



Prof. dr hab. Antoni Szumny

Wrocław, 2025-07-14

Recenzja Rozprawy Doktorskiej

Pani mgr inż. Karolina Brończyk pt.:

“Interaction problem between the environmentally friendly modern food contact materials (FCMs) and food”

“Współczesne naczynia przyjazne środowisku – problem interakcji pomiędzy materiałem a żywnością”

wykonanej w Zakładzie Analizy Śladowej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz w Pracowni Badania Związków Lotnych i Aktywnych Sensorycznie Katedry Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Promotorzy:

prof. UAM dr hab. Agata Dąbrowska

oraz

prof. dr hab. Małgorzata Anna Majcher

Uwagi ogólne na temat przedstawiony w dysertacji

Tematyka badań nad rozwojem nowych i bezpiecznych opakowań żywności (szczególnie w kontekście tzw. Dyrektywy Plastikowej) wydaje się bardzo aktualna. Współczesne badania z zakresu bezpieczeństwa żywności coraz intensywniej koncentrują się na zagrożeniach związanych z migracją substancji chemicznych z materiałów opakowaniowych do żywności. W szczególności istotne obawy budzi obecność związków o działaniu endokrynnie czynnym, takich jak bisfenole, ftalany, nonylofenole, a także inne. Przedstawione wyniki w dysertacji: plastyfikatory, stabilizatory, środki antystatyczne czy pozostałości monomerów. Substancje te mogą przedostawać się do żywności w wyniku procesów dyfuzji, szczególnie w warunkach podwyższonej temperatury, długotrwałego przechowywania oraz przy obecności tłuszczów, alkoholi lub kwasów w produkcie spożywczym.



Migracja zanieczyszczeń chemicznych z opakowań nie tylko wpływa na jakość sensoryczną i mikrobiologiczną żywności, ale stanowi także potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumenta, zwłaszcza w kontekście działania mutagennego, kancerogennego i hormonalnego tych związków. W ostatnich latach rośnie liczba doniesień naukowych potwierdzających niekorzystne skutki ekspozycji na nawet bardzo niskie stężenia takich kontaminantów, co znajduje odzwierciedlenie w zaostrzających się przepisach Unii Europejskiej i EFSA dotyczących materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością (Food Contact Materials, FCM). Wobec powyższych wyzwań, konieczne są interdyscyplinarne badania ukierunkowane na opracowanie nowych, bezpiecznych, nietoksycznych materiałów opakowaniowych – zarówno biodegradowalnych, jak i kompozytowych lub na bazie surowców odnawialnych – które wykazują minimalną migrację substancji chemicznych. I chociaż tematyka ta jest przedmiotem licznych badań (co najmniej kilkuset, wg bazy Scholar, publikacji rocznie) to potwierdza to jedynie słuszność dobranej tematyki. Szczególnie istotna w kontekście praktycznym wydaje się tematyka badań nad wpływem nowych powłok na kształtowanie się cech zapachowych produktów w których zastosowano nowe materiały ochronne. I tu doniesień w tym kontekście jest niezwykle mało. Doktorantka podjęła się uzupełnienia powyższej luki w sposób kompleksowy, stosując zaawansowane techniki chromatograficzne dla ilościowego i jakościowego opisu wpływu trzynastu nowych materiałów opakowaniowych pochodzenia roślinnego i bioplastików na migrację związków markerowych jak również kształtowanie się profilu sensorycznego produktów. Z tego powodu uznaję wybór tematyki dysertacji - przez promotorów pracy tj. prof. UAM dr hab. Agatę Dąbrowską oraz prof. Małgorzatę Majcher i jego realizację przez Doktorantkę za wszech miar słuszny.

Ocena celu pracy i metodologii badań, służących rozwiązaniu

podjętych problemów i wyników

W przedstawionej dysertacji Autorka podjęła się uzupełnienia stanu wiedzy w kontekście wpływu zastosowania opakowań na kształtowanie się profilu zapachowego wybranych produktów żywnościowych i migracji związków referencyjnych. Wybranymi do badań materiałami były odpowiednio: talerz otrębów pszennych, miska z liści palmowych, bambusowa miska, talerz



trzciny cukrowej, drewniana miska, kubek papierowy powlekany polietylenem, kubek papierowy, kubek z polilaktydu, kubek z biopolipropylenu, termoplastyczny kubek na skrobię, miska z ekspandowanego polipropylenu, czarna miska z biopolipropylenu. Do analiz ilościowych i jakościowych związków chemicznych wykorzystano najbardziej odpowiedni sprzęt analityczny, tj. ultraczulę GC-TOF/MS i GCxGC-TOF/MS, GC-ECD i FID, HPLC-DAD czy ICP-MS. Wyniki przedstawione w dysertacji, obejmujące odpowiednio: podejście nieukierunkowane w ocenie bezpieczeństwa materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością, badanie migracji zanieczyszczeń aktywnych zapachowo, badanie migracji związków karbonylowych oraz wielkocząsteczkowych jak również nieorganicznych zanieczyszczeń przedstawił bym nie budząc żadnych wątpliwości. Wysnute w tej części dysertacji wnioski są oparte o bardzo rzetelne wyniki. Z całym przekonaniem zgodzę się z przedstawionym wnioskiem, że FCMs pochodzenia roślinnego mogą zniekształcać i zniekształcają profil sensoryczny kawy i herbaty. Wpływają również na migrację wybranych związków niebezpiecznych takich jak formaldehyd, bisfenol-A, pierwiastki toksyczne nowych FCM do żywności. W tym miejscu przedstawiłbym bardzo drobne (typowo techniczne) uwagi do przedstawionych w tej części dysertacji metodyki i uzyskanych wyników:

- a) dlaczego jako wzorzec wewnętrzny został wybrany naftalen deuterowany? Dobrze byłoby doprecyzować nie tylko stężenie wzorca, ale i jego zastosowaną ilość;
- b) dlaczego na chromatogramach przedstawiającym wzorce, są one podwojone lub niekiedy potrojone (Rys. 12 I, acetaldehyd heksanal, heptanal i oktanal jak również glioksal);
- c) zaskakująca jest także różnica w limicie oznaczenia ilościowego dla heptanal i dekanalu ($0.09 \mu\text{g/L}$) podczas gdy dla oktanal wynosi ona $0.03 \mu\text{g/L}$;
- d) γ -butyrolakton wg bazy NIST23 ma indeks retencji 915, podczas gdy w Tabeli 11 wynosi on 898;
- e) 3-karen wg bazy NIST posiada indeks retencji 1010 wg bazy NIST, podczas gdy Doktorantka opisała jako 1224. Czy związek o czasie 16.50 min jest rzeczywiście 3-karenem?



- f) Indol wg bazy NIST ma indeks retencji 1294, podczas gdy Autorka opisuje wartość 1391. Jest to zapewne pomyłka edytorska;
- g) Dla acetofenonu indeks retencji wg NIST23 wynosi 1066, podczas gdy Autorka podaje 1308. Czy związek przy czasie 18.5 jest może α -metylocynamonowym lub innym?
- h) Kwas oktanowy ma indeks retencji wg NIST23 1180, podczas gdy Autorka podaje wartość 1260;
- i) Jakie były wartości EI/MS na widmach dla niezidentyfikowanych związków?

Techniczna i edytorska ocena rozprawy

Przedstawiona dysertacja posiada typową strukturę. Napisana jest w języku angielskim i składa się z trzynastu rozdziałów. Pierwszy z nich, *wprowadzenie*, zapoznaje czytelnika z zagadnieniami opisującymi problematykę badawczą podjętą w dysertacji w kontekście luk badawczych i możliwych uzupełnień. W kolejnym rozdziale, *część teoretyczna*, czytelnik zostaje zaznajomiony ze stanem wiedzy. Składa się on z podrozdziałów: *Globalny problem odpadów plastikowych pochodzących z paliw kopalnych*; *Przepisy dotyczące zrównoważonego rozwoju*; *Nowe materiały stosowane jako materiały do kontaktu z żywnością (FCM)*; *Charakterystyka FCM nadających się do recyklingu*; *Produkcja nowych FCM*; *Zalety i ograniczenia nowych FCM*; *Problemy z zanieczyszczeniami w FCM*; *Przepisy dotyczące bezpieczeństwa serwowanej/pakowanej żywności*; *Ocena bezpieczeństwa FCM*. Są one napisane bardzo poprawnie pokazując czytelnikowi zarówno globalny jak i szczegółowy kontekst poruszanych zagadnień. Za świetny pomysł uważam piktograficzne przedstawienie wyników zaprezentowane np. na **Rys. 21**, str. 99.

Moim jedyną uwagą w tym miejscu jest jakość przedstawionych rysunków, szczególnie w kontekście prezentowanych tam wzorów chemicznych. Są one bardzo słabo czytelne. Pomimo tego dostrzegłem tu uchybienie w zaprezentowanych wzorach celulozy i skrobi, tj. niepotrzebnie narysowaną grupę hydroksylową przy C-1 dla polimerów. Również skrobia posiada wiązanie α 1-4 glikozydowe, podczas gdy na **Rys. 5**, str. 23 zaprezentowano wiązanie β 1-4. Zastanawiające jest również umieszczenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w grupie odnawialnych i biodegradowalnych na **Rys. 3**, str. 19.



Wnioski końcowe

Wymienione powyżej drobne uwagi krytyczne i edytorskie niedociągnięcia mają charakter marginalny i nie wpływają na wysoką jakość przedstawionej do recenzji pracy. Bardzo dobrze zaplanowany cel pracy został **zrealizowany**, a przedstawione wyniki nie budzą wątpliwości.

Podsumowując stwierdzam, że praca doktorska Pani mgr inż. Karolina Brończyk posiada **niebagatelną wartość merytoryczną** zawiera bogaty materiał badawczy i metodologiczny w obszarze analizy aromatów żywności. Uzupełnia dotychczasową lukę poznawczą dla migracji związków markerowych z opakowań, kształtowania się lub prewencji aromatów produktów dla których zastosowano nowe materiały opakowaniowe jak również skutecznie udowadnia możliwość jego kształtowania.

W mojej opinii dysertacja **spełnia** wszelkie kryteria **ustawowe i zwyczajowe** stawiane rozprawom doktorskim i z pełnym przekonaniem składam do Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne UAM, Pana prof. dr hab. Maciej Kubickiego wniosek o **dopuszczenie rozprawy** do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dodatkowo, za realizację kompleksowego podejścia do analizy aromatów badanych produktów, jak również za pierwsze na świecie w pełni ilościowe oznaczenie kluczowych składników związków produktów z zastosowaniem wybranych nowatorskich opakowań dla wnosząc o **wyróżnienie dysertacji**.

