

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Damiana Maksimowskiego
pt. ” Opracowanie metody otrzymywania napojów instant cold brew coffee typu liquid
opartych na kawie o zwiększonych właściwościach sensorycznych i prozdrowotnych”
zrealizowanej na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego
we Wrocławiu

Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzję wykonano w związku z uchwałą nr 25.2024.TZZ podjętą przez Radę Naukową Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w dniu 9 lipca 2024 roku w sprawie wyznaczenia recenzentów w postępowaniu doktorskim mgr inż. Damiana Maksimowskiego. Oceny dokonano zgodnie z art. 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.).

Znaczenie tematyki badań

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska dotyczy opracowania metody otrzymywania napojów instant cold brew coffee typu liquid opartych na kawie o zwiększonych właściwościach sensorycznych i prozdrowotnych. Kawa należy do napojów chętnie spożywanych na całym świecie zarówno ze względów sensorycznych, jak i prozdrowotnych. Jednocześnie ze względu na zmieniające się preferencje konsumentów jak i ze względów ekonomicznych można zauważyć próbę dostosowywania się producentów do sytuacji na rynku kawy. Wzrost świadomości żywieniowej oraz szerszy dostęp do informacji sprawia, że konsumenci stają się coraz bardziej wymagający. Pomimo zapewnień producentów o wysokiej jakości oferowanych produktów wśród części konsumentów wzrosło przekonanie, że tradycyjne kawy rozpuszczalne instant mogą być produktem niższej jakości w stosunku do kawy zaparzonej przed spożyciem z mielonych ziaren. Jednocześnie w ciągu ostatnich kilkunastu lat pojawia się coraz więcej informacji na temat potencjalnych korzyści

wynikających ze spożywania kawy. Chodzi tu zarówno o względy psychofizyczne jak i wynikające z zawartości składników o właściwościach prozdrowotnych. Kawa uważana jest za napój który pobudza organizm, pomaga w zmniejszeniu poczucia zmęczenia, poprawia koncentrację, zwiększa sprawność myślenia. Badania naukowe wykazują, że kawa stanowi cenne źródło różnych związków polifenolowych, którym przypisuje się aktywność przeciwutleniającą, a z uwagi na wysoką częstotliwość jej spożywania uważa się ją za ważne źródło tych związków w diecie. Rodzaj oraz poziom zawartość poszczególnych związków w kawie może zależeć między innymi od odmiany, jak i sposobu parzenia kawy. Jednakże zanim kawa trafi na stół konsumenta poddawana jest szeregom zabiegów technologicznych wpływających na profil smakowo-zapachowy i prozdrowotny produktu. Odmiana surowca, sposób i warunki przerobu stanowią kwestię kluczową dla jakości wyrobu końcowego. Skłania to producentów do poszukiwania nowych rozwiązań dopasowanych do oczekiwań rynku i pozwalających wyróżnić się na nim. Takim rozwiązaniem może być między innymi oferowanie napojów instant cold brew coffee typu liquid. Kawy tego typu, w porównaniu do kaw przygotowywanych tradycyjną metodą, charakteryzują się delikatnym profilem smakowym, mniejszą goryczą i słodko-owocowym aromatem.

W kontekście powyższych faktów i dostępnych danych literaturowych z zakresu tematu ciekawym i ważnym jest podjęcie przez mgr inż. Damiana Maksimowskiego próby otrzymania napojów, o zwiększonych właściwościach sensorycznych i prozdrowotnych, opartych na kawie. Praca została zrealizowana w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” i stanowi przykład ścisłej współpracy nauki z przemysłem. Realizacja tego typu prac pozwala na zawarcie w nich zarówno aspektów naukowych jak i praktycznych oraz stanowi odpowiedź na potencjalne zapotrzebowanie rynku. Dlatego też w świetle powyższych informacji wybór temu uważam za trafny i w pełni uzasadniony.

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Damiana Maksimowskiego obejmuje łącznie 145 stron. Poszczególne części pracy zostały określone jako: streszczenie w języku polskim (2 strony), streszczenie w języku angielskim (2 strony), spis treści (1 strona), wykaz używanych skrótów (1 strona), wstęp (1 strona), część literaturowa (11,5 strony), charakterystyka napoju cold brew coffee oraz produktu końcowego typu instant typu „liquid” (6,5 stron), cel pracy i hipotezy (0,5 strony), metodyka badań – materiał badawczy i metody analityczna (6,5 stron), szczegółowe schematy badań (3 strony), omówienie wyników (89,5

strony), dyskusja (8,5 strony), wnioski (1 strona), literatura (9 stron), dokumentacja aplikacyjna (2 strony).

Autor starał się maksymalnie skomasować treść pracy, jednak główne podrozdziały można było rozpoczynać od nowej strony, co zwiększyłoby czytelność opracowania. Przyjętą strukturę podziału treści można uznać za poprawną, chociaż rozdziały „część literaturowa” i rozdział „charakterystyka napoju cold brew coffee oraz produktu końcowego typu instant typu „liquid” można było ująć łącznie jako przegląd literatury. Ponadto w opinii recenzenta brzmienie nazwy tego podrozdziału jest nie do końca poprawne. W umieszczonym spisie literatury zawarto 159 pozycji, w tym 7 źródeł internetowych, z czego 91% stanowią pozycje obcojęzyczne.

Podsumowując ocenę formalną przedłożonej rozprawy doktorskiej, jej poziom można uznać za zadowalający. Rozprawę przygotowano w sposób akceptowalny, a czytając ją można zauważyć dużą wiedzę praktyczną i swobodę Doktoranta w obszarze poruszanych zagadnień.

Ocena merytoryczna

Układ przedłożonej do oceny pracy jest logiczny. Wprowadzenie odzwierciedla wagę i aktualność podjętej tematyki badawczej. W części obejmującej przegląd literatury Doktorant dokonał charakterystyki ziaren kawowca, z rozróżnieniem poszczególnych jej gatunków i niejako wskazaniem dlaczego do badań wybrano *Coffea arabica* L. Przedstawił technologię prażenia ziaren opisując zarówno sam proces, jak i wybrane składniki lotne kształtujące aromat kawy. W tej części pracy kwestią dyskusyjną jest posługiwanie się anglojęzycznymi nazwami procesów, podczas gdy część z nich posiada używane odpowiedniki polskie. Takie podejście prawdopodobnie wynika z potocznie przyjmowanej nomenklatury w przemyśle, z czym Doktorant spotyka się w pracy zawodowej. Należy również zauważyć, że przytoczone wartości liczbowe w podrozdziale 2.3 nie do końca są spójne z wartościami na rysunku 4, do którego Autor się odnosi. W dalszej części przeglądu Doktorant wyjaśnia wpływ prażenia kawy zielonej na zawartość kwasu kawoilochinowego, kofeiny i akrylamidu. Skupienie się na tych związkach wynika z faktu, że były one badane w części doświadczalnej pracy. Jednak pewien niedosyt budzi brak przedstawienia w części literaturowej pełnego składu chemicznego ziaren kawy. Warty podkreślenia jest natomiast wyjaśnienie różnic między kawami przygotowanymi przez zaparzenie w porównaniu do napojów cold brew coffee, które scharakteryzowano w dalszej części przeglądu. Charakterystyka napoju cold brew coffee została wydzielona poza część literaturową, chociaż w opinii recenzenta stanowi ona część przeglądu literatury. Na podstawie literatury wykazano że ekstrakcja tego typu kaw najczęściej przebiega w kierunku średniej

mocy i umiarkowanej wydajności. Opisano również techniki umożliwiające redukcję czasu przygotowywania kaw typu cold brew oraz stosowane techniki instancjacji kaw.

Cel pracy został jasno określony, z wyraźnym nachyleniem na aspekt praktyczny podejmowanych badań. Sformułowano dwie hipotezy ukierunkowujące badania. Założono możliwość uzyskania napoju cold brew o wysokiej zawartości kwasu kawoilochinowego przy jednoczesnym zredukowaniu w nim zawartości akrylamidu oraz zwiększenie obecności kluczowych związków aromatycznych poprawiających aromat przy zastosowaniu techniki kriokoncentracji

W rozdziale „Metodyka badań – materiał badawczy i metody analityczne” przedstawiono zarówno uproszczone, jak i szczegółowe schematy badań, a następnie opisano postępowanie technologiczne i analityczne. Na schemacie uproszczonym wyodrębniono 6 etapów badań, na które podzielono realizację pracy. Opisano procedury prażenia, ekstrakcji, kriokoncentracji i koncentracji termicznej pod obniżonym ciśnieniem. Metodami LC-MS/MS określono zawartość akrylamidu, kofeiny i kwasu kawoilochinowego. Stosując technikę SPME GC-MS zidentyfikowano i oznaczono ilościowo związki lotne. W opinii recenzenta lepiej było najpierw na schemacie zawrzeć operacje prowadzone na ziarnie, a w dalszej kolejności na ekstrakcie. Warty wyjaśnienia jest fakt, czy filtrowanie koncentratów przez filtr strzykawkowy PVDF 0,2 μm nie stwarzało problemów, a jeśli tak to jak ten proces usprawniano. Przeprowadzono również analizę pożądaności i akceptacji konsumenckiej, co jest istotne przy ocenie produktów, które mają być potencjalnie oferowane konsumentom. Jednakże zastanawiające jest dlaczego obydwie rodzaje analiz przeprowadzały zespoły o różnej, stosunkowo niskiej, liczebności. Na koniec tej części pracy opisano jakie metody statystyczne użyto podczas opracowywania wyników.

Rezultaty przeprowadzonych badań i analiz autor przedstawił w rozdziale „Omówienie wyników” zawartym na 89,5 stronach. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci 227 rysunków i 2 tabel. Przedstawienie wyników przeprowadzono w układzie 6 rozdziałów obejmujących poszczególne etapy.

Etap 1 w głównej mierze dotyczył optymalizacji procesu ekstrakcji kawy cold brew, a uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach metodą powierzchni odpowiedzi i za pomocą wykresów Pareto. Rozpatrywano 4 rodzaje zmiennych przy różnych ich zakresach: temperatury prażenia (210°C, 220°C, 230°C), czasy ekstrakcji (2, 4, 3, 6, 9, 12, 24h), stopnie rozdrobnienia ziarna (1,0 lub 1,5mm), ilość surowca w stosunku do wody brew:ratio (5 lub 6g) oraz temperatura ekstrakcji (5 lub 25°C). Analiza uzyskanych wyników wykazała, że całkowita ilość rozpuszczonych składników w największym stopniu zależna jest od czasu ekstrakcji.

Jednocześnie za najbardziej optymalne warunki określono ekstrakcję prowadzoną przez 12 godzin w temperaturze 25°C. Ponadto na tym etapie Doktorant wykazał, że w kontekście zawartości akrylamidu najmniej korzystne jest prowadzenie obróbki kawy w temp. 210°C.

Etap 2 dotyczył optymalizacji procesu ekstrakcji składników bioaktywnych w kawie cold brew oraz oceny zawartości kofeiny i kwasu kawoilochinowego w uzyskanych koncentratkach kawy. Zarówno w przypadku nazwy tego etapu jak i pozostałych należy zauważyć drobną rozbieżność w stosunku do tego co wstępnie przedstawiono na uproszczonym schemacie badań (rys. 10). W opinii recenzenta należało w tym względzie zachować konsekwencję, tym bardziej, że wcześniejsze nazwy etapów wydają się być bardziej jasne, a praca w tym względzie byłaby bardziej czytelna. Opis tego etapu badań jest najbardziej rozbudowany i obejmuje aż 61 stron. W tej części pracy omówiono zawartości kofeiny i kwasu kawoilochinowego zarówno w otrzymanych ekstraktach jak i ich koncentratkach. Analizy dokonana w szerokim zakresie zmiennych (różne czasy i temperatury ekstrakcji oraz prażenia, różne stopnie rozdrobnienia i ilości surowca w stosunku do wody) co pozwoliło na określenie najbardziej optymalnej metody postępowania technologicznego. Wykazano wpływ metody stosowanej do zagęszczania uzyskanych ekstraktów na zawartość badanych składników bioaktywnych. Maksymalny stopień odzysku kwasu kawoilochinowego odnotowano po procesie kriokoncentracji ekstraktu cold brew otrzymanego z kawy prażonej w temperaturze 220°C. Jednocześnie maksymalny stopień odzysku kofeiny stwierdzono po procesie zatężania termicznego, pod obniżonym ciśnieniem, ekstraktu cold brew otrzymanego z kawy prażonej w temperaturze 230°C. W wyniku przeprowadzonych badań wykazano przydatność metody powierzchni odpowiedzi (RSM) w przybliżonym określaniu wartości badanych parametrów i optymalizacji procesów, co w przypadku rozpatrywanych produktów może mieć potencjalne zastosowanie aplikacyjne. Jednocześnie kwestią wymagającą odpowiedzi jest fakt dlaczego w badaniach ograniczono się tylko do dwóch rodzajów substancji o właściwościach bioaktywnych podczas gdy kawa zawiera ich znacznie więcej.

W etapie 3 skupiono się na analizie zawartości akrylamidu w otrzymanych ekstraktach. W tym zakresie wykazano istotny wpływ stopnia rozdrobnienia ziaren kawy i czasu ekstrakcji na badany parametr. Wydłużenie czasu ekstrakcji i zwiększenie stopnia rozdrobnienia miało w tym względzie negatywny wpływ. W związku z powyższym czynniki te mogą stanowić istotny parametr uwzględniany przy optymalizacji procesu technologicznego pod względem ograniczania zawartości akrylamidu. Rozwijając tą tematykę w 4 etapie badań skupiono się na możliwości ograniczenia zawartości akrylamidu na etapie koncentracji ekstraktów. Wykazano, jego redukcję w otrzymanych koncentratkach w porównaniu do ekstraktów z których je

otrzymano o 40% w wyniku kriokoncentracji i 50% w wyniku koncentracji termicznej pod obniżonym ciśnieniem. Jednocześnie wykazano, że niższą zawartość akrylamidu uzyskuje się w koncentratkach otrzymywanych na bazie ziaren prażonych w wyższej temperaturze (230°C) i ekstrahowanych przez dłuższy czas (12h).

W etapie 5 dokonano testów sensorycznych otrzymanych produktów. Ekspercka analiza pożądalności cech sensorycznych pozwoliła stwierdzić istotny wpływ temperatury prażenia ziaren oraz techniki koncentracji na badane cechy. Jednakże w odróżnieniu od wcześniej omawianego akrylamidu, w kontekście oceny sensorycznej korzystniejsze okazało się prażenie ziaren w temp. 220°C. Jednocześnie analiza akceptacji konsumenckiej wykazała, że wyższy potencjał wdrożeniowy ma napój otrzymany w wyniku kriokoncentracji. W tym miejscu należy zauważyć że sposób sformułowania przez Doktoranta tytułu podrozdziału w brzmieniu: „Ekspercka analiza sensoryczna akceptacji konsumenckiej w ujęciu hedonicznym” jest dość dyskusyjny. Ponadto przeprowadzona analiza wykazała, że w przypadku produktów otrzymanych techniką koncentracji termicznej pod obniżonym ciśnieniem dominował aromat palony z wyczuwalnymi aromatami czekoladowym i orzechowym. W przypadku produktów otrzymanych metodą kriokoncentracji dominował aromat owocowy uzupełniany przez aromat kwiatowy.

Ostatni 6 etap badań stanowiła analiza profilu związków lotnych i kalkulacja wartości aktywności aromatu OAV. Zidentyfikowano związki aromatyczne w próbkach uzyskanych z kawy prażonej w temp. 220°C po kriokoncentracji ekstraktów prowadzonej dla modelu 5 g×1,5 mm×5°C×6 h w ilości 59 związków oraz 60 związków dla modelu 6 g×1,0 mm×25°C×12 h. Należałoby uzasadnić ograniczenie badania o wybór tylko tych konkretnych dwóch wariantów. Obliczono również wartość aktywności aromatu, na podstawie której stwierdzono, że dominujące znaczenie mają: 2-etylo-3,5-dimetylopirazyna, gwajakol oraz aldehyd izowalerianowy. Należy jednak pamiętać, że inne związki również odgrywają istotną rolę w kształtowaniu ostatecznego profilu zapachowego. W tej części pracy zastanawiające jest dlaczego nie podano odchyłeń standardowych jeśli analizy przeprowadzono w 3 powtórzeniach, a wyniki można było poddać analizie statystycznej celem ustalenia istotności różnic. W przypadku tabeli 3 zamiast sformułowania „lotne związki chemiczne” należy użyć stwierdzenia „lotne związki zapachowe”.

Kolejny rozdział stanowiła dyskusja uzyskanych wyników z danymi dostępnymi w literaturze. Na podstawie analizy literatury częściowo wyjaśniono też co skłoniło Autora do przyjęcia określonych rozwiązań, między innymi z czego wynikało skupienie się w badaniach analitycznych na oznaczaniu kwasu kawoilochinowego i kofeiny. Jednakże w opinii recenzenta

uznawanie kofeiny jako „wskaźnik korzyści zdrowotnych” jest nieco dyskusyjne. Doktorant na podstawie literatury stwierdził, że na ilość składników w napoju cold brew ma wpływ zarówno stopień rozdrobnienia ziaren kawy, jak i zastosowanie operacji mieszania. Prosiłbym o wyjaśnienie jak rozwiązano ten problem w biadaniach własnych. W mojej opinii porównując wyniki badań własnych i innych autorów (str. 128) również dyskusyjne jest posługiwanie się stwierdzeniem że „w doświadczeniach zastosowano ten sam surowiec”. Podobnie niefortunne uważam używanie sformułowań, że „...kriokoncentracja blokowa może być ... sposobem na utrwalanie składników bioaktywnych oraz lotnych ...” (str. 133).

Sformułowane przez Autora wnioski w pełni odnoszą się one do przedstawionych wyników i wskazują, że postawiona hipoteza badawcza została w pełni zweryfikowana, a postawione cele osiągnięto. We wniosku 10 autor wskazuje wariant doświadczenia wybrany do wdrożenia przemysłowego. Za najbardziej optymalne uznano prażenie ziaren kawy w temperaturze 220°C, ich rozdrabnianie przy ustawieniu grubości mielenia 1,0 mm, prowadzenie ekstrakcji wodnej w temperaturze 25°C przez 12 godzin przy zachowaniu współczynnika brew:ratio 5 g i zatężanie ekstraktu z zastosowaniem techniki kriokoncentracji. W związku z powyższym chciałem zapytać czy technologia ta jest obecnie stosowana w zakładzie we współpracy z którym realizowano badania oraz czy w wyniku praktyki przemysłowej zdecydowano się na korektę któregoś z parametrów.

Przedostatni rozdział pracy stanowi spis literatury obejmujący 195 pozycji, co świadczy o znajomości zagadnienia i aktualności tematu. Niektóre pozycje wymagają jednak korekty edytorskiej. Ponadto 6 pozycji zawartych w spisie literatury nie przytoczono w tekście natomiast również 6 pozycji cytowanych w tekście nie umieszczono w spisie. Należy również dodać, że sposób cytowania literatury w niektórych miejscach tekstu wymaga ujednoczenia.

W ostatnim rozdziale zawarto dokumentację aplikacyjną, którą przedstawiono jednak w dość skrótowy sposób. W mojej opinii korzystniej było ten rozdział bardziej rozwinąć. Należy zaznaczyć, że rozprawa doktorska realizowana była w ramach IV edycji doktoratu wdrożeniowego. Prototypowy układ technologiczny do ekstrakcji i koncentracji przedstawiono w postaci zdjęcia. W mojej opinii oprócz zdjęcia powinien być zamieszczony schemat wraz z opisem poszczególnych elementów układu, co zwiększyłoby czytelność. Ponadto rozdział ten można było zawrzeć we wcześniejszej części pracy lub zamieścić jako załącznik.

Ogólnie praca napisana jest poprawnie, chociaż Doktorant nie ustrzegł się pewnych błędów. Stwierdzone błędy w zdecydowanej większości mają charakter redakcyjny i nie wpływają w znaczącym stopniu na wartość merytoryczną opracowania. Przedstawione w niniejszej recenzji uwagi najczęściej mają charakter dyskusyjny i wynikają z obowiązku recenzenta. W mojej

opinii nie do końca prawidłowe jest zamienne używanie słów zapach i aromat oraz słów ekstrakt i napój. Ponadto pewną nieprawidłowością jest to, że użyte w pracy wykresy Pareto podpisano jako wykres Pareta. W pracy stwierdzono również drobne błędy interpunkcyjne.

Dodatkowo chciałbym dodać, że Doktorant posiada dorobek naukowy w postaci 7 artykułów opublikowanych w latach 2020-2023, z czego 6 ukazało się w czasopiśmie anglojęzycznych z bazy JCR. Dwie z tych publikacji odnoszą się do tematyki pracy doktorskiej. Wszystkie artykuły są wieloautorskie, a w 2 Doktorant jest 1 autorem. Ponadto jest współautorem 4 monografii. Uczestniczył także w 4 konferencjach międzynarodowych, na których między innymi prezentował wyniki badań powiązanych z pracą doktorską.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że w mojej ocenie przedstawiona rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Damiana Maksimowskiego pt. ”Opracowanie metody otrzymywania napojów instant cold brew coffee typu liquid opartych na kawie o zwiększonych właściwościach sensorycznych i prozdrowotnych”, wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Macieja Oziembłowskiego, prof. uczelni oraz opiekuna pomocniczego mgr. Tomasza Nietubuć z firmy Cold Brew sp. z o.o. zawiera zarówno badania poznawcze, ale przede wszystkim rozwiązania technologiczne badanego problemu. Rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023, poz. 742 ze zm.). W związku z powyższym przedkładam Radzie Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosek o przyjęcie będącej przedmiotem recenzji rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pana mgr. inż. Damiana Maksimowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dr hab. inż. Stanisław Kalisz, prof. SGGW