (accessed on 12 May 2021).
22. Fratini, F., Cilia, G., Turchi, B., Felicioli, A. (2016). Beeswax: a minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9, 839–843.
23. Giampieri, F., Quiles, J.L., Cianciosi, D., Forbes-Hernandez, T.Y., Orantes-Bermejo, F.J., Alvarez-Suarez, J.M., Battino, M. (2022). Bee products: An emblematic example of underutilized sources of bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70, 6833–6848.
24. Ghosh, S., Falyouna, O., Malloum, A., Othmani, A., Bornman, C., Bedair, H., Onyeaka, H., Al-Sharify, Z.T., Ajala Jacob, O., Miri, T., Osagie, C., Ahmadi, S., (2022). A general review on the use of advance oxidation and adsorption processes for the removal of furfural from industrial effluents. *Microporous and Mesoporous Materials*, 331, 111638
25. IARC, (1995). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 63. International Agency for Research on Cancer (France).
26. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, (2014). Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for IARC Monographs during 2015–2019. 7-9 April 2014 (Lyon, France).

27. Ivanišová, E., Kacániová, M., Francáková, H., Petrová, J., Hutková, J., Brovarskyi, V., Velychko, S., Adamczuk, L., Schubertová, Z., Musilova, J. (2015), Bee bread-perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinárstvo*, 9, 592–598.
28. Khan, I.U., Dubey, W., Gupta, V. (2014). Medicinal properties of honey: a review. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 2, 149–156.
29. Kieliszek, M., Piwowarek, K., Kot, A.M., Błażejczak, S., Chlebowska-Śmigiel, A., Wolska, I. (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 170–180.
30. Kocot, J., Kielczykowska, M., Luchowska-Kocot, D., Kurzepa, J., Musik, I. (2018). Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: possible medical application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 7074209.
31. Mukherjee, I. (2009). Determination of pesticide residues in honey samples. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*, 83, 818–821.
32. Nauen, R., Ebbinghaus-Kintscher, U., Schmuck, R. (2001). Toxicity and nicotinic acetylcholine receptor interaction of imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera* (Hymenoptera: apidae). *Pest Management Science*, 57, 577–586.
33. Oleszczuk, P. (2007). Investigation of potentially bioavailable and sequestered forms of polycyclic aromatic hydrocarbons during sewage sludge composting. *Chemosphere*, 70, 288–297.
34. Oleszczuk, P. (2006). Persistence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sewage sludge-amended soil. *Chemosphere*, 65, 1616–1626.
35. Özkök, D., Silici, S. (2017). Antioxidant activities of honeybee products and their mixtures. *Food Science and Biotechnology*, 26, 201–206.
36. Ranneh, Y., Akim, A.M., Hamid, H.A., Khazaai, H., Fadel, A., Zakaria, Z.A., Albujja, M., Bakar, M.F.A. (2021). Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21, 30.
37. Regulation EC 1333/2008 (2008). Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives; Official Journal of the European Union: 16-33 (L 354). Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=celex%3A32008R1333> (accessed on 12 May 2021).
38. Rissato, S., Galhiane, M., Dealmeida, M., Gerenutti, M., Apon, B. (2007). Multiresidue determination of pesticides in honey samples by gas chromatography–mass spectrometry and application in environmental contamination. *Food Chemistry*, 101, 1719–1726.
39. Rodriguez-Flores, M.S., Falcão, S.I., Escuredo, O., Seijo, M.C., Vilas-Boas, M. (2021). Description of volatile fraction of Erica honey from the northwest of the Iberian Peninsula. *Food Chemistry*, 336, 127758.
40. Ruby, G.E., Ungku Zainal Abidin, U.F., Lihan, S., Jambari, N.N., Radu, S., (2019). A cross section study on food safety knowledge among adult consumers. *Food Control*, 99, 98–105.
41. Sancho-Galán, P., Amores-Arocha, A., Jiménez-Cantizano, A., Palacios, V. (2019). Use of multiflora bee pollen as a flor velum yeast growth activator in biological aging wines. *Molecules*, 24, 1763.
42. Sari, M.F., Esen, F., (2022). Concentration levels and an assessment of human health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in honey and pollen. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 66913–66921.
43. Shapla, U.M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M.I., Gan, S.H. (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12, 35.
44. Sharma, D., Nagpal, A., Pakade, Y.B., Katnoria, J.K. (2010). Analytical methods for estimation of organophosphorus pesticide residues in fruits and vegetables: a review. *Talanta*, 82, 1077–1089.
45. Starowicz, M., Hanus, P., Lamparski, G., Sawicki, T. (2021). Characterizing the volatile and sensory profiles, and sugar content of beeswax, beebread, bee pollen, and honey. *Molecules*, 26, 3410.
46. Zanella, R., Primel, E.G., Gonçalves, F.F., Martins, M.L., Adaime, M.B., Marchesan, E., Machado, S.L.O. (2008). Study of the degradation of the herbicide clomazone in distilled and in irrigated rice field waters using HPLC-DAD and GC-MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 19, 987–995.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

W październiku 2013 r. rozpocząłem studia doktoranckie w zakresie technologii żywności i żywienia w Instytucie Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie. Pracę doktorską pt. „Charakterystyka profilu związków betalainowych w produktach uzyskanych z buraka ćwikłowego oraz ich metabolitów w płynach ustrojowych ludzi i szczurów” wykonywałem pod kierunkiem dr hab. inż. Wiesława Wiczковского, prof. Instytutu w Zakładzie Chemii i Biodynamiki Żywności, Oddziału Nauki o Żywności, Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie.

W trakcie realizacji pracy doktorskiej podjąłem współpracę z Panią dr hab. Magdaleną Surmą, prof. URK z Katedry Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywienia, Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Wspólne badania dotyczyły opracowania metody ekstrakcji związków betalainowych z zastosowaniem dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej (d-SPE). Efekty współpracy zostały przedstawione w poniższej publikacji:

- **Sawicki T.**, Surma M., Zieliński H., Wiczowski W., 2016. Development of a new analytical method for the determination of red beetroot betalains using dispersive solid-phase extraction. *Journal of Separation Science*, 39, 2986-2994.

Współpraca z Panią dr hab. Magdaleną Surmą, prof. URK jest dalej kontynuowana i obecnie obejmuje analizę zanieczyszczeń znajdujących się w wybranych produktach spożywczych oraz wykazanie wpływu zawartości związków bioaktywnych zawartych w produktach pochodzenia roślinnego na zahamowanie powstawania produktów reakcji Maillarda w funkcjonalnych produktach wypiekowych. Ponadto część badań przedstawionych przeze mnie jako osiągnięcie naukowe (publikacja **O.5**) była realizowana w ramach współpracy z Panią dr hab. Magdaleną Surmą, prof. URK i dr hab. Anną Sadowską-Rociek, prof. URK.

W roku 2014 odbyłem 1 miesięczny staż naukowy w **Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN – CSIC) (Madryt, Hiszpania)** finansowany w ramach projektu REFRESH „Odblokowanie potencjału Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności dla wzmocnienia integracji z Europejską Przestrzenią Badawczą i rozwoju regionu”. Opiekunem naukowym była prof. Juana Frias. Głównym celem było określenie zdolności związków betalainowych zawartych w produktach uzyskanych z buraka ćwikłowego do hamowania aktywności enzymu konwertującego angiotensynę (Angiotensin Converting Enzyme - ACE). W

wyniku realizacji stażu opublikowano pracę:

- **Sawicki T.**, Martinez-Villaluenga C., Frias J., Wiczkowski W., Peñas E., Bączek N., Zieliński H. (2019). The effect of processing and in vitro digestion on the betalain profile and ACE inhibition activity of red beetroot products. *Journal of Functional Foods*, 55, 229-237.

W roku 2019 uzyskałem finansowanie w ramach stypendium „POST – DOC” w konkursie KNOW „Zdrowe Zwierzę – Bezpieczna Żywność” na 5-miesięczny staż naukowy do **Laboratory of Molecular and Cellular Toxicology, Department of Health Sciences, University Magna Graecia of Catanzaro (Włochy)**. Opiekunem naukowym była dr hab. Elżbieta Janda. Obszar badań koncentrował się na wykazaniu korzystnych i ochronnych działań związków biologicznie aktywnych (polifenoli bergamotki) w kontekście indukcji autofagii w komórkach wątrobowych i dalszemu rozwojowi w kierunku niealkoholowego stłuszczenia wątrobowego (NAFLD). W wyniku realizacji stażu opublikowano pracę:

- Capomolla, A.S., Janda, E., Paone, S., Parafati, M., **Sawicki, T.**, Mollace, R., Ragusa, S., & Mollace, V. 2019. Atherogenic index reduction and weight loss in metabolic syndrome patients treated with a novel pectin-enriched formulation of bergamot polyphenols. *Nutrients*, 11, 1271.

W roku 2021 wyjechałem na 6 miesięczny staż naukowy do **Department of Nutritional Sciences, College of Health and Human Development, The Pennsylvania State University (USA)**, finansowany w ramach projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości na lata 2019-2022 dla Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (nr projektu 010/RID/2018/19) oraz projekt nr POWR.03.05.00-00-Z310/17 pn. „Program Rozwojowy Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie”. Badania realizowane w trakcie stażu koncentrowały się na wykazaniu prozdrowotnego oddziaływania kwasu eikozapentanowego (EPA) i aspiryny na zahamowanie rozwoju nowotworu jelita grubego u osób ze zdiagnozowaną chorobą. W trakcie stażu wykonywałem badania mające na celu przeprowadzenie frakcjonowania próbek osocza za pomocą metody FPLC (ang. fast protein liquid chromatography). W wyniku separacji uzyskano cztery różne frakcje lipidowe: VLDL (ang. very-low-density lipoprotein), LDL (low-density lipoprotein), HDL (high-density lipoprotein) i albumin. Kolejny etap badań polegał na przeprowadzeniu ekstrakcji kwasów tłuszczowych i oksylipin z uzyskanych frakcji metodą ciec-z-ciecz, a następnie ekstrakcji na złożu stałym (SPE). Otrzymane ekstrakty poddano analizie pod kątem charakterystyki profilu i

zawartości kwasów tłuszczowych i oksylipin. Kwasy tłuszczowe oznaczono za pomocą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS). Natomiast oksylipiny oznaczono wykorzystując chromatografię cieczową sprzężoną ze spektrometrią mas (HPLC-MS/MS).

W roku 2022 odbyłem 1-tygodniowy staż szkoleniowy w **Laboratory of Organic Chemistry, Department of Health Sciences, University Magna Graecia of Catanzaro (Włochy)**, finansowany w ramach projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości na lata 2019-2022 dla Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (nr projektu 010/RID/2018/19). W trakcie pobytu zapoznałem się z poszczególnymi etapami i metodami stosowanymi w trakcie izolacji związków bioaktywnych pochodzenia roślinnego.

W październiku 2019 r. zostałem zatrudniony w Katedrze Żywienia Człowieka, UWM w Olsztynie na stanowisku asystenta, a od października 2020 na stanowisku adiunkta. Po rozpoczęciu pracy w UWM kontynuowałem tematykę badawczą związaną z substancjami biologicznie aktywnymi oraz właściwościami prozdrowotnymi wynikającymi z ich obecności. Tematyka moich badań wraz z doświadczeniem naukowym, które zdobyłem w trakcie realizacji staży naukowych i współpracy z różnymi placówkami zagranicznymi pozwoliły mi na nawiązanie współpracy z pracownikami naukowymi UWM oraz z innymi krajowymi jednostkami naukowymi.

Nawiązanie współpracy z Panią dr hab. inż. Małgorzatą Tańską prof. UWM z **Katedry Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydziału Nauki o Żywności UWM w Olsztynie**. Wspólne badania dotyczyły charakterystyki zawartości związków biologicznie czynnych oraz właściwości funkcjonalnych produktów pochodzenia roślinnego. Efektem wspólnej pracy są 3 artykuły:

- Purkiewicz A., Ciborska J., Tańska M., Narwojsz A., Starowicz M., Przybyłowicz E.K., **Sawicki T.** (2020). The impact of the method extraction and different carrot variety on the carotenoid profile, total phenolic content and antioxidant properties of juices. *Plants*, 9, 1759.
- Zakrzewski A., Purkiewicz A., Jakuć P., Wiśniewski P., **Sawicki T.**, Chajęcka-Wierzchowska W., Tańska M. (2022). Effectiveness of various solvent-produced thyme (*Thymus vulgaris*) extracts in inhibiting the growth of *Listeria monocytogenes* in frozen vegetables. *NFS Journal*, 29, 26-34.

- Topka P., Poliński S., **Sawicki T.**, Szydłowska-Czerniak A., Tańska M. (2023). Effect of enriching gingerbread cookies with elder (*Sambucus nigra* L.) products on their phenolic composition, antioxidant and anti-glycation properties, and sensory acceptance. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 1493.

Współpraca z Panią prof. dr hab. Magdaleną Gajęcką oraz z Panem dr hab. Łukaszem Zielonką, prof. UWM (**Katedra Prewencji Weterynaryjnej i Higieny Pasz, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie**) zaowocowała przygotowaniem protokołu badań dotyczących powiązania obecności mykotoksyn w diecie z rozwojem nowotworu jelita grubego w populacji ludzi mieszkających w Polsce oraz udział w badaniu mającym na celu określenie, czy niskie dawki zearalenonu (ZEN) wpływają na przenoszenie ZEN i jego metabolitów do mikrośrodowiska szpiku kostnego, a w konsekwencji na parametry hematologiczne. Efektem wspólnej pracy są 2 artykuły:

- Przybyłowicz, K.E., Arłukowicz, T., Danielewicz, A., Morze, J., Gajęcka, M., Zielonka, Ł., Fotschki B., **Sawicki, T.** (2020). Association between mycotoxin exposure and dietary habits in colorectal cancer development among a Polish population: A study protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (3), 698.
- Mróz M., Gajęcka M., Przybyłowicz E.K., **Sawicki T.**, Lisieska-Żołnierczyk S., Zielonka Ł., Gajęcki M.T. (2022). The effect of low doses of zearalenone (ZEN) on the bone marrow microenvironment and haematological parameters of blood plasma in pre-pubertal gilts, *Toxins*, 14, 105.

We współpracy z Panią dr Małgorzatą Starowicz (**Zakład Chemii i Biodynamiki Żywności, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie**) zrealizowano doświadczenie mające na celu określenie wpływu dodatku ziół z rodziny *Lamiaceae* na powstawanie związków zapachowych oraz właściwości sensoryczne i prozdrowotne produktów owsiano-gryczanych. Część badań przedstawionych przeze mnie jako osiągnięcie naukowe (publikacja **O1, O2, O3 i O4**) była realizowana w ramach współpracy z Panią dr Małgorzatą Starowicz. Prowadzone badania koncentrowały się na charakterystyce zawartości związków bioaktywnych i lotnych oraz właściwościach prozdrowotnych produktów pszczelich. Efektem wspólnej pracy jest 5 artykułów:

- Starowicz M., Lelujka E., Ciska E., Lamparski G., **Sawicki T.**, Wronkowska M. (2020). The application of Lamiaceae Lindl. Promotes aroma compounds formation, sensory properties, and antioxidant activity of oat and buckwheat-based cookies. *Molecules*, 25,

5626.

- **Sawicki T.**, Bączek N., Starowicz M. (2020). Characterization of the total phenolic, vitamins C and E content and antioxidant properties of the beebread and honey from the same batch. *Czech Journal of Food Sciences*, 38, 158-163.
- Starowicz M., Hanus P., Lamparski G., **Sawicki T.** (2021). Characterizing the volatile and sensory profiles, and sugar content of beeswax, beebread, bee pollen, and honey. *Molecules*, 26, 3410.
- **Sawicki T.**, Starowicz M., Kłębukowska L., Hanus P. (2022). The profile of polyphenolic compounds, contents of total phenolics and flavonoids, and antioxidant and antimicrobial properties of bee products. *Molecules*, 27, 1301.
- **Sawicki T.**, Ruszkowska M., Shin J., Starowicz M. (2022). Free and conjugated phenolic compounds profile, and antioxidant activities of honeybee products of polish-origin. *European Food Research and Technology*, 248, 2263-2273.

W ramach współpracy z Panem dr Bartoszem Fotschki z Zakładu Biologicznych Funkcji Żywności, Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie, dotyczącej wykazania działania fruktooligosacharydów (FOS) i preparatu polifenolowego (PP) na stymulację mikrobioty jelitowej poprzez zwiększanie poziomu związków bioaktywnych pochodzących z polifenoli w wątrobie oraz wykazanie w jaki sposób ta suplementacja wpływa na metabolizm lipidów i status antyoksydacyjny u szczurów Wistar bez zaburzeń metabolicznych wywołanych dietą. Wyniki badań opublikowano w pracy:

- Fotschki B., Wiczowski W., **Sawicki T.**, Sójka M., Myszczyński K., Ognik K., Juśkiewicz J. (2022). Stimulation of the intestinal microbiota with prebiotics enhances hepatic levels of dietary polyphenolic compounds, lipid metabolism and antioxidant status in healthy rats. *Food Research International*, 160, 111754.

W roku 2022, w wyniku realizacji stażu naukowego w **University Magna Graecia of Catanzaro (Włochy)** oraz prowadzonych badań własnych została nawiązana współpraca z **Laboratory of Organic Chemistry, Department of Health Sciences, University Magna Graecia of Catanzaro** w ramach, której została zrealizowana praca doktorska pt. „Characterization and application of pomegranate bioactive compounds”, finansowana przez Ministerstwo Edukacji Włoch. W ramach projektu pełniłem funkcje opiekuna naukowego doktoranta Giuseppe Iriti z University Magna Graecia of Catanzaro, który realizował staż naukowy w Katedrze Żywnienia Człowieka UWM w okresie lipiec-grudzień 2022. Pan Giuseppe

Iriti pod moją opieką opracował i zwalidował metodę analizy pelletiriny (ang. pelletierine) z medium komórkowego z wykorzystaniem ekstrakcji ciec-ciecz oraz metody HPLC-MS. Dodatkowo określił stopień absorpcji pelletiriny w modelu *in vitro* ludzkich enterocytów. Wyniki wspólnych badań przyczyniły się do przygotowania pracy doktorskiej Pana Giuseppe Iriti (termin obrony: maj 2023) oraz prezentacji uzyskanych wyników podczas międzynarodowej konferencji (8th International Conference on Food Chemistry & Technology (FCT-2022), 12-14.10.2022, Rzym, Włochy).

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

6.1. Działalność dydaktyczna

Od początku mojej pracy w Katedrze Żywnienia Człowieka UWM realizowałem zajęcia dydaktyczne w wymaganym wymiarze pensum (nie mniej niż 240 godz./rok).

Prowadzone przeze mnie zajęcia na Wydziale Nauki o Żywności należą do grupy przedmiotów obligatoryjnych. Zajęcia są kierowane do studentów:

- I stopnia studiów stacjonarnych kierunku Technologia żywności i żywienia człowieka (studia inżynierskie): *Podstawy żywienia człowieka*.
- II stopnia studiów stacjonarnych i niestacjonarnych Technologia żywności i żywienia człowieka (studia magisterskie): *Współczesne trendy w żywieniu i profilaktyce żywieniowej*.

Od 2020 r. współprowadziłem wykłady i zajęcia audytoryjne dla studentów Wydziału Nauki o Żywności, specjalności anglojęzycznej Food Engineering, z przedmiotu *Basic of nutrition*.

W Szkole Zdrowia Publicznego UWM realizowałem wykłady w ramach przedmiotu *Współczesne trendy w dietoterapii* dla studentów kierunku Dietetyka. Dodatkowo realizuję zajęcia fakultatywne z przedmiotów: *Adequacy, safety and oversight of the food supply*, *Food and nutrition, related diseases, Systems of nutritional support* i *Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer* dla studentów kierunku lekarskiego w języku angielskim na Wydziale Lekarskim Collegium Medicum UWM.

W czasie pracy w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie byłem promotorem 1 pracy magisterskiej, 4 prac inżynierskich (kierunek technologia żywności i żywienie) i 8 prac licencjackich (kierunek dietetyka), a także jestem promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim Pana mgr inż. Bartosza Kroplewskiego „**Ocena wpływu spożycia suplementów białkowych pochodzenia roślinnego w porównaniu do białek pochodzenia zwierzęcego w**

relacji do stanu metabolicznego oraz składu ciała osób uprawiających aktywność fizyczną” na Wydziale Nauki o Żywności, UWM w Olsztynie, planowany termin obrony pracy: 2025 r.

Od października do listopada 2022 r. byłem również opiekunem praktyki Pani Dimitry Karafyllaki (Department of Nutrition and Dietetics, School of Physical Education, Sport Science and Dietetics, University of Thessaly, Grecja) realizowanej w ramach programu Erasmus+. Efektem realizacji stażu jest opublikowanie wyników badań uzyskanych przez Panią Dimitry Karafyllaki w czasopiśmie *European Food Research and Technology*.

- Karafyllaki D., Narwojsz A., Kurp L., Sawicki T. (2023). Effects of different processing methods on the polyphenolic compounds profile and the antioxidant and anti-glycaemic properties of horseradish roots (*Armoracia rusticana*). *European Food Research and Technology*, doi:10.1007/s00217-023-04248-3.

6.2. Działalność organizacyjna

Poza działalnością naukową i dydaktyczną w ciągu całego okresu zatrudnienia w Instytucie Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie, a obecnie w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie uczestniczyłem w działalności organizacyjnej obu jednostek naukowych.

Do moich głównych osiągnięć organizacyjnych można zaliczyć:

- członek Samorządu Doktorantów Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie, na stanowisku zastępca przewodniczącego (2013-2015);
- członek Komisji Stypendialnej Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie (2013-2015);
- pełnomocnik ds. promocji nauki z ramienia Krajowej Rady Samorządu Doktorantów PAN (2014-2015);
- przewodniczący podczas Zebrania Zwyczajnego Samorządu Doktorantów PAN w dniu 27.11.2015 r.;
- członek Odwoławczej Komisji Stypendialnej Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie (2016-2017);
- edytor gościnny czasopisma *Molecules* (IF = 4,927);
- edytor gościnny czasopisma *Applied Sciences* (IF = 2,838);
- członek Rady Redakcyjnej w czasopiśmie *Scientific Reports* (IF = 4.996).

6.3. Działalność popularyzująca naukę i sztukę

W ramach popularyzacji nauki wielokrotnie brałem udział w organizacji oraz prowadzeniu warsztatów naukowych podczas Europejskiej Nocy Naukowców „Fusion Night” i „Fusion Night 2” organizowanej przez Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie (2015, 2016, 2017 i 2018) oraz Olsztyńskich dni Nauki i Sztuki organizowanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (2018 i 2022). Dodatkowo prowadziłem warsztaty popularnonaukowe dla uczniów szkół podstawowych i średnich oraz nauczycieli z Warmii i Mazur. Do mojej głównej działalności popularyzującej naukę można zaliczyć:

- realizację warsztatów pn.: „Właściwe żywienie – drogą do zdrowia”, dla uczniów Zespołu Szkół nr 3 im. Bogdana Chemickiego w Rypinie w ramach projektu „Nowe umiejętności uczniów drogą do sukcesu” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (2023);
- wykład popularnonaukowy pt.: „Czy powinnam/powiniennem stosować dietę? Zaburzenia odżywiania wśród dzieci i młodzieży”, realizowany dla uczniów Zespołu Szkół Zawodowych nr 4 im. Adama Chętnika w Ostrołęce (2022);
- współprowadzenie wykładu dla Uniwersytetu Trzeciego wieku pt. „Żywność, którą spożywamy a nasz zegar biologiczny” (2019);
- wykład pt. „Naturalne barwniki – zastosowanie w przemyśle spożywczym oraz ich aktywność biologiczna”, w Zespole Szkół Zawodowych nr 4 im. Adama Chętnika w Ostrołęce (2018);
- współudział w przygotowaniu i przeprowadzeniu III Powiatowego Konkursu Przyrodniczo-Ekologicznego „Czyste środowisko – zdrowy człowiek” dla klas III Szkół Podstawowych (2016, 2017, 2018);
- wykład popularnonaukowy pt.: „Bioaktywne składniki żywności” wygłoszony w Zespole Szkół Zawodowych im. Stanisława Staszica w Wysokim Mazowieckim (2015).

Wielokrotnie występowałem w audycjach radiowych o zasięgu regionalnym (radio UWM). Dotyczyły one tematu prozdrowotnych właściwości diety bogatej w związki betalainowe obecne w buraku ćwikłowym. Udzielałem również wywiadu Polskiej Agencji Prasowej na temat potencjału prozdrowotnego i wykorzystania buraka ćwikłowego.

7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej

Pełną listę moich osiągnięć naukowych zamieszczono w Załączniku 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie 68 pozycji bibliograficznych w tym: 32 publikacji naukowych oraz 36 doniesień naukowych i komunikatów prezentowanych na konferencjach międzynarodowych i krajowych. 31 publikacji naukowych zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR.

Zestawienie dorobku naukowego wg liczby pozycji bibliograficznych, wartości współczynnika wpływu (Impact Factor) i punktów MNiSW/MEiN, przed oraz po uzyskaniu stopnia doktora przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie dorobku naukowego

Rodzaj dorobku naukowego	Przed uzyskanie stopnia doktora		Po uzyskaniu stopnia doktora				Ogółem	
			Wchodzące w skład osiągnięcia naukowego		Pozostałe publikacje			
	IF	pkt. wg MNiSW/MEiN	IF	pkt. wg MNiSW/MEiN	IF	pkt. wg MNiSW/MEiN	IF	pkt. wg MNiSW/MEiN
Oryginalne prace twórcze w czasopismach z bazy JCR	21,313 (9)	260 (9)	20,203 (5)	490 (5)	79,590 (17)	1890 (17)	121,106 (31)	2640 (31)
Oryginalne prace twórcze w czasopismach spoza bazy JCR	-	5 (1)	-	-	-	-	-	5 (1)
Doniesienia i komunikaty naukowe	-	- (25)	-	-	-	- (11)	-	- (36)
Rozdziały w monografiach	-	-	-	-	-	-	-	-
Ogółem	21,313 (9)	265 (10)	20,203 (5)	490 (5)	76,479 (17)	1890 (28)	121,106 (31)	2645 (68)

IF - Współczynnik Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy

pkt. wg MNiSW/MEiN - Liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW/MEiN zgodna z rokiem publikacji pracy

* W nawiasach podano liczbę publikacji

Biorąc pod uwagę wartości wskaźników bibliometrycznych przypisanych zgodnie z rokiem wydania poszczególnych publikacji, łączna wartość dorobku naukowego w przeliczeniu na punkty MNiSW/MEiN wynosi 2645. Po uzyskaniu stopnia doktora zgromadzono 1890 punktów (bez osiągnięcia naukowego). Sumaryczny Impact Factor publikacji

naukowych wynosi **121,106**. Po uzyskaniu stopnia doktora sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych wynosi **76,479** (nie uwzględniając prac z osiągnięcia naukowego). Według bazy bibliograficznej Web of Science Core Collection, liczba cytowań wynosi **480** (bez autocytowań 457), a **Indeks Hirscha ma wartość 12**. Natomiast, według bazy bibliograficznej Scopus, liczba cytowań wynosi **535** (bez autocytowań 504), a Indeks Hirscha ma wartość 12 (stan dla obu baz danych na dzień 29.03.2023).

W Tabeli 2 zestawiono dorobek naukowy wg liczby publikacji wraz z listą czasopism, w których zostały opublikowane.

Tabela 2. Zestawiono dorobek naukowy wg liczby publikacji wraz z listą czasopism.

Rodzaj publikacji	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	Łącznie
1. Oryginalne opublikowane prace twórcze	10	21	31
a. w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)	9	21	30
Acta Biochemica Polonica	1	-	1
Phytochemistry Letters	1	-	1
Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica	1	-	1
Acta Alimentaria	1	-	1
Journal of Separation Science	1	-	1
Molecules	1	3	4
Food Chemistry	1	1	2
Journal of Agricultural and Food Chemistry	1	-	1
Polish Journal of Food and Nutrition Sciences	-	1	1
International Journal of Food Sciences & Nutrition	-	1	1
Nutrients	-	2	2
Czech Journal of Food Sciences	-	1	1
Journal of Functional Foods	1	1	2
International Journal of Environmental Research and Public Health	-	1	1
NFS Journal	-	1	1
Toxins	-	1	1
European Food Research and Technology	-	2	2
Plants	-	1	1
Cancers	-	1	1
Plant Foods for Human Nutrition	-	1	1
Food Research International	-	1	1
International Journal of Molecular Sciences	-	1	1
Food and Chemical Toxicology	-	1	1
b. w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	1	-	1
Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny	1	-	1
2. Inne publikacje			
a. doniesienia i komunikaty	25	11	36
Razem	35	32	68

W trakcie swojej pracy zawodowej uczestniczyłem w 4 projektach badawczych finansowanych ze środków zewnętrznych (NCN, NCBiR, Fundusze Unii Europejskiej). W dwóch z nich pełniłem/pełnię funkcję kierownika (Preludium, Opus z NCN), natomiast w pozostałych pełniłem funkcję wykonawcy.

- Projekt badawczy „Określenie możliwości wchłaniania betalain buraka ćwikłowego z żołądka w modelu *in vivo*”, instytucja finansująca: Narodowe Centrum Nauki, numer projektu: UMO-2015/17/N/NZ9/01141, okres realizacji: 2016-2018, funkcja - kierownik.
- Projekt badawczy „Increasing nutritional value (bio-stimulated) of selected performant tomato varieties to be cultivated in areas with temperate climate”, finansowany w ramach program EIT Food, UE, numer projektu badawczego: project EIT Food Tomato nr 18016, kierownik – dr hab inż. Wiesław Wiczowski, prof. IRZiBŻ, okres realizacji 2018- 2019, funkcja - wykonawca.
- Projekt badawczy „Innowacyjne technologie produkcji składników funkcjonalnych pochodzenia mlecznego i rozwój nowych produktów”, instytucja finansująca: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, numer projektu: WPC1/DairyFunInn/2019, okres realizacji: 2019-2022, funkcja - wykonawca.
- Projekt badawczy „Określenie przeciwhiperglikemicznych właściwości betalain”, instytucja finansująca: Narodowe Centrum Nauki, numer projektu: DEC-2020/37/B/NZ9/00651, okres realizacji: 2021-2024, funkcja - kierownik.

Jestem recenzentem w redakcjach czasopism międzynarodowych. Wykonałem łącznie 72 recenzji prac naukowych z zakresu zawartości i wpływu substancji bioaktywnych na status zdrowotny konsumenta, metabolizmu związków bioaktywnych, oraz wpływu procesów technologicznych na zawartość substancji bioaktywnych w czasopismach tj.: Journal of Functional Foods, Food Research International, Journal of Chemistry, PLOS ONE, Polish Journal of Food and Nutrition Science, Food and Chemical Toxicology, Food and Chemical Toxicology, Antioxidants, Plants, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Molecules, Journal of Food Processing and Preservation, International Journal of Molecular Sciences, International Journal of Food Engineering, Journal of Food and Nutrition Research, International Journal of Food Properties.

Ukończyłem kursy i szkolenia, m.in.:

- 22-25.05.2022. Szkolenie organizowane w ramach VI Akademii Chemii Analitycznej. „Spektrometria mas w chromatografii gazowej – niezbędnik praktyka”.
- 19-20.12.2022. Szkolenie serwisowe dotyczące pracy z systemem SHIMADZU LC-40 oraz LCMS-2020 ze źródłem jonów typu ESI (elektrospray ionization), a także z oprogramowaniem LabSolutions LCMS. Szkolenie było organizowane przez SHIM-POL A.M. Borzymowski.
- 17-18.08.2020. Szkolenie z zakresu obsługi GC2014 oraz systemu CHROMAX, AOC5000. Szkolenie było organizowane przez SHIM-POL A.M. Borzymowski.
- 23-26.04.2017. Szkolenie organizowane w ramach Akademii Chemii Analitycznej. LC-MS/MS od A do Z, Spektrometria mas w chromatografii cieczowej – od podstaw teoretycznych do zastosowań praktycznych.
- 5-9.10.2015/15.02-03.03.2021. Szkolenie organizowane przez Polskie Towarzystwo Nauk o Zwierzętach Laboratoryjnych. Szkolenie w zakresie nabycia uprawnień do planowania, wykonywania procedur, doświadczeń na zwierzętach laboratoryjnych oraz uśmiercania zwierząt wykorzystywanych w procedurach.

Zdobyte przeze mnie nagrody i wyróżnienia to przede wszystkim:

- 2020-2023. Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców.
- Wyróżnienie Rektora UWM za wysoko punktowane publikacje naukowe w 2021 r.
- Nagroda Rady Naukowej projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości dla wyróżniających zespołów badawczych za badania naukowe i prace rozwojowe w 2021 r.
- 15.06.2018. Wyróżnienie pracy doktorskiej przez Radę Naukową Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie.
- III miejsce w konkursie na najlepiej wygłoszony referat w języku polskim podczas XXIII Sesji Naukowej Sekcji Młodej Kadry Naukowej „Żywność – tradycja i nowoczesność”, 24-25.05.2018, Lublin, Polska.
- Nagroda za najlepszy plakat na EuroFoodChem XIX Conference, 05-08.10.2017, Budapeszt, Węgry.
- Wyróżnienie za referat wygłoszony na XIII Konferencji Młodych Badaczy „Bezpieczeństwo i Jakość Żywności”, 30.03.2016, Olsztyn.
- Nagroda Dyrektora Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie za wyróżniający wkład w działania popularyzujące naukę za rok 2014.

8 Załączniki

Załącznik 1. Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN – CSIC), Madryt, Hiszpania.

Załącznik 2. Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w „Magna Graecia” University of Catanzaro, Włochy.

Załącznik 3. Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w The Pennsylvania State University, College of Health and Human Development, Department of Nutritional Sciences, State College, USA.

Załącznik 1. Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN – CSIC), Madryt, Hiszpania.

29th August 2014

To whom it may concern,

Re: Tomasz Sawicki, PhD student

Dr. Juana Frías, Scientific Researcher at the Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC), states that Tomasz Sawicki, PhD student at the Institute of Animal Reproduction and Food Research of Polish Academy of Sciences, has been working under my supervision between the 2nd August and 31st August 2014.

Tomasz Sawicki has learnt the determination of the Angiotensin Converting Enzyme (ACE) inhibitory activity of beetroot and buckwheat enriched wheat bread samples by fluorimetry using a multi-plate reader (Synergy HT, BioTek). He has carried out the training satisfactorily, with high academic and research progress, gaining technical skills that, I hope, can benefit his further research career.


Dr. Juana Frías
Senior Researcher at the Department of Food Characterization, Quality and Safety,
ICTAN-CSIC



SEDE CIUDAD UNIVERSITARIA:
C/ JOSÉ ANTONIO NOVÁIS, 10
CIUDAD UNIVERSITARIA
28040 MADRID, ESPAÑA
TELS.: 91 544 56 07 – 91 549 23 00
FAX: 91 549 36 27

SEDE JUAN DE LA CIERVA:
C/ JUAN DE LA CIERVA, 3
28006 MADRID, ESPAÑA
TELS.: 91 562 29 00
FAX: 91 564 48 53



Załącznik 2. Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w „Magna Graecia” University of Catanzaro, Włochy.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI MAGNA GRÆCIA
DI CATANZARO
Dipartimento di Scienze della Salute

Catanzaro, 19.07.2019

To whom it may concern:

Dr. Tomasz Sawicki from the Institute of Animal Reproduction and Food Research in Olsztyn, Poland, spent 5 months in our laboratory as a training stage postdoctoral fellow. During this time, he has been actively involved in different projects related to the analysis of biological effects of *Citrus* flavonoids in liver cells in cellular and animal models of hepatic steatosis. His work focus was on autophagy and the role of quinone oxidoreductase 2 in this process. In addition, he contributed to the analysis and visualization of the data from a placebo-controlled clinical trial testing the effects of a novel nutraceutical formulation of bergamot polyphenols on patients with metabolic syndrome. Dr. Sawicki showed a good knowledge of statistical methods and an interpretation of the received data. These results were published in *Nutrients* (2019, 11, 1271: doi:10.3390/nu11061271) and Dr Sawicki is a co-author on this publication.

Dr. Sawicki has made great progress in his scientific development thanks to his commitment and exemplary organization skills. He demonstrated scientific curiosity and ability to learn very quickly. Dr. Sawicki has learned many molecular biology techniques and, in particular, methods necessary for the analysis of cellular autophagy. Importantly, Dr. Sawicki has managed to produce new data that will complement at least two papers, now in preparation and started a new project on which we will collaborate in the next future.

As an employee, Dr. Tomasz Sawicki fitted into the team almost instantly and showed eagerness to help his colleagues in all matters he was able to help. He has been reliable and trustworthy with respect to all the assigned tasks and I would be happy to host him in our laboratory for much longer.

Best regards,

Dr. Elzbieta Janda
Project coordinator
Molecular and Cell Toxicology Lab.
Department of Health Sciences,
University "Magna Graecia",
viale Europa, Campus Germaneto
88100 Catanzaro, Italy
phone +39 09613694143

Załącznik 3. Potwierdzenie odbycia stażu naukowego w The Pennsylvania State University, College of Health and Human Development, Department of Nutritional Sciences, State College, USA.



PennState

Department of Nutritional Sciences

814-863-0806

Fax: 814-863-6103

College of Health and Human Development
The Pennsylvania State University
110 Chandlee Laboratory
University Park, PA 16802-6109

Dec 30, 2021

References for Tomasz Sawicki

Dr. Tomasz Sawicki, an assistant professor at the University of Warmia and Mazury in Olsztyn (Department of Human Nutrition), has completed a research internship in the Department of Nutritional Sciences, College of Health and Human Development, The Pennsylvania State University (USA) under the supervision of Prof. Gregory Shearer. The internship was from 1st July to 30th December 2021.

Dr. Sawicki was involved in the research on the positive effect of eicosapentaenoic acid (EPA) and aspirin supplementation on the human body. His work focused on analyzing fatty acids and lipid mediators (oxylipins) in blood plasma collected during an experiment to demonstrate the effect of the ingredients mentioned above (EPA + aspirin) on the prevention and prevention of the development of colorectal cancer. Moreover, he mastered and used modern instrumental analysis methods, such as high-performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry (HPLC-MS/MS) and gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS).

Dr. Sawicki adapted well in the research team and embraced all aspects of experimental design and execution pertinent to his project. Tomasz Sawicki has excellent communication and people skills and is able to adapt quickly to any environment. With a constantly evolving sound scientific background Dr. Sawicki has the potential to become both a promising researcher and a future academic in a field and as such I would highly recommend Dr. Sawicki as a member of any research team.

My best regards,

Gregory Shearer, PhD
Professor of Nutritional Sciences
gcs13@psu.edu

Załącznik 4

Wykaz osiągnięć naukowych albo
artystycznych, stanowiących znaczny wkład
w rozwój określonej dyscypliny

dr inż. Tomasz Sawicki

**Katedra Żywienia Człowieka
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ul. Słoneczna 45f
10-719 Olsztyn,
Tel. 89 523 336 73
e-mail: tomasz.sawicki@uwm.edu.pl**

Olsztyn 2023

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy; lub

Nie dotyczy

2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy;

2.1. Sawicki T., Bączek N., Starowicz M. (2020). Characterization of the total phenolic, vitamins C and E content and antioxidant properties of the beebread and honey from the same batch. *Czech Journal of Food Sciences*, 38, 158-163. <https://doi.org/10.17221/312/2019-CJFS>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN
Web of Science: 9 (7)*	IF ₂₀₂₀ = 1,279	MNiSW ₂₀₂₀ = 40
SCOPUS: 9 (7)	IF _{5-letni} = 1,744	

* w nawiasie podano liczbę cytowań bez autocytacji

2.2. Starowicz M., Hanus P., Lamparski G., **Sawicki T.** (2021). Characterizing the volatile and sensory profiles, and sugar content of beeswax, beebread, bee pollen, and honey. *Molecules*, 26. 3410. <https://doi.org/10.3390/molecules26113410>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN
Web of Science: 8 (7)	IF ₂₀₂₁ = 4,927	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 9 (7)	IF _{5-letni} = 5,110	

2.3. Sawicki T., Starowicz M., Kłębukowska L., Hanus P. (2022). The profile of polyphenolic compounds, contents of total phenolics and flavonoids, and antioxidant and antimicrobial properties of bee products. *Molecules*, 27, 1301. <https://doi.org/10.3390/molecules27041301>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN
Web of Science: 16 (15)	IF ₂₀₂₁ = 4,927	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 16 (15)	IF _{5-letni} = 5,110	

- 2.4. Sawicki T.,** Ruszkowska M., Shin J., Starowicz M. (2022). Free and conjugated phenolic compounds profile, and antioxidant activities of honeybee products of polish-origin. *European Food Research and Technology*, 248, 2263-2273. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04041-8>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN
Web of Science: 1 (1)	IF ₂₀₂₁ = 3,498	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 2 (1)	IF _{5-letni} = 3,455	

- 2.5. Sawicki T.,** Surma M., Sadowska-Rociek A. (2023). Characteristics of contaminants in the Polish-origin bee products and cancer risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 175, 113693. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113693>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₂₁ = 5,572	MEiN ₂₀₂₀ = 100
SCOPUS: 0 (0)	IF _{5-letni} = 5,383	

Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania.

Punkty MNiSW/ MEiN przydzielono zgodnie z rokiem opublikowania i wykazem czasopism naukowych, z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach.

- 3.** Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.

Nie dotyczy

II. INFORMACJA O AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

Brak

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

A. Przed uzyskaniem stopnia doktora:

Brak

B. Po uzyskaniu stopnia doktora:

Brak

3. Informacja o członkostwie w redakcjach naukowych monografii.

Brak

4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2)

A. Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w części A wykazu MNiSW:

- A.4.1.** Horbowicz M., Wiczowski W., **Sawicki T.**, Szawara-Nowak D., Sytykiewicz H., Mitrus J. (2015). Methyl jasmonate stimulates biosynthesis of 2-phenylethylamine, phenylacetic acid and 2-phenylethanol in seedlings of common buckwheat. *Acta Biochemica Polonica*, 62, 235-240. doi:10.18388/abp.2014_929.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 4 (3)	IF ₂₀₁₅ = 1,187	MNiSW = 15
SCOPUS: 4 (3)	IF _{5-letni} = 1,463	

- A.4.2.** Horbowicz M., Wiczowski W., Szawara-Nowak D., **Sawicki T.**, Kosson R., Sytykiewicz H. (2015). The level of flavonoids and amines in de-etiolated and methyl jasmonate treated seedling of common buckwheat. *Phytochemistry Letters*, 13, 15-19. doi:10.1016/j.phytol.2015.05.011.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 9 (9)	IF ₂₀₁₅ = 1,353	MNiSW ₂₀₁₅ = 20
SCOPUS: 9 (9)	IF _{5-letni} = 1,693	

- A.4.3.** Sytykiewicz H., Horbowicz H., Wiczowski W., Koczkodaj D., Mitrus J., **Sawicki T.**, Sławianowska J., Szwed M. (2016). Methyl jasmonate elicitation affects expression of genes involved in biosynthesis and turnover of 2-phenylethylamine in maize seedlings. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 58, 67-80. doi:10.1515/abcsb-2016-0005.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₁₆ = 0,800	MNiSW ₂₀₁₆ = 15
SCOPUS: 0 (0)	IF _{5-letni} = 1,277	

- A.4.4.** Wiczowski W., Szawara-Nowak D., **Sawicki T.**, Mitrus J., Kasprzykowski Z., Horbowicz M. (2016). Profile of phenolic acids and antioxidant capacity in organs of common buckwheat sprout. *Acta Alimentaria*, 45, 250-257. <https://doi.org/10.1556/066.2016.45.2.12>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 20 (18)	IF ₂₀₁₆ = 0,384	MNiSW ₂₀₁₆ = 15
SCOPUS: 20 (18)	IF _{5-letni} = 1,000	

- A.4.5. Sawicki T.**, Surma M., Zieliński H., Wiczowski W. (2016). Development of a new analytical method for the determination of red beetroot betalains using dispersive solid-phase extraction. *Journal of Separation Science*, 39, 2986-2994. <https://doi.org/10.1002/jssc.201600196>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 7 (7)	IF ₂₀₁₆ = 2,415	MNiSW ₂₀₁₆ = 30
SCOPUS: 9 (9)	IF _{5-letni} = 3,201	

- A.4.6. Sawicki T.**, Bączek N., Wiczowski W. (2016). Betalains profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part. *Journal of Functional Foods*, 27, 249-261. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.09.004>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 99 (92)	IF ₂₀₁₆ = 3,114	MNiSW ₂₀₁₆ = 45
SCOPUS: 109 (102)	IF _{5-letni} = 5,178	

- A.4.7. Sawicki T.**, Juśkiewicz J., Wiczowski W. (2017). Using the SPE and micro-HPLC-MS/MS method for the analysis of betalains in rat plasma after red beet administration. *Molecules*, 22, 2137. <https://doi.org/10.3390/molecules22122137>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 15 (12)	IF ₂₀₁₇ = 3,060	MNiSW ₂₀₁₇ = 30
SCOPUS: 15 (12)	IF _{5-letni} = 5,110	

A.4.8. Sawicki T., Wiczkowski W. (2018). The effects of boiling and fermentation on betalain profiles and antioxidant capacities of red beetroot products. *Food Chemistry*, 259, 292-303. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.143>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 51 (47)	IF ₂₀₁₈ = 5,399	MNiSW ₂₀₁₈ = 40
SCOPUS: 57 (53)	IF _{5-letni} = 8,795	

A.4.9. Sawicki T., Topolska J., Romaszko E., Wiczkowski W. (2018). Profile and content of betalains in plasma and urine of volunteers after a long-term exposure to fermented red beet juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 4155-4163. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00925>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 21 (19)	IF ₂₀₁₈ = 3,571	MNiSW ₂₀₁₆ = 45
SCOPUS: 22 (20)	IF _{5-letni} = 5,105	

- Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w części B wykazu MNiSW:

A.4.10. Sawicki T., Wiczkowski W. (2015). Profil betacyjanin w produktach z buraka ćwikłowego. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 4, 24-25. doi: 10.15199/64.2015.4.3.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: - (-)	IF ₂₀₁₆ = -	MNiSW ₂₀₁₅ = 5
SCOPUS: - (-)	IF _{5-letni} = -	

B. Po uzyskaniu stopnia doktora:

- wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

B.4.1. Sawicki T., Bączek N., Starowicz M. (2020). Characterization of the total phenolic, vitamins C and E content and antioxidant properties of the beebread and honey from the same batch. *Czech Journal of Food Sciences*, 38, 158-163. <https://doi.org/10.17221/312/2019-CJFS>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 9 (7)*	IF ₂₀₂₀ = 1,279	MNiSW ₂₀₂₀ = 40
SCOPUS: 9 (7)	IF _{5-letni} = 1,744	

B.4.2. Starowicz M., Hanus P., Lamparski G., **Sawicki T.** (2021). Characterizing the volatile and sensory profiles, and sugar content of beeswax, beebread, bee pollen, and honey. *Molecules*, 26. 3410. <https://doi.org/10.3390/molecules26113410>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 8 (7)	IF ₂₀₂₁ = 4,927	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 9 (7)	IF _{5-letni} = 5,110	

B.4.3. Sawicki T., Starowicz M., Kłębukowska L., Hanus P. (2022). The profile of polyphenolic compounds, contents of total phenolics and flavonoids, and antioxidant and antimicrobial properties of bee products. *Molecules*, 27, 1301. <https://doi.org/10.3390/molecules27041301>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 16 (15)	IF ₂₀₂₁ = 4,927	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 16 (15)	IF _{5-letni} = 5,110	

B.4.4. Sawicki T., Ruszkowska M., Shin J., Starowicz M. (2022). Free and conjugated phenolic compounds profile, and antioxidant activities of honeybee products of polish-origin. *European Food Research and Technology*, 248, 2263-2273. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04041-8>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 1 (1)	IF ₂₀₂₁ = 3,498	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 2 (1)	IF _{5-letni} = 3,455	

B.4.5. Sawicki T., Surma M., Sadowska-Rociak A. (2023). Characteristics of contaminants in the Polish-origin bee products and cancer risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 175, 113693. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113693>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₂₁ = 5,572	MEiN ₂₀₂₀ = 100
SCOPUS: 0 (0)	IF _{5-letni} = 5,383	

- nie wchodzące w skład osiągnięcia naukowego
 - Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w części A wykazu MNiSW/ MEiN:

B.4.6. Koss-Mikołajczyk I., Kusznierewicz B., Wiczowski W., **Sawicki T.,** Bartoszek A. (2019). The comparison of betalain composition and chosen biological activities for differently pigmented prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) and beetroot (*Beta vulgaris*) varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 4, 442-452. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1529148>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 22 (21)	IF ₂₀₁₉ = 3,483	MEiN ₂₀₁₉ = 70
SCOPUS: 23 (22)	IF _{5-letni} = 4,370	

B.4.7. Sawicki T., Martinez-Villaluenga C., Frias J., Wiczowski W., Peñas E., Bączek N., Zieliński H. (2019). The effect of processing and in vitro digestion on the betalain profile and ACE inhibition activity of red beetroot products. *Journal of Functional Foods*, 55, 229-237. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.01.053>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 21 (20)	IF ₂₀₁₉ = 3,701	MNiSW ₂₀₁₉ = 100
SCOPUS: 25 (24)	IF _{5-letni} = 5,178	

B.4.8. Capomolla A.S., Janda E., Paone S., Parafati, M., **Sawicki T.,** Mollace R., Ragusa S., Mollace V. (2019). Atherogenic index reduction and weight loss in metabolic syndrome patients treated with a novel pectin-enriched formulation of bergamot polyphenols. *Nutrients*, 11, 1271. <https://doi.org/10.3390/nu11061271>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 23 (23)	IF ₂₀₁₉ = 4,546	MNiSW ₂₀₁₉ = 140
SCOPUS: 24 (24)	IF _{5-letni} = 7,185	

- B.4.9.** Przybyłowicz K., Arłukowicz T., Danielewicz A., Morze J., Gajęcka M., Zielonka Ł., Fotschki B., **Sawicki T.** (2020). Association between mycotoxin exposure and dietary habits in colorectal cancer development among a polish population: A Study Protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 698. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030698>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 2 (2)	IF ₂₀₂₀ = 3,390	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 2 (2)	IF _{5-letni} = -	

- B.4.10.** Płatosz N., **Sawicki T.**, Wiczkowski W. (2020). Profile of phenolic acids and flavonoids of red beet and its fermentation products. Does long-term consumption of fermented beetroot juice affect phenolics profile in plasma and urine? *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70, 55-65. <https://doi.org/10.31883/pjfn/116613>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 17 (15)	IF ₂₀₁₉ = 2,111	MEiN ₂₀₂₀ = 100
SCOPUS: 16 (14)	IF _{5-letni} = 3,039	

- B.4.11.** **Sawicki T.**, Topolska J., Bączek N., Szawara-Nowak D., Juśkiewicz J., Wiczkowski W. (2020). Characterization of the profile and concentration of betacyanin in the gastric content, blood and urine of rats after an intragastric administration of fermented red beet juice. *Food Chemistry*, 313, 126169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126169>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 9 (9)	IF ₂₀₂₀ = 7,514	MEiN ₂₀₂₀ = 200
SCOPUS: 9 (9)	IF _{5-letni} = 8,795	

- B.4.12.** Starowicz M., Lelujka E., Ciska E., Lamparski G., **Sawicki T.**, Wronkowska M. (2020). The application of *Lamiaceae* Lindl. Promotes aroma compounds formation, sensory properties, and antioxidant activity of oat and buckwheat-based cookies. *Molecules*, 25, 5626. <https://doi.org/10.3390/molecules25235626>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 4 (3)	IF ₂₀₂₀ = 4,411	MEiN ₂₀₂₀ = 100
SCOPUS: 4 (3)	IF _{5-letni} = 5,110	

- B.4.13.** Purkiewicz A., Ciborska J., Tańska M., Narwojsz A., Starowicz M., Przybyłowicz E.K., **Sawicki T.** (2020). The impact of the method extraction and different carrot variety on the carotenoid profile, total phenolic content and antioxidant properties of juices. *Plants*, 9, 1759. <https://doi.org/10.3390/plants9121759>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 13 (13)	IF ₂₀₁₉ = 3,935	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 15 (15)	IF _{5-letni} = 4,827	

- B.4.14.** **Sawicki T.**, Wiczkowski W., Hrynkiewicz M., Bączek N., Hornowski A., Honke J., Topolska J. (2021). Characterization of the phenolic acid profile and in vitro bioactive properties of white beetroot products. *International Journal of Food Science and Technology*, 56, 629-638. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14710>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 5 (5)	IF ₂₀₂₁ = 3,713	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 5 (5)	IF _{5-letni} = 3,416	

- B.4.15.** **Sawicki T.**, Ruszkowska M., Danielewicz A., Niedźwiedzka E., Arłukowicz T., Przybyłowicz K.P. (2021). A review of colorectal cancer in terms of epidemiology, risk factors, development, symptoms and diagnosis. *Cancers*, 13, 2025. <https://doi.org/10.3390/cancers13092025>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 119 (119)	IF ₂₀₂₁ = 6,639	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 124 (124)	IF _{5-letni} = 6,886	

- B.4.16.** Mróz M., Gajęcka M., Przybyłowicz E.K., **Sawicki T.**, Lisieska-Żołnierczyk S., Zielonka Ł., Gajęcki M.T. (2022). The effect of low doses of zearalenone (ZEN) on the bone marrow microenvironment and hematological parameters of blood plasma in pre-pubertal gilts. *Toxins*, 14, 105. <https://doi.org/10.3390/toxins14020105>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 2 (2)	IF ₂₀₂₁ = 5,075	MEiN ₂₀₂₀ = 100
SCOPUS: 1 (1)	IF _{5-letni} = 5,305	

- B.4.17.** Foss K., Przybyłowicz E. K., **Sawicki T.** (2022). Antioxidant activity and profile of phenolic compounds in selected herbal plants. *Plant Foods for Human Nutrition*, 77, 383-389. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-00989-w>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 3 (3)	IF ₂₀₂₁ = 4,124	MEiN ₂₀₂₀ = 100
SCOPUS: 4 (4)	IF _{5-letni} = 4,574	

- B.4.18.** Fotschki B., Wiczowski W., **Sawicki T.**, Sójka M., Myszczyński K., Ognik K., Juśkiewicz J. (2022). Stimulation of the intestinal microbiota with prebiotics enhances hepatic levels of dietary polyphenolic compounds, lipid metabolism and antioxidant status in healthy rats. *Food Research International*, 160, 111754. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111754>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 1 (1)	IF ₂₀₂₁ = 7,425	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 1 (1)	IF _{5-letni} = 7,716	

- B.4.19.** Zakrzewski A., Purkiewicz A., Jakuć P., Wiśniewski P., **Sawicki T.**, Chajęcka-Wierzchowska W., Tańska M. (2022). Effectiveness of various solvent-produced thyme (*Thymus vulgaris*) extracts in inhibiting the growth of *Listeria monocytogenes* in frozen vegetables. *NFS Journal*, 29, 26-34. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2022.09.004>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₂₁ = 3,111	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 1 (0)	IF _{5-letni} = 3,452	

- B.4.20.** Danielewicz A., Morze J., Staniewska K., Dąbrowska A., **Sawicki T.**, Yang Z., Baranowska M., Darewicz M., Żulewska J., Staniewski B., Przybyłowicz K.E. (2022). Association between intake of fermented dairy product and diet quality, health beliefs in a representative sample of polish population. *Nutrients*, 14, 23, 5018. <https://doi.org/10.3390/nu14235018>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₂₁ = 6,706	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 0 (0)	IF _{5-letni} = 7,185	

- B.4.21.** Topka P., Poliński S., **Sawicki T.**, Szydłowska-Czerniak A., Tańska M. (2023). Effect of enriching gingerbread cookies with elder (*Sambucus nigra* L.) products on their phenolic composition, antioxidant and anti-glycation properties, and sensory acceptance. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 1493. <https://doi.org/10.3390/ijms24021493>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₂₁ = 6,208	MEiN ₂₀₂₀ = 140
SCOPUS: 0 (0)	IF _{5-letni} = 6,628	

- B.4.22.** Karafyllaki D., Narwojsz A., Kurp L., **Sawicki T.** (2023). Effects of different processing methods on the polyphenolic compounds profile and the antioxidant and anti-glycaemic properties of horseradish roots (*Armoracia rusticana*). *European Food Research and Technology*, <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04248-3>.

Liczba cytowań:	Impact Factor:	Punktacja MNiSW/MEiN:
Web of Science: 0 (0)	IF ₂₀₂₁ = 3,498	MEiN ₂₀₂₀ = 70
SCOPUS: 0 (0)	IF _{5-letni} = 3,455	

- Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w części B wykazu MNiSW:

Brak

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

Brak

6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

Nie dotyczy

7. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

A. Przed uzyskaniem stopnia doktora:

- A.7.1.** 3rd International Conference on Food Digestion, 11-13.03.2014, Wageningen, Holandia. Zieliński H., Szawara-Nowak D., Bączek N., Piskula M.K., **Sawicki T.**, Wiczkowski W., “The Global Antioxidant Response (GAR) of Buckwheat-Enhanced Wheat Breads”. Poster, materiały konferencyjne.

- A.7.2.** 3rd International Conference on Food Digestion, 11-13.03.2014, Wageningen, Holandia. Wiczkowski W., Topolska J., Szawara-Nowak D., **Sawicki T.**, Romaszko E., Piskula M.K., “Bioavailability of anthocyanins from fermented red cabbage”. Poster, materiały konferencyjne.

- A.7.3.** VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw, 9-10.06.2014, Olsztyn, Polska. **Sawicki T.**, Wiczkowski W., „Badanie profilu betacyjanin w produktach uzyskanych z buraka ćwikłowego”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.4.** 19th Conference of Young Researchers Section of Polish Society of Food Technologists, 7-9.05.2014, Warsaw, Polska. **Sawicki T.**, “Analysis of betalains in red beet products by mass spectrometers equipped with quadrupole/time of flight detector”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.5.** 4th International Conference on Food Digestion, 17-19.03.2015, Neapol, Włochy. **Sawicki T.**, Bączek N., Zieliński H., Wiczkowski W., “Changes in the content and composition of betalains in red beetroot during fermentation”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.6.** Ogólnopolska Konferencja Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw, "Owoce i warzywa - od świtu do zmierzchu", 28-29.05.2015, Poznań, Polska. **Sawicki T.**, Bączek N., Topolska J., Wiczkowski W., „Dystrybucja betalain oraz aktywności antyoksydacyjnej w korzeniu buraka ćwikłowego”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.7.** XII Konferencja Młodych Badaczy, "Bezpieczeństwo i jakość żywności", 24.03.2015, Olsztyn, Polska. **Sawicki T.**, Bączek N., Wiczkowski W., „Wpływ procesu fermentacji na profil i zawartość betalain oraz pojemność antyoksydacyjną buraka ćwikłowego”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.8.** EuroFoodChem XVIII, 13-16.10.2015, Hiszpania. **Sawicki T.**, Penas E., Zieliński H., Martinez-Villaluenga C., Frias J., Szawara-Nowak D., Bączek N., Wiczkowski W., “The effect of non-digested and digested buckwheat enhanced wheat breads on the angiotensin-converting enzyme activity”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.9.** 17th International Symposium on Advances in Extraction Technologies ExTech 2015, 7-11.11.2015, Guangzhou, Chiny. **Sawicki T.**, Surma M., Zieliński H., Wiczkowski W. Determination of red beetroot betalains by *d*-SPE/micro-UHPLC-TOF/MS. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.10.** XX Conference of Young Researchers – Ivth International Session, "Food-Quality and Perspectives", 14-15.05.2015, Rzeszów, Polska. **Sawicki T.**, Bączek N., Szawara-Nowak D., Wiczkowski W., “Betalains profile, content and antioxidant capacity of red beet root are influenced by genotype”. Komunikat, materiały konferencyjne.

- A.7.11.** EuroFoodChem XVIII, 13-16.10.2015, Hiszpania. **Sawicki T.**, Penas E., Zieliński H., Martinez-Villaluenga C., Frias J., Szawara-Nowak D., Bączek N., Wiczowski W. The effect of non-digested and digested buckwheat enhanced wheat breads on the angiotensin-converting enzyme activity. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.12.** VIII Konferencja Owoce, Warzywa, Grzyby – Żywność i Technologia, 19-20.05.2016, Lublin, Polska. Poster, materiały konferencyjne. **Sawicki T.**, Hornowski A., Płatosz N., Wiczowski W., „Wpływ procesów technologicznych na profil i zawartość kwasów fenolowych oraz pojemność przeciwutleniającą formy białej buraka ćwikłowego”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.13.** XXI Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej; V International Session of Young Scientific Staff, 12-13.05.2016, Łódź, Polska. **Sawicki T.**, Topolska J., Płatosz N., Wiczowski W., „Długotrwałe spożycie betalain buraka ćwikłowego wpływa na profil metaboliczny konsumenta”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.14.** XIII Konferencja Naukowa Młodych Badaczy, 30.03.2016 r., Olsztyn, Polska. **Sawicki T.**, Topolska J., Wiczowski W., „Badanie profilu betalain w moczu konsumentów po długotrwałym spożyciu soku z fermentowanego buraka ćwikłowego”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.15.** Metabolomic Circle 2016, 4-5.11.2016, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Collegium Medicum, Bydgoszcz, Polska. Wiczowski W., **Sawicki T.**, Topolska J., „Wpływ długotrwałego spożycia buraka ćwikłowego na profil betalain u ludzi”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.16.** 10th International symposium on Chromatography of Natural Products, 6-9.06.2016, Lublin, Polska. Wiczowski W., **Sawicki T.**, Topolska J., Szawara-Nowak D. Examination of betacyanins profile in urine of volunteers consumed juice of fermented red beetroot. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.17.** The 1st International Conference on Food Bioactives & Health. 13-15.09.2016, Norwich, Wielka Brytania. **Sawicki T.**, Topolska J., Szawara-Nowak D., Bączek N., Juśkiewicz J., Wiczowski W., „The stomach is a site of red beetroot betacyanin absorption”. Poster, materiały konferencyjne.

- A.7.18.** 15th International Conference on Food Processing & Technology. 27-29.10.2016, Rzym, Włochy. Wiczkowski W., Płatosz N., **Sawicki T.**, “Comparison of free and bound polyphenols profile in raw and fermented red beetroot”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.19.** 15th International Conference on Food Processing & Technology. 27-29.10.2016, Rzym, Włochy. **Sawicki T.**, Bączek N., Zieliński H., Wiczkowski W., “Effect of technological processes on the betalain profile and antioxidant capacity of red beetroot”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.20.** MetabolomicCircle 2017, 17-18.11.2017, Wrocław, Polska. **Sawicki T.**, Bączek N., Topolska J., Szawara-Nowak D., Juśkiewicz J., Wiczkowski W., „Red beetroot betalains – profile, absorption, metabolism and bioavailability”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- A.7.21.** XXII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, 18-19.05.2017, Szczecin, Polska. Płatosz N., **Sawicki T.**, Wiczkowski W., „Wpływ procesu fermentacji buraka ćwikłowego na profil i zawartość kwasów fenolowych i flawonoidów”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.22.** XXII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, 18-19.05.2017, Szczecin, Polska. **Sawicki T.**, Juśkiewicz J., Topolska J., Bączek N., Szawara-Nowak D., Wiczkowski W., „Charakterystyka profilu związków betalainowych w osoczu szczurów po aplikacji do żołądka i jelita cienkiego preparatu z buraka ćwikłowego”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.23.** XIX EuroFoodChem Conference. 4-6.10.2017, Budapeszt, Węgry. Płatosz N., **Sawicki T.**, Topolska J., Szawara-Nowak D., Wiczkowski W., “The composition and content of free and bound polyphenols in body fluids of volunteers after the consumption of fermented red beetroot juice”. Poster, materiały konferencyjne.
- A.7.24.** XIX EuroFoodChem Conference. 4-6.10.2017, Budapeszt, Węgry. **Sawicki T.**, Topolska J., Juśkiewicz J., Wiczkowski W., “Absorption of red beetroot betalains from rat stomach”. Poster, materiały konferencyjne.

A.7.25. XXIII Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej, Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, 24-25.05.2018, Lublin, Polska. **Sawicki T.**, Bączek N., Szawara-Nowak D., Topolska J., Juśkiewicz J., Wiczowski W., „Charakterystyka profilu betacyjanin w soku z fermentowanych buraków ćwikłowych oraz w płynach ustrojowych szczura po jego aplikacji do jelita ślepego”. Komunikat, materiały konferencyjne.

B. Po uzyskaniu stopnia doktora:

B.7.1. XX EuroFoodChem Conference. 17.06-19.06.2019, Porto, Portugalia. **Sawicki T.**, Wiczowski W., Hrynkiewicz M., Bączek N., Hornowski A., Honke J., Topolska J., “The impact of different processing methods on the phenolic acid profile, antioxidant activity and ACE inhibition of white beetroot”. Poster, materiały konferencyjne.

B.7.2. Żywność a oczekiwania współczesnego konsumenta, 16-17.09.2021, Kraków, Polska. **Sawicki, T.**, Ruszkowska, M., Foss K., Danielewicz, A., Przybyłowicz K.E., ”Charakterystyka profilu i zawartości związków bioaktywnych w produktach bogatych w betalainy”. Poster, materiały konferencyjne.

B.7.3. 35th EFFoST International Conference. Healthy Individuals, Resilient Communities, and Global Food Security. 1-4.11.2021, Lozanna, Szwajcaria. Przybyłowicz K.E., Danielewicz A., **Sawicki T.**, Morze J., Staniewska K., Dąbrowska A., Wądołowska L., Kielczewska K., Baranowska M., Darewicz M. „Perception of dairy products as increasing immunity among a representative sample of the Polish population”. Poster, materiały konferencyjne.

B.7.4. Food Quality and Safety, Health and Nutrition Congress, NUTRICON. 8-10.06.2022 Ohrid, Macedonia. Przybyłowicz K.E., Arłukowicz T., Danielewicz A., Morze J., Gajęcka M., Zielonka Ł., Fotschki B., Sawicki T. „Diet and mycotoxin exposure and dietary habits in colorectal cancer development among a polish population: A study protocol”. Poster, materiały konferencyjne. Poster, materiały konferencyjne.

B.7.5. 30th International Conference of FFC - Mediterranean Diet, Functional Foods and Bioactive Compounds: Science and Practice. 18th International Symposium of ASFFBC. 22-25.09.2022 Mirina, Grecja. “Paternal adherence to healthy dietary patterns in relation to sperm parameters and outcomes of assisted reproductive technologies”. Przybyłowicz K.E., Danielewicz A., Morze J., **Sawicki T.** Poster, materiały konferencyjne.

- B.7.6.** 11th Central European Congress on Food and Nutrition, 27-30.09.2022, Catez ob Savi, Słowenia. **Sawicki T.**, Ruszkowska, M., Foss K., Przybyłowicz K.E., “Inhibitory potential of betalains-rich products against digestive enzymes and formation of advanced glycation end-products linked to type 2 diabetes”. Komunikat, materiały konferencyjne.
- B.7.7.** 11th Central European Congress on Food and Nutrition, 27-30.09.2022, Catez ob Savi, Słowenia. Foss K., Przybyłowicz K.E., **Sawicki T.**, “Polyphenolic compounds composition and antioxidant activity of the selected herbs”. Poster, materiały konferencyjne.
- B.7.8.** 64. Zjazd Naukowy PTChem, 11-16.09.2022, Lublin, Polska. **Sawicki T.**, Ruszkowska M., Foss K., „Zawartość związków bioaktywnych i aktywności prozdrowotna produktów bogatych w betalainy”. *Wykład plenarny*, materiały konferencyjne.
- B.7.9.** 8th International Conference on Food Chemistry & Technology (FCT-2022), 12-14.10.2022, Rzym, Włochy. “The true behind the myth of pomegranate bark: proofs on nutraceutical properties of pelletierine”, Iriti G., Bonacci S., Frisina M., Capriglione F., Scarano P., Bulotta S., **Sawicki T.**, Procopio A., Oliverio M. Poster, materiały konferencyjne.
- B.7.10.** Konferencji dwóch Komitetów PAN – Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka (Wydział V PAN) oraz Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu (Wydział II PAN). 16.11.2022, Warszawa, Polska. **Sawicki T.**, „Fermentowane produkty spożywcze – kierunki badań w żywieniu człowieka”. *Wykład na zaproszenie*.
- B.7.11.** 22nd IUNS-ICN International Congress of Nutrition. 6-11.12.2022 Tokyo, Japonia. Przybyłowicz K.E., Danielewicz A., Morze J., **Sawicki T.** “Physical activity and Body Mass Index in relation to Semen Quality”. Poster, materiały konferencyjne.
- 8.** Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

Brak

9. Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

- Projekt badawczy „Określenie możliwości wchłaniania betalain buraka ćwikłowego z żołądka w modelu *in vivo*”, instytucja finansująca: Narodowe Centrum Nauki, numer projektu: UMO-2015/17/N/NZ9/01141, okres realizacji: 2016-2018, funkcja - kierownik.
- Projekt badawczy „Increasing nutritional value (bio-stimulated) of selected performant tomato varieties to be cultivated in areas with temperate climate”, finansowany w ramach program EIT Food, UE, numer projektu badawczego: project EIT Food Tomato nr 18016, kierownik – dr hab inż. Wiesław Wiczkowski, prof. IRZiBŻ, okres realizacji 2018- 2019, funkcja - wykonawca.
- Projekt badawczy „Innowacyjne technologie produkcji składników funkcjonalnych pochodzenia mlecznego i rozwój nowych produktów”, instytucja finansująca: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, numer projektu: WPC1/DairyFunInn/2019, okres realizacji: 2019-2022, funkcja - wykonawca.
- Projekt badawczy „Określenie przeciwhiperglikemicznych właściwości betalain”, instytucja finansująca: Narodowe Centrum Nauki, numer projektu: DEC-2020/37/B/NZ9/00651, okres realizacji: 2021-2024, funkcja - kierownik.

10. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

- Od 2019 r. – członek Polskiego Towarzystwa Metabolomicznego.
- Od 2020 r. – członek Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych.
- Od 2021 r. – członek Polskiego Towarzystwa Chemicznego, sekcja Chemii Żywności.
- Od 2023 r. – członek the Society of Nutrition and Food Science (SNFS).

11. Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

- 01.08.2014 – 31.08.2024 – miesięczny staż naukowy w Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN – CSIC), Madryt, Hiszpania.
- 25.02.2019 – 21.07.2019 – 5-miesięczny staż naukowy w „Magna Graecia” University of Catanzaro, Włochy.
- 01.07.2021-30.12.2021 – 6-miesięczny staż naukowy w The Pennsylvania State University, College of Health and Human Development, Department of Nutritional Sciences, State College, USA.
- 25.07.2022-29.07.2022 – 1-tygodniowy staż szkoleniowy w Department of Health Sciences, University Magna Graecia of Catanzaro, Włochy.

12. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

- 23.12.2019 – 15.02.2021 – Redaktor gościnny specjalnego wydania numeru pt.: "Plant Polyphenols and Gut Health" w czasopiśmie *Molecules*. IF = 4,927, punkty MEiN = 140.
- 23.11.2021 – 17.11.2022 – Redaktor gościnny specjalnego wydania numeru pt.: "Bioactive Potential of Plants" w czasopiśmie *Applied Sciences*. IF = 2,838, punkty MEiN = 100.
- Od 2023 – Członka Rady Redakcyjnej w czasopiśmie *Scientific Reports*. IF = 4.996, punkty MEiN = 140.

13. Informacja o recenzowanych pracach naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

Recenzje 72 prac w czasopismach:

- 2018 – Food Research International (1), Journal of Chemistry (2), PLOS ONE (1).
- 2019 – PLOS ONE (1), Polish Journal of Food and Nutrition Science (7), Food and Chemical Toxicology (1).
- 2020 – Food and Chemical Toxicology (3), Polish Journal of Food and Nutrition Science (6), Antioxidants (5), Plants (2), Foods (2), Journal of Agricultural and Food Chemistry (1), Molecules (1), International Journal of Molecular Sciences

(3), Journal of Functional Foods (2).

- 2021 – Journal of Functional Foods (1), Biomolecules (1), Polish Journal of Food and Nutrition Science (4), Horticulturae (1), Molecules (8), Journal of Food Processing and Preservation (1), Fermentation (1), Pharmaceuticals (1), Arabian Journal of Chemistry (1), International Journal of Molecular Sciences (1), Antioxidants (1).
- 2022 – Molecules (2), Pharmaceuticals (1), International Journal of Food Engineering (2), Separations (2), International Journal of Food Properties (1), Postgraduate Medicine (1), Food Research International (1), Polish Journal of Food and Nutrition Sciences (1), Journal of Food and Nutrition Research (1), Foods (1), Molecular Biology Reports (1), Applied Sciences (1).
- 2023 - Journal of Food and Nutrition Research (1), Fermentation (1)

14. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

- Projekt POWR.03.05.00-00-Z310/17 pn. „Program Rozwojowy Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie” (Zadanie 16.) współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego z Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, Działanie 3.5 Kompleksowe programy szkół wyższych – finansowanie 1 stażu zagranicznych.
- Projekt „Innowacyjna żywność wysokiej jakości dla zdrowia społeczeństwa i zrównoważonego rozwoju” – zintegrowany program rozwoju badań naukowych i innowacji w zakresie nauk rolniczych i nauk weterynaryjnych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie, Projekt finansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 – finansowanie 2 staży zagranicznych i 3 publikacji.

15. Informacja o udziale w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

Brak

16. Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

Brak

17. Pozostałe informacje

Kursy i szkolenia:

- Udział w seminarium: „Nowe trendy w technice LC/MS/MS”. 28.10.2014, Warszawa.
- Udział w seminarium naukowym „Technologia w służbie społeczeństwu. Nowe oblicze spektrometrii mas, LC-MS/MS”. 27.03.2014, Olsztyn.
- Udział w szkoleniu „Chromatografia jonowa – teoretycznie i praktycznie”. 22.01.2014, Olsztyn.
- Ukończenie szkolenia prowadzonego przez Polskie Towarzystwo Nauk o Zwierzętach Laboratoryjnych PolLASA w dniach 5-9.10.2015 w Puławach, w zakresie:
 - szkolenia dla osób odpowiedzialnych za planowanie procedur i doświadczeń oraz za ich przeprowadzanie;
 - szkolenia dla osób wykonujących procedury.
- Udział w szkoleniu pt.: „Ekstrakcja do fazy stałej – jej miejsce w laboratorium analitycznym”. 21.04.2015, Olsztyn.
- Udział w szkoleniu pt.: „Innovations in environmental friendly productions of lipids and proteins for industry”. 18-19.03.2015, Gdańsk.
- Udział w szkoleniu pt.: „Analizy chemometryczne w Statistica – kurs podstawowy”, 18-19.10.2016, Kraków.
- 05.09.2016 – 09.09.2016 – udział 2nd European Summer School on Nutrigenomics, University of Camerino, Włochy.
- Udział w szkoleniu pt.: „LC – MS/MS od A do Z. Spektrometria mas w chromatografii ciekowej – od podstaw teoretycznych do zastosowań praktycznych”, w ramach Akademii Chemii Analitycznej, 23-24.04.2017, Jachranka.
- Udział w szkoleniu pt.: „Zastosowanie statystyki w planowaniu badań empirycznych i opracowaniu ich wyników w Statistica – metody analizy wariancji i analizy regresji”. 4-5.12.2018, Olsztyn.

- Udział w szkoleniu z zakresu obsługi GC2014 oraz systemu CHROMAX, AOC5000. Szkolenie było organizowane przez SHIM-POL A.M. Borzymowski. 17-18.08.2020, Olsztyn.
- Ukończenie szkolenia prowadzonego przez Polskie Towarzystwo Nauk o Zwierzętach Laboratoryjnych PolLASA w dniach 15.02-03.03.2021 w Puławach, w zakresie:
 - szkolenia dla osób uśmiercających zwierzęta wykorzystywane w procedurach.
- Udział w szkoleniu pt.: „Spektrometria mas w chromatografii gazowej – niezbędnik praktykanta”, w ramach VI Akademii Chemii Analitycznej, 22-25.05.2022, Warszawa.
- Udział w szkoleniu serwisowym dotyczącym pracy z systemem SHIMADZU LC-40 oraz LCMS-2020 ze źródłem jonów typu ESI (elektrospray ionization), a także z oprogramowaniem LabSolutions LCMS. Szkolenie było organizowane przez SHIM-POL A.M. Borzymowski. 19-20.12.2022, Olsztyn.

III. INFORMACJA O WSPÓŁPRACY Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego.

Brak

2. Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym.

- listopad 2020 – kwiecień 2021 – współpraca z przedsiębiorstwem Zentis sp. z o.o. polegająca na opracowaniu metody analizy betainy za pomocą metody HPLC-DAD-MS.

3. Uzyskane prawa własności przemysłowej, w tym uzyskane patenty, krajowe lub międzynarodowe.

Brak

4. Informacja o wdrożonych technologiach.

Brak

5. Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

Brak

6. Informacja o udziale w zespołach eksperckich lub konkursowych.

Brak

7. Informacja o projektach artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

Nie dotyczy

IV. INFORMACJE NAUKOMETRYCZNE

1. Informacja o wskaźniku Impact Factor.

Sumaryczny Impact Factor – **121,106**

Sumaryczny 5-letni Impact Factor – **140,745**

2. Informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań, wg WoS/Scopus (stan dla obu baz danych na dzień 29.03.2023).

Liczba cytowań – **480/535**

Liczba cytowań, z pominięciem autocytowań – **457/504**

3. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha, wg WoS/ Scopus (stan dla obu baz danych na dzień 29.03.2023).

4. Indeks Hirscha – **12/12**

5. Informacja o liczbie punktów MNiSW/ MNiE.

Liczba punktów – **2645**



.....
(podpis wnioskodawcy)