



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ CHEMICZNY

Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności
Dr hab. Inż. Edyta Malinowska-Pańczyk, prof. Uczelni

data 30.08.2023 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamili Szudery-Kończal

pt.: „Wykorzystanie pleśni *Galactomyces geotrichum* do otrzymywania kompozycji aromatycznych z maślanki i serwatki. Charakterystyka związków aktywnych zapachowo w oparciu o podejście sensomiczne”

wykonanej w Katedrze Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego

Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

pod kierunkiem prof. dr hab. Małgorzaty Anny Majcher

Podstawą opracowania recenzji jest Uchwała nr 10/XXXII/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 29 czerwca 2023.

Praca doktorska mgr inż. Kamili Szudery-Kończal miała na celu znalezienie odpowiednich warunków procesu fermentacji, w którym pleśnie *Galactomyces geotrichum* będą wytwarzały z serwatki lub maślanki odpowiednie kompozycje aromatyczne, a następnie scharakteryzowanie otrzymanych aromatów i identyfikację związków zapachowych. Poszukiwanie niekonwencjonalnych źródeł związków aromatycznych związany jest z dynamicznym rozwojem przemysłu żywnościowego, zarówno w Polsce jak i na świecie, który dostosowuje się do zmieniających się uwarunkowań rynkowych. Zmiany te bardzo często podyktowane są coraz większą świadomością konsumentów, którzy oczekują, że produkty żywnościowe będą nie tylko wygodne i łatwe w przygotowaniu, ale także będą pozytywnie wpływać na ich zdrowie. Dokonywanie wyboru przez świadomego konsumenta odbywa się nie tylko w oparciu o wiedzę, ale także na podstawie cech sensorycznych produktu, w tym przede wszystkim wyglądu, a także smaku i aromatu. Producenci żywności nieustannie zmagają się ze wzrostem kosztów prowadzenia działalności, co sprawia, że rośnie presja na bardziej efektywne wytwarzanie produktów spożywczych. W konsekwencji może to skutkować niedostatecznym rozwinięciem aromatu charakterystycznego dla danego produktu lub jego całkowitym braku. Stąd też konieczność stosowania dodatków do żywności, które będą nadawały jej odpowiedni zapach. Zorientowany konsument będzie wybierał produkty, które zamiast syntetycznych będą miały w swoim składzie naturalne związki aromatyczne. Obecnie naturalne aromaty pozyskuje się najczęściej z surowca roślinnego. Jednak ich produkcja jest czasochłonna, często mało wydajna, co wiąże się z ich wysoką ceną. Rozwiązaniem problemu dostępności, a tym samym zapewnienie niższej ceny naturalnych aromatów, mogą przynieść procesy biotechnologiczne, które są bardziej wydajne niż tradycyjne technologie. Dodatkowo, w procesach tych jako surowiec mogą być wykorzystane produkty uboczne lub odpadowe przemysłu żywnościowego, co wnosi pozytywny aspekt

środowiskowy. Wspomniane zagadnienia są podstawą do powstania recenzowanej przeze mnie pracy doktorskiej. Podjęty przez Doktorantkę temat badawczy dotyczący opracowania parametrów procesu fermentacji maślanki oraz serwatki słodkiej i kwaśnej przez pleśnie *Galactomyces geotrichum* do otrzymywania kompozycji aromatycznych i ich charakterystykę z zastosowaniem podejścia sensomicznego uważam więc za uzasadniony.

Ocena formalna pracy

Dysertacja Pani mgr inż. Kamili Szudery-Kończal stanowi spójny tematycznie cykl trzech recenzowanych publikacji naukowych, opublikowanych w języku angielskim w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR) w latach 2020-2023. Doktorantka jest w każdej publikacji pierwszym autorem, co wskazuje na jej wiodący udział w ich przygotowaniu oraz w realizacji badań. Potwierdzają to także dołączone do dokumentacji oświadczenia współautorów.

W skład tego opracowania wchodzi następujące publikacje:

1. Szudera-Kończal K., Myszką K., Kubiak P., Majcher M.A. (2020). The use of sour and sweet whey in producing compositions with pleasant aromas using the mold *Galactomyces geotrichum*: Identification of key odorants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(39), 10799-10807. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03979> (IF₂₀₂₀ 5,027, pkt. MEiN: 140)
2. Szudera-Kończal K., Myszką K., Kubiak P., Majcher M.A. (2021). Analysis of the ability to produce pleasant aromas on sour whey and buttermilk by-products by mold *Galactomyces geotrichum*: Identification of key odorants. *Molecules*, 26(20), 6239. <https://doi.org/10.3390/molecules26206239> (IF₂₀₂₀ 4,927, pkt. MEiN: 100)
3. Szudera-Kończal K., Myszką K., Kubiak P., Drabińska N., Majcher M.A. (2023). The combined effect of lactic acid bacteria and *Galactomyces geotrichum* fermentation on the aroma composition of sour whey. *Molecules*, 28(11), 4308. <https://doi.org/10.3390/molecules28114308> (IF₂₀₂₂ 4,600, pkt. MEiN: 100)

Sumaryczny Impact Factor (IF) wg JCR dla przedstawionych powyżej publikacji wynosi 14,554, a łączna punktacja MEiN to 340 pkt. Wartości tych wskaźników są odpowiednie przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora. Po zapoznaniu się z tymi pracami stwierdzam, że charakteryzują się one wysokim poziomem merytorycznym. Integralną częścią rozprawy pani mgr inż. Kamili Szudery-Kończal jest 43 stronicowe opracowanie zawierające: streszczenia - w języku polskim i angielskim, wykaz publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz omówienie zagadnień związanych z tematyką pracy doktorskiej. Ta ostatnia część składa się z następujących rozdziałów: 1. Wstęp teoretyczny; 2. Cel pracy; 3. Hipotezy badawcze; 4. Metodyka badań; 5. Omówienie wyników; 6. Podsumowanie i wnioski; 7. Literatura. Całe opracowanie zostało przygotowane bardzo starannie, napisane jest poprawną polszczyzną i zawiera nieliczne usterki redakcyjne, które nie wpływają na ogólną ocenę pracy.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia więc wszystkie wymogi formalne przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora.

Ocena merytoryczna pracy

Autorka w I rozdziale opracowania w syntetyczny, ale wyczerpujący sposób wprowadziła w zagadnienia związane z tematyką dysertacji. Opisała substancje aromatyzujące jakie są obecnie stosowane w przemyśle żywnościowym i sposoby ich otrzymywania, w tym także na drodze biotechnologicznej. Następnie scharakteryzowała pleśnie *G. geotrichum* i ich zdolność do wytwarzania związków zapachowych, m.in. 2-feniloetanolu, aldehydu fenylooctowego i kwasu fenylooctowego. Następnie wprowadziła w zagadnienia związane z podejściem sensomicznym w analizie związków aromatycznych - zasad i etapów sensomiki wraz z wyjaśnieniem ich znaczenia. Ten fragment pracy uzasadnia podjęcie badań z tego zakresu i sposób ich realizacji. W kolejnym rozdziale pani mgr inż. Kamila Szudera-Kończal sformułowała cel pracy i jej zakres, a następnie przedstawiła hipotezy badawcze. Doktorantka w telegraficznym skrócie zaprezentowała materiał badawczy oraz podała jakie metody analityczne zastosowała podczas realizacji doktoratu ze wskazaniem, w której publikacji (wchodzących w skład cyklu tematycznego) znajduje się ich szczegółowy opis. Następnie opisała najważniejsze wyniki przeprowadzonych doświadczeń.

Doktorantka scharakteryzowała 39 szczepów *G. geotrichum* pod względem zdolności do wytwarzania aldehydu fenylooctowego i 2-feniloetanolu. Związki te i ich wzajemny stosunek ilościowy wpływają na całkowitą intensywność aromatu różanego, charakterystycznego dla niektórych rodzajów serów i fermentowanych produktów żywnościowych. Większa zawartość aldehydu fenylooctowego niż 2-feniloetanolu zwiększa moc aromatu i potencjał nadawania pożądanego zapachu. Spośród wszystkich testowanych szczepów tylko dwa wytwarzały w większej ilości ten pierwszy związek, w tym szczep oznaczony nr 32 w korzystniejszym stosunku ilościowym, który wynosił 1,6:1. Z tego też powodu ten szczep pleśni stosowany był w dalszych badaniach. Na podstawie wyników oceny sensorycznej produktów pofermentacyjnych Doktorantka określiła optymalne warunki do tworzenia najbardziej pożądanego aromatu. Sprawdziła jak na kreowanie i intensywność aromatu wpływa rodzaj i pH pożywki (maślanka oraz kwaśna i słodka serwatka) oraz dodatek różnych sacharydów i L-feniloalaniny, a także temperatura procesu fermentacji. Wykazała, że suplementacja kwaśnej i słodkiej serwatki sacharozą prowadzi do wytwarzania przez *G. geotrichum* najprzyjemniejszego aromatu z mocnymi nutami zapachowymi miodowo-różanymi. W przypadku maślanki najlepsze efekty uzyskiwano z dodatkiem galaktozy. W każdym podłożu dodatek L-feniloalaniny w stężeniu 2,1% pozytywnie wpływał na wytwarzanie odpowiednich związków zapachowych. Doktorantka stwierdziła także, że optymalne pH i temperatura, w której pleśnie *G. geotrichum* wytwarzają pożądaną aromat wynosi odpowiednio 5,0 i 30°C. Wykazała również, że obecność bakterii mlekowych wzbogaca kompozycję aromatyczną produktów pofermentacyjnych.

W kolejnym etapie Doktorantka scharakteryzowała aromat produktów otrzymanych w wyniku fermentacji prowadzonej przez pleśnie *G. geotrichum*. W ocenie zastosowała podejście sensomiczne. Dokonała identyfikacji kluczowych odorantów powstających w optymalnych warunkach ustalonych w pierwszym etapie i dla każdego związku wyznaczyła wartość aktywności aromatu (OAV). Jako związki aktywne zapachowo uznała takie, których wartość OAV był większy od 1. Pani Kamila Szudera-Kończal stwierdziła, że we wszystkich wariantach związkami o najwyższych wartościach OAV był aldehyd fenylooctowy i/lub 2-feniloetanol, czyli związki odpowiedzialne za aromat miodowo-różany. Ze względu

na najniższy próg wyczuwalności (OT) i najwyższe stężenie aldehyd fenylooctowy miał największy wpływ na powstający aromat. Otrzymane wyniki były dobrze skorelowane z analizą sensoryczną, gdzie odpowiednie wyróżniki zapachowe wyczuwalne w fermentowanych produktach były powiązane z wysoką wartością OAV dla poszczególnych związków. Wyniki uzyskanych badań Autorka podsumowała w kolejnym rozdziale rozprawy formułując 7 syntetycznych wniosków, które potwierdzają hipotezy badawcze i świadczą o zrealizowaniu celu pracy, zatem wskazują na pełną realizację zaplanowanych badań. W podsumowaniu Doktorantka stwierdziła, że przeprowadzone badania dają bezpośrednie rozwiązania na temat możliwości sterowania procesem fermentacji za pomocą składu podłoża, czy też warunków hodowli w celu kształtowania kompozycji aromatycznej. W tym miejscu chciałabym zapytać jak w praktyce mogą być wykorzystane uzyskane przez Panią wyniki. Czy uważa Pani, że lepszym sposobem do otrzymywania produktu o zaprogramowanym aromacie będzie zastosowanie odpowiedniej kultury starterowej zawierającej szczep *G. geotrichum* i LAB, czy też lepszym sposobem byłoby wyodrębnienie aromatu po procesie biotechnologicznym i dodanie go do gotowego produktu? W tym drugim przypadku, w jakiej formie lub na jakim nośniku aromat ten mógłby znaleźć zastosowanie i do jakich produktów spożywczych? Czy matryca produktu będzie miała wpływ na końcowy aromat?

Reasumując stwierdzam, że praca doktorska pani mgr inż. Kamili Szudery-Kończal spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* wraz z uzupełnieniami i wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o przyjęcie pracy i dopuszczenie do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie stawiam **wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej** pani mgr inż. Kamili Szudery-Kończal. Praca ma charakter interdyscyplinarny. Łączy wiele wątków z zakresu nowoczesnej chemii analitycznej, sensoryki i mikrobiologii, a także dostarcza wartościowych, oryginalnych wyników dotyczących możliwości sterowania procesem fermentacji w celu kształtowania aromatu produktów fermentowanych. O wysokiej wartości naukowej pracy świadczy umiejętność wykorzystania podejścia sensomicznego w charakterystyce otrzymanych aromatów, które pozwoliło na nowatorskie opisanie aktywnych sensorycznie związków i identyfikację substancji związanych ze zmysłową percepcją. Przedstawiona do recenzji praca dowodzi znakomitych umiejętności badawczych Autorki i wskazuje na szeroką wiedzę w prezentowanym temacie. Doktorantka wykazała się biegłością w prowadzeniu doświadczeń naukowych z użyciem nowoczesnych technik analitycznych oraz umiejętnością analizowania uzyskanych wyników i wnioskowania. Wyniki badań zostały opublikowane w specjalistycznych czasopismach z listy JCR o wysokich wskaźnikach IF, w których Doktorantka jest pierwszym autorem. Na uwagę zasługuje również fakt, że praca doktorska została zrealizowana w ramach projektu OPUS finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.