UNIWERSYTET
PRZYRODNICZY
WE WROCŁAWIU
KATEDRA TECHNOLOGII FERMENTACJI I ZBÓŻ

Dr hab. Anna Czubaszek, prof. uczelni
Katedra Technologii Fermentacji i Zbóż
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wrocław, 26 kwietnia 2023 r.

Recenzja

pracy doktorskiej Mgr Ady Krawęckiej

pt. **Wpływ wysokobłonnikowych surowców roślinnych na właściwości fizykochemiczne, indeks i ładunek glikemiczny makaronów**

wykonanej pod kierunkiem:

promotora – dr hab. inż. Aldony Soboty, prof. UP

w Zakładzie Inżynierii i Technologii Zbóż, Katedry Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego i Gastronomii

Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

- Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zmianami),
- Pismo prof. dr hab. Waldemara Gustawa Przewodniczącego Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 24.02.2023 r.

Informacje ogólne – uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej

W obecnej dobie klienci coraz częściej oczekują od produktów spożywczych nie tylko odpowiedniej wartości odżywczej, ale również działania pomocnego w prewencji chorób cywilizacyjnych takich jak: cukrzyca, otyłość, choroby układu krążenia czy nowotwory. Zwiększająca się liczba osób chorujących na cukrzyce przyczynia się do wzrostu zapotrzebowanie na żywność funkcjonalną o niskim indeksie i ładunku glikemicznym, w tym na żywność o zwiększonej zawartości błonnika pokarmowego zwłaszcza jego rozpuszczalnej frakcji. Jednym z produktów korzystnie wpływających na glikemię poposiłkową jest makaron. Prowadzone w wielu laboratoriach badania wskazują, że poprzez stosowanie w jego recepturze różnych dodatków o udokumentowanych właściwościach prozdrowotnych można zwiększyć

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
KATEDRA TECHNOLOGII FERMENTACJI I ZBÓŻ
ul. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław
anna.czubaszek@upwr.edu.pl, tel. 71 320 7709

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

potencjał tego produktu. W nurt takich badań wpisują się badania przeprowadzone przez mgr Adę Krawęcką, w których dążono do obniżenia indeksu i ładunku glikemicznego makaronu poprzez zastąpienie części semoliny wysokoglukanowym preparatem z owsa, mąką łubinową i jaglaną oraz wytłokami z czarnuszki. Sprawdzano przy tym jakość i akceptowalność uzyskanych wyrobów. Dodatkowym atutem pracy jest zastosowanie w produkcji makaronu wytłoków z czarnuszki, które są produktem ubocznym po tłoczeniu oleju. Takie działania wpisują się w założenia produkcji „zero waste".

Wobec powyższego podjęta w pracy doktorskiej tematyka badawcza jest w pełni uzasadniona, bardzo aktualna. Badania podstawowe oraz aplikacyjne wchodzące w skład przedstawionej do recenzji dysertacji są niezwykle istotne i stanowią poważny wkład do nowoczesnej technologii żywności, dietetyki oraz prewencji populacyjnej.

Ocena formalna rozprawy

Podstawę rozprawy doktorskiej Pani Mgr Ady Krawęckiej pt. *Wpływ wysokobłonnikowych surowców roślinnych na właściwości fizykochemiczne, indeks i ładunek glikemiczny makaronów*" stanowią cztery oryginalne prace naukowe opublikowane w latach 2020-2022 w czasopismach o wysokiej randze w dyscyplinie technologia żywności i żywienia (punktacja MEiN 100-140 pkt, IF od 4,35 do 5,561):

1. Krawęcka A., Sobota A., Sykut-Domańska E. Functional cereal products in the diet for type 2 diabetes patient. International Journal of Food Science, 2020, ID 4012450.
2. Krawęcka A., Sobota A., Sykut-Domańska E. Pysicochemical, sensory and cooking qualities of pasta enriched with oat β-gucans, xantan gum and vital gluten. Foods, 2020, 9(10), 1412.
3. Krawęcka A., Sobota A., Zarzycki P. The effect of the addition of low-alkkloid lupine flour on the glycemic index *in vivo* and the physicochemical properties and cooking quality of durum wheat semolina pasta. Foods, 2022, 11(200, 3216.
4. Krawęcka A., Sobota A., Ivanišová E., Harangozo L., Valková V., Zielińska E., Blicharz-Kania A., Zdybel B., Mildner-Szkudlarz S. The effect of black cumin cake addition on the chemical composition, glicemic index, antioxidant activity and cooking quality of durum wheat pasta. Molecules, 2022, 27(19), 6342.

Całkowita punktacja przedstawionych w cyklu prac według listy MEiN w roku wydania wynosi 440, IF – 14,838, a liczba cytowań według Web of Science i Scopus wynosi 24 (bez autocytowań 17). Należy zwrócić uwagę, że trzecia w cyklu praca była dofinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach działania 1.2 Badania

Celowe Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020 w ramach projektu pt. „Opracowanie innowacyjnej technologii produkcji makaronu o bardzo niskim indeksie glikemicznym". Wszystkie publikacje są wieloautorskie (3-9 autorów), a na podstawie oświadczeń autorów można stwierdzić znaczący udział Mgr Ady Krawęckiej w powstawaniu tych prac. We wszystkich pracach jest Ona pierwszym autorem, a w publikacji 2 również autorem korespondencyjnym. Doktorantka brała udział w opracowaniu koncepcji artykułu przeglądowego i wszystkich przeprowadzonych badań, realizowała większość analiz, opracowywała wyniki i przygotowywała manuskrypty oraz odpowiedzi na recenzje. Cykl publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz pozostały dorobek naukowy Mgr Ady Krawęckiej przedstawiony w Załaczniku (sumaryczny IF – 42,684, pkt MEiN – 1030,00) wskazują na wysoki poziom naukowy Doktorantki.

Przedstawione do oceny opracowanie obejmuje 86 stron maszynopisu i załączniki, w których zamieszczono: zestawienie dorobku naukowego Doktorantki, publikacje wchodzące w skład rozprawy i oświadczenia współautorów tych publikacji. Manuskrypt podzielono na 8 zasadniczych rozdziałów: 1. Streszczenie (w języku polskim i angielskim), 2. Wprowadzenie, 3. Hipoteza i cel badań, 4. Układ doświadczeń 5. Materiały i metody, 6. Omówienie wyników i dyskusja. 7. Wnioski i 8. Literatura. Konstrukcja opracowania jest zwarta, jednoznaczna i typowa dla rozpraw pisanych w oparciu o cykl publikacji. Zwraca uwagę bardzo staranne przygotowanie rozprawy pod względem edytorskim.

Ocena merytoryczna

Tytuł rozprawy koresponduje z jej treścią. Zamieszczone na początku pracy streszczenie w języku polskim i angielskim obejmuje krótkie wprowadzenie w istotę tematu, cel badań i założenia kolejnych etapów badań, zabrakło w nim jednak najważniejszych wniosków wynikających z uzyskanych wyników badań.

Wprowadzenie teoretyczne zostało przygotowane na podstawie pierwszej z cyklu publikacji. W rozdziale tym Doktorantka syntetycznie przedstawiła zagadnienia dotyczące diety w cukrzycy typu 2, roli błonnika pokarmowego jako czynnika zmniejszającego ryzyko wystąpienia cukrzycy, funkcjonalnych właściwości makaronu i możliwości ich poprawy poprzez stosowanie odpowiedniej technologii wytwarzania oraz różnorodnych dodatków takich jak surowce bogate w rozpuszczalną i nierozpuszczalną frakcję błonnika, wysokobiałkowe mąki roślin strączkowych oraz surowce stanowiące źródło nienasyconych kwasów tłuszczowych i polifenoli. Rozdział ten świadczy o rzetelnym przygotowaniu literaturowym Mgr Ady Krawęckiej do podjętych badań i można twierdzić, że Kandydatka

posiada ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu dyscypliny technologia żywności i żywienia. W rozdziale 3 przedstawiono *Hipotezę i cel badań*. Postawiona hipoteza badawcza jasno wynika z analizy danych literaturowych, a celem głównym badań było określenie wpływu wysokobłonnikowych surowców roślinnych na właściwości fizyczne, cechy kulinarne skład chemiczny, indeks i ładunek glikemiczny oraz ocenę sensoryczną makaronów z pszenicy durum. Cel ten realizowano w oparciu o 3 cele szczegółowe określające sposób weryfikacji hipotezy badawczej podczas realizacji kolejnych etapów badań. W kontekście lektury całego opracowania przedstawionego do recenzji można stwierdzić, że hipoteza badawcza, cel ogólny i cele szczegółowe zostały zredagowane jednoznacznie i zwięźle, a to wskazuje na duże doświadczenie Autorki w redakcji tej trudnej części pracy.

W kontekście oceny sposobu metodycznego podejścia do przeprowadzenia badań dobrym rozwiązaniem, zastosowanym w recenzowanej pracy jest tabelaryczne przedstawienie układu doświadczalnego, modeli badawczych oraz stosowanych metod weryfikacji hipotezy badawczej. Jasno z niego wynika jakie analizy wykonano w ramach poszczególnych prac podczas realizacji kolejnych celów szczegółowych. W następnym rozdziale przedstawione zostały: materiał badawczy wszystkich modeli badawczych, stosowane metody analityczne oraz metoda wytwarzania makaronu Bardzo syntetyczne przedstawienie organizacji doświadczenia jest wystraczające, ponieważ w każdej publikacji cyklu metodyka badań została opisana szczegółowo. Lektura tego materiału utwierdza w przekonaniu, że Autorka zapoznała się i stosowała szerokie spektrum metod analitycznych, od prostych badań jakości kulinarnej makaronów (np. czas gotowania, ocena sensoryczna) do skomplikowanych metod badania indeksu glikemicznego *in vitro* i *in vivo*, metod spektrofotometrycznych i fluorometrycznych oznaczania aktywności przeciwutleniającej oraz spektometrycznej absorpcji atomowej stosowanej do analizy zawartości składników mineralnych. Wykorzystane metody badawcze pozwalają na uzyskanie rzetelnych i miarodajnych wyników.

W rozdziale „*Omówienie wyników i dyskusja*" syntetycznie omówiono i poddano dyskusji wyniki uzyskane w kolejnych etapach badań, a przedstawione w publikacjach 2-4 (modele badawcze I-III). Nie jest to łatwe zadanie, a Pani Ada Krawęcka dokonała tego w taki sposób, że opracowanie stanowi kompilację w pełni oddającą zakres badań. Należy podkreślić, że dyskusja wyników została przeprowadzona na bardzo wysokim poziomie. Doktorantka wyniki własne konfrontowała z wynikami uzyskanymi przez inne zespoły badawcze, a ponadto w oparciu o cytowaną, bardzo aktualną literaturę źródłową wyjaśniała obserwowane zależności. Rozdział „*Omówienie wyników i dyskusja*" podzielono na 3 podrozdziały odpowiadające trzem modelom badawczym, których wyniki opublikowo (czasopisma Foods i Molecules) w 3

pracach należących do cyklu stanowiącego dysertację. W każdym z tych podrozdziałów na początku w tabeli przedstawiono model doświadczenia (receptury i parametry tłoczenia badanych makaronów), a na końcu dokonano podsumowania najważniejszych wyników, jest to bardzo korzystne dla zrozumienia realizacji kolejnych etapów całego doświadczenia.

Model badawczy I dotyczył zastosowania preparatu (1,3)(1,4)-β-D-glukanów owsianych jako funkcjonalnego dodatku do produkcji makaronów. Wykazano w nim, że udział tego surowca we wzbogaconym makaronie powodował zwiększenie zawartości błonnika pokarmowego i zmniejszenie zawartości węglowodanów przyswajalnych. Minimalizował też negatywne zmiany barwy produktu nieugotowanego. Zastosowane dodatkowo guma ksantanowa i gluten witalny korzystnie oddziaływały na kulinarną jakość makaronów. Jednak ugotowany makaron o największym 20% dodatku β-glukanów cechował się nieodpowiednimi właściwościami sensorycznymi i w związku z tym stwierdzono, że optymalny jest 10% dodatek β-glukanów owsa do pszenicy durum. Zastanawia mnie czy nazwa „owsiany β-glukan" używana przez Autorkę dla stosowanego do wzbogacenia makaronu produktu owsianego jest nazwą handlową? Z jego charakterystyki (tab. 4, str. 27) wynika, że właściwie był to wysokoglukanowy produkt owsiany, a nie czysty β -glukan, gdyż w jego składzie chemicznym, było około 8% białka, 3% tłuszczu i 52% węglowodanów przyswajalnych. W związku z tym opis oddziaływania tego produktu na właściwości makaronu w odniesieniu tylko do wpływu β-glukanów owsa moim zdaniem jest dużym uproszczeniem. Pozostałe składniki z pewnością też kształtowały badane właściwości makaronów, na co również Autorka rozprawy zwraca uwagę w niektórych fragmentach, ale w innych ogranicza się tylko do β-glukanów.

Zastanawia mnie też dlaczego do cyklu prac stanowiących pracę doktorską zaliczono publikację II (Foods) skoro nie badano w niej zmian indeksu i ładunku glikemicznego makaronu pod wpływem substytucji semoliny przez β-glukan owsiany. Nie zaliczono natomiast pracy dotyczącej zmniejszenia indeksu glikemicznego makaronu na skutek dodatku pokrzywy (poz. 46 spisu Literatury), na którą Autorka powołuje się w opracowaniu i w publikacji 3.

W kolejnym etapie badań oceniano możliwość stosowania mąki łubinowej jako funkcjonalnego zamiennika semoliny w produkcji makaronu. Równocześnie z tym dodatkiem stosowano preparat β-glukanów owsa w ilości 7,5 %, co wynikało z rezultatów I modelu badawczego oraz gluten witalny (5%). W jednym wariancie próbek badanych w tym modelu zastosowano jako zamiennik semoliny wraz z wymienionymi wcześniej surowcami, mąkę jaglaną (20%). Stwierdzono, że substytucja semoliny mąką łubinową z jednoczesnym wprowadzeniem β-glukanów i glutenu witalnego spowodowała poprawę wartości odżywczej makaronu zwiększając zawartość białka, popiołu, tłuszczu i błonnika całkowitego, a przy 20 i

25% udziale mąki łubinowej także frakcji rozpuszczalnej błonnika. Zmniejszeniu natomiast ulegała zawartość węglowodanów przyswajalnych. Dodatki te wydłużały czas gotowania, zwiększały straty suchej masy, które jednak nie przekraczały 8% s.m., co świadczy o zachowaniu wysokiej jakości kulinarnej. Makarony wzbogacone wymienionymi surowcami charakteryzowały się niskimi IG i ŁG (około 50% mniejszymi niż makaron kontrolny), co stwierdzono w badaniach *in vivo*, i były akceptowane przez konsumentów. Moim zdaniem wyniki uzyskane w tym modelu badawczym są najbardziej wartościowe, gdyż zostały one wdrożone, a opracowany produkt - makaron z 20% udziałem mąki łubinowej, 7,5% błonnika owsianego i 5% glutenu witalnego jest obecnie produkowany przez firmę POL-MAK S.A. jako produkt o IG=38, dedykowany diabetykom, osobom insulinoopornym, odchudzającym się i sportowcom (pol-mak.pl).

W modelu badawczym III jako funkcjonalny dodatek do produkcji makaronu zastosowano wytłoki z czarnuszki, stanowiące produkt uboczny przy produkcji oleju z czarnuszki. Badania te doskonale wpisują się nie tylko w założenie produkcji funkcjonalnych makaronów, ale również produkcji „zero waste". Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że dodatek wytłoków z czarnuszki poprawił wartość odżywczą makaronu zwiększając zawartość błonnika, białka, tłuszczu, popiołu i związków mineralnych takich jak Cr, Fe, Mn, Cu i Zn. Wzmocnił również właściwości przeciwutleniające makaronów dzięki obecności polifenoli, w tym flawonoidów. Przy udziałach wytłoków z czarnuszki na poziomie 20 i 25% stwierdzono w badaniach *in vitro* statystycznie istotne zmniejszenie IG. Ten cenny ze względów żywieniowych surowiec stwarza jednak problemy w procesie tłoczenia makaronu i Autorka pracy zwraca uwagę na konieczność dopracowania sposobu odpowiedniego przygotowania i rozdrobnienia wytłoków z czarnuszki dla lepszego przebiegu procesu wytwarzania makaronu z udziałem tego surowca.

W odniesieniu do tej części pracy mam następujące pytania:

1. Na str. 61 Doktorantka napisała, że „wytłoki z czarnuszki są bardzo dobrym źródłem żelaza niehemowego, wobec którego w przytoczonych badaniach nie zaobserwowano różnic statystycznie istotnych". W badaniach przedstawionych w rozprawie (tab.19, str. 62) zawartość żelaza pod wpływem dodatku wytłoków z czarnuszki zwiększała się od 1,4 do 2,5 razy, a więc znacznie, ale wyniki te nie zostały opracowane statystycznie. Wobec tego jakich statystycznie nieistotnych różnic dotyczy to stwierdzenie?
2. Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 20 (str. 65) można stwierdzić, że podczas gotowania makaronu CON i z dodatkiem wytłoków czarnuszki w ilości do 10% występuje tendencja do zwiększania ilości polifenoli po obróbce hydrotermicznej, a przy większych

dodatkach ilość tych związków zmniejsza się. Jaka może być tego przyczyna? Ponadto, trudno mi się zgodzić ze stwierdzeniem Autorki, że straty flawonoidów w makaronie z wytłokami z czarnuszki były nieistotne (str. 62, wers 9 od dołu), ponieważ w makaronach z 5 i 10% udziałem tego dodatku po ugotowaniu flawonoidów nie wykryto i dopiero od dodatku na poziomie 15% zmiany na skutek obróbki hydrotermicznej były statystycznie nieistotne. Zastanawia mnie również z czego wynika ten brak istotności zmian skoro po ugotowaniu ilość flawonoidów jest prawie dwa razy mniejsza.

W przedstawionym do recenzji opracowaniu stanowiącym charakterystykę cyklu czterech publikacji całość podsumowano 9 wnioskami, które są w pełni uzasadnione i udokumentowane wynikami. Odnoszą się również do założonych celów szczegółowych. Wskazują one, że założony przez Doktorantkę cel badań został osiągnięty, a przyjęta hipoteza badawcza zweryfikowana. Uważam jednak, że we wniosku 3 Doktorantka niesłusznie uogólniła wnioski dotyczące wpływu wprowadzenia wytłoków z czarnuszki do makaronu na zawartość polifenoli w gotowym produkcie na wszystkie stosowane wysokobłonnikowe dodatki, ponieważ nie zostało to sprawdzone w badaniach.

Odnosząc się do wykorzystanej w opracowaniu bibliografii należy stwierdzić, że jest ona wyjątkowo starannie i trafnie dobrana. W spisie bibliograficznym znalazły się 102 prace głównie z ostatnich 10 lat (około 90%), a około 40% stanowią prace z ostatnich 4 lat. Cytowane były przede wszystkim oryginalne prace twórcze opublikowane w renomowanych czasopismach (tylko 2 pozycje bibliograficzne opublikowano w języku polskim). Również w poszczególnych pracach cyklu zwraca uwagę bogata literatura źródłowa. W poszczególnych pracach wykorzystano od 51 do 73 pozycji bardzo aktualnej i również właściwie dobranej literatury.

Uwagi edytorskie

- numer drugiej publikacji w tekście pracy raz pisany jest liczbą arabską (np. str 40), a raz rzymską (np. str. 44);
- na str. 45, w tabeli 13 (również w tabeli 3 w publikacji III) w kolumnie o nagłówku „75°C" wkradł się błąd w oznakowaniu grup jednorodnych. Przy wartościach 0,009 oznakowanie grup jednorodnych powinno być „*ab*", a nie „*ac*". Kolejne grupy należy oznaczać kolejnymi literami alfabetu, więc kolejną grupą po grupie *a* będzie grupa *b* a nie *c*;

- na str. 46, wers 7 od góry Autorka omawiając wyniki jakości kulinarnej makaronu badanego w modelu badawczym II (publikacja III) napisała - „W przypadku modelu II, zastosowany 15-20% dodatek preparatu β –glukanów spowodował znaczące ($p \leq 0,05$) wydłużenie czasu gotowania, podczas gdy nie stwierdzono żadnych istotnych różnic pomiędzy CT dla próby kontrolnej oraz prób wzbogaconych w 5-10% β –glukanów." Moim zdaniem w tym miejscu popełniono oczywistą pomyłkę redakcyjną, gdyż w modelu tym stosowano tylko dwa dodatki β –glukanów: 7,5% w próbkach LF0 – LF25 i 20% w próbce LFM20. Niemniej jednak w publikacji III (Foods) znajduje się właściwe odniesienie do modelu I;
- na str. 63 w ostatnim akapicie umieszczono odsyłacz do tabeli 4 zamiast 20.

Reasumując stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska obejmuje wartościowe wyniki pod względem poznawczym i aplikacyjnym. Wyniki badań przedstawione w cyklu publikacyjnym pozwoliły na pozytywne zweryfikowanie hipotezy badawczej. W mojej ocenie opracowanie stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Mgr Adę Krawęcką. Jednocześnie chcę podkreślić, że wszystkie uwagi przedstawione w recenzji mają charakter redakcyjny lub dyskusyjny i nie mają one wpływu na pozytywną ocenę merytoryczną pracy.

Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Mgr Ady Krawęckiej pt. **„Wpływ wysokobłonnikowych surowców roślinnych na właściwości fizykochemiczne, indeks i ładunek glikemiczny makaronów"** spełnia wymagania formalne i merytoryczne stawiane rozprawom na stopień doktora w artykule 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zmianami). Sposób realizacji pracy wskazuje, że Doktorantka jest bardzo dobrze przygotowana do prowadzenia badań naukowych, a uzyskane wyniki dostarczają cennych informacji naukowych jak i praktycznych. Na tej podstawie wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie Mgr Ady Krawęckiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Czubaszek

dr hab. Anna Czubaszek, prof. uczelni