

Warszawa, 15.06.2025 r.

Dr hab. inż. Ewa Majewska
Katedra Technologii i Oceny Żywności
Instytut Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Darii Krzysztofy Cichej-Wojciechowicz

pt. „Analiza związków aktywnych zapachowo kształtujących aromat
polskich miodów pitnych: wpływ surowca oraz procesów fermentacji
i dojrzewania” zrealizowanej w Pracowni Badania Związków Lotnych i
Aktywnych Sensorycznie Katedry Technologii Żywności Pochodzenia
Roślinnego Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu
Przyrodniczego w Poznaniu
pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. Małgorzaty Anny Majcher

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

Instytut Nauk o Żywności
Katedra Technologii i Oceny
Żywności
ul. Nowoursynowska 159 C
02-776 Warszawa
+48 22 59 375 45
+48 22 59 375 34
ktoz@sggw.edu.pl
www.sggw.pl

Podstawa prawna: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie
wyższym i nauce (tekst jednolity Dz.U. 2024 poz. 1571 z późniejszymi
zmianami).

Podstawa formalna: pismo Prof. UPP dr hab. Doroty Cais-Sokolińskiej
Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i
Żywienia z dnia 25.04.2025 r. informującego o podjęciu Uchwały Rady
Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu
Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 10 kwietnia 2025 r. w sprawie
powołania recenzentów rozprawy doktorskiej mgr inż. Darii Krzysztofy
Cichej-Wojciechowicz.

Uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej

Zapach jest jednym z kluczowych atrybutów ocenianych przez
konsumentów podczas wyboru i akceptacji produktu spożywczego,
dlatego stanowi przedmiot badań nie tylko technologów żywności, ale

także neuropsychologów i psychologów. Badania nad związkami zapachowymi są istotne dla producentów żywności, którzy aby sprostać wymaganiom konsumentów, muszą tworzyć produkty o wysokiej jakości, kontrolowanej na każdym etapie produkcji i przechowywania. Dzięki badaniom nad związkami zapachowymi możliwe jest nie tylko lepsze zrozumienie mechanizmów kształtujących aromat, ale także sterowanie procesem technologicznym w taki sposób, aby uzyskać produkt o określonym profilu zapachowym. Poznanie związków odpowiedzialnych za zapach żywności oraz wpływu poszczególnych zabiegów technologicznych na ich powstawanie pozwala na lepszą kontrolę procesu produkcyjnego i uzyskanie produktu, który w pełni spełnia wymagania konsumentów. Na końcowy aromat miodu pitnego może wpływać wiele czynników, takich jak zastosowany rodzaj miodu pszczelego, zastosowane dodatki czy wykorzystanie różnych procesów produkcyjnych. Pełne poznanie charakterystyki związków chemicznych odpowiedzialnych za zapach produktu pozwala na lepsze zrozumienie zmian zachodzących w trakcie jego produkcji, a także na polepszenie jakości produktu gotowego. W trakcie produkcji miodu pitnego możliwe jest zastosowanie wielu zmiennych (takich jak rodzaj miodu pszczelego, ogrzewanie brzezki, rodzaj fermentacji czy czas dojrzewania), które mogą prowadzić do formowania charakterystycznych związków aktywnych zapachowo. Poznanie wagi wpływu poszczególnych zmiennych produkcyjnych na aromat produktu gotowego pozwoli na lepsze zaplanowanie produkcji, poprawę jakości wyrobu, a także może doprowadzić do powstawania nowych produktów o niespotykanych dotychczas właściwościach. Dogłębna analiza aromatu miodu pitnego, która jest przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej, pozwoliła zarówno na określenie kluczowych związków zapachowych odpowiadających za jego charakterystyczny aromat, jak również na określenie etapu ich powstawania podczas procesu produkcyjnego. Zaawansowane metody analityczne pozwalające na precyzyjne określenie zmian związków zapachowych na poziomie molekularnym połączone zostały ze szczegółową analizą sensoryczną produktu, która jest kluczowym aspektem badań nad jakością napojów alkoholowych. Badania te wypełniają istniejącą lukę w wiedzy naukowej w tym zakresie, jak również stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny technologia żywności i żywienia. Dodatkowo przeprowadzenie szczegółowych badań na każdym etapie produkcji pozwoliło na lepsze poznanie procesów zachodzących w produkcji podczas jego wytwarzania, a także pozwoliło na określenie wagi poszczególnych parametrów produkcyjnych na jakość sensoryczną wyrobu, co jest niezmiernie cenne z punktu widzenia miodosytników.

Ocena formalna pracy doktorskiej

Pani mgr inż. Daria Krzysztofa Cicha-Wojciechowicz przedstawiła rozprawę doktorską w formie zbioru trzech oryginalnych prac wraz ze 158 stronicowym wprowadzeniem zawierającym syntezę i analizę badań światowych i własnych. W strukturę rozprawy wchodzi 11 rozdziałów. Pełen układ pracy przedstawia się następująco:

- Wykaz artykułów naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej (1 strona)

- Źródła finansowania badań i opłat publikacyjnych (1 strona)

1. Wykaz skrótów (2 strony)
2. Streszczenie w języku polskim (1 strona)
3. Streszczenie w języku angielskim (1 strona)
4. Wstęp (9 stron)
5. Cel i zakres pracy (2 strony)
6. Materiał i metody badawcze (6 stron)
7. Wyniki badań i ich interpretacja (16 stron)
8. Podsumowanie i wnioski (4 strony)
9. Spis literatury (5 stron/38 pozycji)
10. Kopie prac wchodzących w skład zbioru
11. Oświadczenia doktoranta oraz współautorów dotyczące ich wkładu w przygotowanie artykułów naukowych.

Do rozprawy doktorskiej dołączone zostały również: życiorys doktorantki, wykaz osiągnięć naukowych, opinia o przebiegu kształcenia w Szkole Doktorskiej UPP oraz dyplom ukończenia studiów drugiego stopnia.

Podstawę rozprawy doktorskiej mgr inż. Darii Krzysztofy Cichej-Wojciechowicz pt. „Analiza związków aktywnych zapachowo kształtujących aromat polskich miodów pitnych: wpływ surowca oraz procesów fermentacji i dojrzewania” stanowi zbiór trzech oryginalnych prac naukowych, z czego dwie zostały opublikowane w 2024 roku w czasopismach indeksowanych na liście JCR:

1. Cicha-Wojciechowicz, D., Frank, S., Steinhaus, M., Majcher, M.A., 2024. Key Odorants Forming Aroma of Polish Mead: Influence of the Raw Material and Manufacturing Process. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 72(18), 10548-10557, <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c01276>
2. Cicha-Wojciechowicz, D., Drabińska, N., Majcher, M.A., 2024. Influence of Honey Varieties Fermentation Techniques and Production Process on Sensory Properties and Odor-Active Compounds in Meads. **Molecules**, 29(24), <https://doi.org/10.3390/molecules29245913>
3. Cicha-Wojciechowicz, D., Kaczmarek, A., Juzwa, W., Drabińska, N., Majcher, M.A., Fermentation Strategies in Mead Production: A Multitechnique Approach to Volatile and Odor-active Compound Characterization – publikacja załączona do cyklu jako manuskrypt wysłany do publikacji w **Food Chemistry**.

Na ocenianą rozprawę doktorską składają się prace, których całkowita punktacja MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 280 pkt., a ich współczynnik wpływu IF wynosi 9,9.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej są publikacjami wieloautorskimi, w których mgr inż. Daria Cicha-Wojciechowicz jest pierwszym autorem, a udział w powstałych pracach został potwierdzony załączonymi oświadczeniami współautorów, chociaż szkoda, że nie określono w nich procentowego udziału. Na uwagę zasługuje fakt, że ranga czasopism, w których zostały opublikowane składowe rozprawy doktorskiej oraz inny dorobek naukowy Doktorantki nie budzą żadnych wątpliwości i potwierdzają Jej samodzielność wraz z wysokim poziomem zarówno naukowym, jak i warsztatowym.

Układ rozprawy doktorskiej jest przejrzysty i zgodny z oczekiwaniami, jakie stawia się tego typu monografiom. Wstęp stanowi krótkie i rzeczowe wprowadzenie do realizacji badań oraz uzasadnienie i charakterystykę podjętego problemu badawczego. Rozdział ten jest ściśle związany z tematyką pracy i badań omawianych w pracach opublikowanych w ramach recenzowanej rozprawy doktorskiej tym samym potwierdzając wysoki poziom wiedzy teoretycznej Kandydatki. Rozdział „Cel i zakres badań” zawiera cel główny oraz trzy cele szczegółowe, jak również Autorka przedstawiła w nim główną hipotezę badawczą i trzy hipotezy szczegółowe. W rozdziale „Materiał i metody badawcze” opisano materiał badawczy oraz wymieniono zastosowane metody badawcze. Rozdział „Wyniki badań i ich interpretacja” podzielono na trzy części, w których każda służyła weryfikacji jednej hipotezy szczegółowej. W kolejnym rozdziale „Podsumowanie i wnioski” Kandydatka przedstawiła 10 wniosków sformułowanych na podstawie przeprowadzonych badań.

Podsumowując stronę formalną pracy mogę stwierdzić, że jest ona przygotowana właściwie i w sposób przemyślany, co pozwoliło na pełne zaprezentowanie badań stanowiących podstawę przygotowanej dysertacji, która pozwala Pani mgr inż. Darii Cichej-Wojciechowicz ubiegać się o stopień doktora.

Merytoryczna ocena pracy

W ocenianej rozprawie doktorskiej mgr inż. Daria Cicha-Wojciechowicz przedstawiła **Wstęp**, który podzieliła na trzy części. W pierwszej w sposób syntetyczny przedstawiła charakterystykę miodu pitnego oraz opis jego procesu produkcji. W drugiej części wstępu Doktorantka w sposób szczegółowy opisała podejście sensomiczne w badaniu aromatu żywności. Dla lepszego zrozumienia opisywanego zagadnienia przedstawiła schemat przeprowadzanych analiz w wyznaczaniu kluczowych związków zapachowych przy użyciu podejścia sensomicznego. W trzeciej części wstępu Doktorantka w oparciu o literaturę naukową scharakteryzowała problem badawczy, któremu poświęcona jest rozprawa doktorska oraz uzasadniła podjęcie się jego rozwiązania.

W oparciu o dokonany przegląd literatury Doktorantka w rozdziale **Cel i zakres badań** sformułowała jeden cel główny, którym „była identyfikacja kluczowych związków zapachowych kształtujących aromat polskich tradycyjnych miodów pitnych, a także określenie wpływu surowca

oraz procesów fermentacji i dojrzewania na ich powstawanie”. Wspomniany cel główny został zrealizowany poprzez trzy cele szczegółowe. Tak wyszczególnione cele badawcze pozwoliły Doktorantce na sformułowanie hipotezy głównej i trzech hipotez szczegółowych, tj. H1. związki zapachowe wykryte w miodzie pitnym typu trójniak, o wysokich wartościach OAV, mają kluczowy wpływ na jego charakterystyczny aromat, a ich stężenie zmienia się w trakcie procesu produkcji, w tym podczas fermentacji i dojrzewania; H2. różne odmiany miodu pszczelego, różne metody ogrzewania brzezki oraz rodzaje fermentacji (spontaniczna, drożdżowa, z dodatkiem pleśni *Galactomyces geotrichum*) wpływają na profil zapachowy miodu pitnego oraz na stężenie kluczowych związków zapachowych; H3. zastosowanie zaawansowanych metod statystycznych do analizy wyników uzyskanych w badaniach modelowych pozwala na identyfikację kluczowych czynników wpływających na profil zapachowy miodów pitnych, co umożliwi producentom optymalizację procesów produkcyjnych w celu uzyskania produktów o pożądanych cechach sensorycznych.

W rozdziale **Materiał i metody badawcze** opisano materiał badawczy, jakim był miód pitny trójniak, jak również podano szczegółowy schematy przygotowania modelowych miodów pitnych i ich schemat produkcyjny. W rozdziale tym wymieniono także zastosowane metody badawcze, które w sposób szczegółowy omówiono w publikacjach stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej. ***Bardzo proszę o wyjaśnienie jakie było kryterium wyboru miodów (akacjowy, gryczany, lipowy) do produkcji modelowych nastawów miodów pitnych?***

Rozdział **Wyniki badań i ich interpretacja** podzielony został na trzy części, z których każda jest wynikiem poprzedniej. W pierwszej części zatytułowanej „Identyfikacja kluczowych związków zapachowych tworzących aromat miodu pitnego – wpływ surowca oraz procesu technologicznego” w sposób szczegółowy omówiono wyniki badań z Publikacji 1. Wyniki te pozwoliły na potwierdzenie pierwszej szczegółowej hipotezy badawczej (H1) i są one również podstawą do przeprowadzenia dalszych, szczegółowych analiz. Druga część rozdziału Wyniki i ich interpretacja zatytułowana „Wpływ odmiany miodu pszczelego, sposobów fermentacji i ogrzewania brzezki na właściwości sensoryczne oraz związki aktywne zapachowo w miodach pitnych” jest szczegółowym omówieniem wyników zamieszczonych w Publikacji 2. Wyniki przedstawionych w niej badań dostarczają cennych spostrzeżeń na temat złożonych interakcji między rodzajem miodu pszczelego, ogrzewaniem brzezki i metodami fermentacji i ich wpływem na kształtowanie aromatu i cech sensorycznych miodu pitnego. Są one także przyczynkiem do dalszych badań, które stanowią podstawę Publikacji 3, która została omówiona w trzeciej części rozdziału Wyniki i ich interpretacja zatytułowanej „Wyjaśnienie wpływu rodzaju fermentacji (spontanicznej i drożdżowej) na powstawanie związków aktywnych zapachowo oraz profili związków lotnych za pomocą analizy GC/MS i cytometrii przepływowej”. W celu dokładnego określenia zmian zachodzących między dwoma typami fermentacji zastosowano połączenie zaawansowanych technik instrumentalnych, takich jak niecelowana analiza profilu związków lotnych oraz ocena

stężeń związków aktywnych zapachowo, w połączeniu z monitorowaniem zmian w mikrobiocie za pomocą cytometrii przepływowej. Uzyskane w ten sposób wyniki opracowane zostały przy wykorzystaniu analiz statystycznych, które pozwoliły wskazać zachodzące interakcje, wyjaśnić możliwe przyczyny różnic w ocenie sensorycznej prób oraz wykazać różnice w procesie produkcyjnym przy zastosowaniu dwóch metod fermentacji. Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na przyjęcie trzeciej hipotezy szczegółowej (H3).

Ten rozdział jest generalnie poprawny merytorycznie i do przedstawionych wyników i ich dyskusji mam jedynie następujące dodatkowe pytania uszczegółowiające:

1. ***Proszę o wyjaśnienie co oznaczają w publikacji 2 numery w kolumnie Odorant w tabelach 2,3 i 4.***
2. ***Proszę o wyjaśnienie zapisu „Fermentacja spontaniczna natomiast wykazała (zarówno z udziałem *G. geotrichum*, jak i bez) wyższe wyniki w odniesieniu do cech miodowych, słodowych i drożdżowych.” (str. 33). Analiza rys. 2, 3 i 4 z publikacji 2 potwierdza to stwierdzenie tylko dla miodu akacjowego, a w przypadku miodu lipowego i gryczanego tylko w odniesieniu do cechy „drożdżowy”.***
3. ***Proszę o wyjaśnienie o jakich różnych metodach ogrzewania mowa jest w podsumowaniu podrozdziału 7.2 (odniesienie do hipotezy szczegółowej H2).***

W rozdziale **Podsumowanie i wnioski** mgr inż. Daria Cicha-Wojciechowicz przedstawiła 10 stwierdzeń i wniosków. Pod koniec tego rozdziału Doktorantka krótko podsumowała swoje badania i określiła ich wartość praktyczną. ***Bardzo proszę Kandydatkę do stopnia doktora o wyjaśnienie zapisu we wniosku 6 „Miody gryczane wyróżniały się również najwyższą intensywnością aromatu”.***

Omyłom edytorskich w ocenianej rozprawie jest bardzo mało i nie wpływają one na jej wartość merytoryczną. Oceniając całość dysertacji stwierdzam, że zawiera ona wyróżniające się wysokim poziomem opracowanie eksperymentalne.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Darii Cichej-Wojciechowicz stanowi dobrze uzasadnione i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego identyfikacji kluczowych związków zapachowych kształtujących aromat polskich tradycyjnych miodów pitnych, a także określenia wpływu surowca oraz procesów fermentacji i dojrzewania na ich powstawanie. Przedstawione badania pozwalają na poszerzenie wiedzy dotyczącej związków zapachowych występujących w miodach pitnych z uwzględnieniem zarówno wielu zmiennych produkcyjnych, jak i zmian zachodzących w trakcie procesu produkcyjnego. Zastosowanie różnorodnych, odpowiednio dobranych i precyzyjnych metod instrumentalnych, określających aromat produktu na poziomie molekularnym pomogło w dostarczeniu istotnych informacji na temat kształtowania się zapachu w tradycyjnych miodach pitnych, co z pewnością będzie bardzo przydatne w dalszych badaniach

naukowych nad tematem. Omawiane badania wskazują także ogromną wagę procesu dojrzewania, który dzięki swojej długości wywiera pozytywny wpływ na aromat miódów pitnych, a jego skrócenie mogłoby prowadzić do powstawania niepożądanych zapachów w produkcji i obniżeniem jego jakości. Uzyskane wyniki prezentują również wysoką wartość aplikacyjną, umożliwiając producentom optymalizację aromatu miodu pitnego. Badania są także bardzo dobrze zaplanowane, poszczególne artykuły tworzące zbiór przedstawiony do oceny tworzą zwartą całość. Przedstawiona do recenzji dysertacja wyróżnia się pod względem poziomu naukowego.

Rozprawa doktorska mgr inż. Darii Krzysztofy Cichej-Wojciechowicz pt. „Analiza związków aktywnych zapachowo kształtujących aromat polskich miódów pitnych: wpływ surowca oraz procesów fermentacji i dojrzewania” spełnia wymagania zawarte w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami), co pozwala wnioskować do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr inż. Darii Cichej-Wojciechowicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ze względu na wysoki poziom naukowy recenzowanej rozprawy doktorskiej skłania mnie do złożenia Radzie Naukowej wniosku o jej wyróżnienie.

Ewa Majewska

