

*Dr hab. inż. Dorota Gumul, prof. URK*

*Katedra Technologii Węglowodanów i Przetwórstwa Zbóż*

*Wydział Technologii Żywności*

*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

*Ul. Balicka 122*

*30-149 Kraków*

## **RECENZJA**

***rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Barbary Sadowskiej***

***pt.: "Wpływ transglutaminazy na kształtowanie cech jakościowych bezglutenowego pieczywa gryczanego"***

***w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia***

***wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Anny Diowkszej, prof. uczelni***

Alergie i nietolerancje pokarmowe według szacunków zajmują aktualnie pierwszoplanowe miejsce pod względem zagrożenia dla zdrowia człowieka, zaraz po nowotworach oraz chorobach układu krążenia. Jedną z najpowszechniej występujących nietolerancji pokarmowych jest celiakia, czyli autoimmunologiczna choroba trzewna tożsama z trwałą nietolerancją glutenu, na którą przypuszczalnie choruje około 1% ogólnej populacji ludzkości, przede wszystkim osoby pomiędzy 30 a 50 rokiem życia, a zwłaszcza kobiety. Osoby z nietolerancją glutenu zmuszone są wykluczyć z diety produkty zawierające przetwory ze zbóż glutenowych, co może skutkować niedoborami wielu cennych dla zdrowia substancji, takich jak białko, witaminy (kwas foliowy, witaminy z grupy B) i składników mineralnych (Fe, Ca, Mg, Cu) oraz błonnik pokarmowy, który odgrywa istotną rolę w racjonalnym żywieniu i profilaktyce chorób przewlekłych, takich jak nadciśnienie, cukrzyca i nowotwory. Ograniczenie wyżej wymienionych składników indukuje z kolei wiele chorób u osób z celiakią, takich jak osteoporoza, nowotwory przełyku czy niepłodność itd. Ponadto najnowsze badania wskazują, że u pacjentów z nietolerancją glutenu oznaczono znaczny stres oksydacyjny i upośledzone działanie enzymów antyoksydacyjnych, które tworzą swoistą

barierę antyoksydacyjną w organizmie i dlatego takie osoby są podatne na zaburzenia równowagi utleniacz - przeciwutleniacz i uszkodzenia DNA, a w konsekwencji na choroby nowotworowe. *W kontekście tego należy rozpracować nowe receptury produktów bezglutenowych, innowacyjne technologie ich otrzymywania, zwracając szczególną uwagę na jakość produktów oraz ich wartość odżywczą i prozdrowotną, tak aby te produkty były preferowane przez konsumentów i dla nich atrakcyjne. W związku z tym, że recenzowana praca jest temu poświęcona to doskonale wpisuje się w teraźniejszy nurt badań prowadzonych w ośrodkach naukowych w Polsce i na świecie. Dodatkowo biorąc pod uwagę aspekty rynkowe, ekonomiści spodziewają się, że sektor żywności bezglutenowej może być jednym z najbardziej dochodowych gałęzi przemysłu spożywczego, nie tylko ze względu na osoby chore na celiakię ale również na panujący trend, gdzie znaczna ilość osób przechodzi na dietę bezglutenową będącą wyrazem poszukiwań alternatywnych sposobów żywienia w stosunku do tradycyjnego, co również uzasadnia celowość podjętych badań w dysertacji doktorskiej.*

### ***Ocena formalna pracy doktorskiej***

Opiniowana rozprawa liczy 117 stron, a jej treść zawarto w 13 rozdziałach. Praca obejmuje również 157 pozycji literaturowych polsko i angielskich oraz streszczenie w j. polskim i angielskim. Rozprawa ma charakter doświadczalny oraz zawiera wszystkie niezbędne elementy, które z formalnego punktu widzenia powinny wchodzić w skład pracy doktorskiej. Po pierwsze wprowadzenie do obszaru nauki, w którym umiejscowiono problem badawczy rozprawy, następnie przegląd dostępnej literatury poświęconej temu zagadnieniu, sformułowany cel, hipotezy badawcze i zakres pracy, metodykę badawczą oraz rozdziały stanowiące omówienie wyników i dyskusję, jak również wnioski. W rozprawie wyróżniono także: spis rysunków, spis tabel, spis wykresów, osiągnięcia naukowe i publikacje naukowe wraz z udziałem w konferencjach naukowych.

### ***Ocena merytoryczna pracy doktorskiej***

Pracę doktorską pani mgr inż. **Aleksandry Sadowskiej** rozpoczyna część wprowadzająca do dziedziny nauki, która obejmuje 10 podrozdziałów, gdzie znajduje się problem badawczy rozpatrywany przez Autorkę w dalszej części Jej dysertacji.

W obszernym **przełądzie literatury** Autorka omawia celiakię jako jednostkę chorobową wskazując na etiologię choroby oraz podkreślając, że jedyną i skuteczną metodą leczenia nietolerancji glutenu jest dieta eliminacyjna. W dalszych podrozdziałach Doktorantka analizuje pieczywo bezglutenowe jako elementarny składnik ww. diety podając definicje tego rodzaju pieczywa, zwracając jednocześnie uwagę, że produkcja chlebów bezglutenowych jest problematyczna w aspekcie opracowania procesu technologicznego, ze względu na brak teksturotwórczego białka jakim jest gluten w tradycyjnym chlebie pszennym. Autorka zaznacza, że wyprodukowanie chleba bezglutenowego analogicznego



do pieczywa pszenne jest skomplikowane, bo ciasto sporządzone z mąki bezglutenowej jest mało sprężyste oraz niespoiste. Niedostateczna sprężystość utrudnia formowanie ciasta oraz sprawia, że ciasto jest niewystarczająco spulchnione, co wpływa na otrzymanie chleba o mniejszej objętości w porównaniu do chleba pszenne. Dalej Doktorantka twierdzi, że chleby bezglutenowe charakteryzują się nie tylko mniejszą objętością, ale również niekorzystną strukturą miększu (są bardziej suche i kruche) w porównaniu do chlebów pszennych. Dodatkowo chleby bezglutenowe wykazują tendencję do szybszej utraty świeżości, co po części jest związane z nieodpowiednią ilością wody w cieście bezglutenowym, a co za tym idzie nieodpowiednią wilgotnością oraz dużą ilością skrobi, która łatwo retrograduje, a jak powszechnie wiadomo jest to jeden z czynników starzenia się pieczywa. Mgr inż. Aleksandra Sadowska podkreśla, że w procesie produkcji pieczywa bezglutenowego bardzo ważnym elementem jest zastosowanie substancji powodujących wzrost lepkości ciasta oraz aplikacja składnika, który mogłyby być skuteczną alternatywą glutenu czyli czynnika strukturotwórczego. Doktorantka dokładnie omawia funkcje i budowę glutenu w pieczywie tradycyjnym wskazując, że rolę takiego składnika mogą mieć na przykład hydrokoloidy w chlebach bezglutenowych, które Autorka przedstawia w rozdziale 2.7.

Autorka słusznie udowadnia również, że produkty bezglutenowe w porównaniu do ich odpowiedników pszennych charakteryzują się ograniczoną wartością odżywczą, bowiem zawierają mniej mikro- i makroelementów, witamin z grupy B, białek oraz błonnika. Podaje przykłady białek np. roślin strączkowych, czy też gryki, które z jednej strony mogą przejąć rolę glutenu w cieście bezglutenowym, a z drugiej suplementować produkt finalny przyczyniając się do wzrostu jego wartości odżywczej. Następnie swoją uwagę skupia na gryce, a dokładniej rzecz ujmując mące gryczanej twierdząc, że aplikacja tego rodzaju mąki poprawia zarówno jakość pieczywa oraz prozdrowotne walory produktu. W następnych rozdziałach Doktorantka wskazuje kolejne możliwości polepszenia jakości chleba bezglutenowego przez wykorzystanie transglutaminaz różnego pochodzenia przedstawiając różne mechanizmy ich działania, ze względu na pochodzenie oraz wpływ rozmaitych składników czy czynników na ich funkcjonowanie. Dokładnie omawia rolę tych enzymów w pieczywie pszennym sugerując, że mogłyby one mieć podobne działanie w pieczywie bezglutenowym. W mojej opinii podrozdział dotyczący transglutaminaz jest bardzo wartościowy bo Doktorantka dokonała rzetelnego przeglądu literatury na ten temat przedstawiając pełny potencjał składników i czynników wpływających synergistycznie (bądź nie synergistycznie - antagonistycznie) zarówno na jakość oraz odżywczość i prozdrowotną wartość chlebów. W pewnym sensie w tym podrozdziale Autorka wskazała kierunek badań swojej pracy doktorskiej oraz ich przyczynę.

W przeglądzie literatury większość podrozdziałów utrzymana jest w konwencji porównawczej chlebów pszennych z bezglutenowymi uwzględniając ich cechy jakościowe i wpływ na nie poszczególnych składników tworzących recepturę tych obu produktów, co uważam za dobrą koncepcję choć mam kilka uwag. W mojej opinii Autorka nie powinna zaczynać przeglądu literatury od podrozdziału dotyczącego żywności funkcjonalnej (podrozdział 2.1.) tylko od etiologii celiakii rozpatrywanej w podrozdziale 2.2. Kwestie

żywności funkcjonalnej powinny być poruszone w podrozdziale dotyczącym gryki jako alternatywnego, *ale przede wszystkim prozdrowotnego*, surowca piekarskiego. Ponadto Doktorantka powinna wnikliwie, a nie lakonicznie omówić wartość odżywczą i prozdrowotną gryki w porównaniu z pszenicą i żytem dołączając skład tych tradycyjnych zbóż do tabeli 2. Dodatkowo pewnym niedopatrzeniem Doktorantki jest brak zamieszczenia źródeł literaturowych w dwóch tabelach (Tabela 1, podrozdział 2.3. str.12 i Tabela 2, podrozdział 2.6. str18).

*Niemniej jednak uważam, że powyżej omówione podrozdziały stanowiące przegląd literatury w zakresie zagadnienia rozprawy doktorskiej świadczą o dobrym rozeznaniu Doktorantki w problematyce, którą porusza w rozprawie.*

**Cel pracy** jest bardzo jasno sprecyzowany z wyszczególnionymi logicznie dobranymi zadaniami badawczymi oraz trzema wyodrębnionymi hipotezami badawczymi. W mojej opinii ten sposób przedstawienia czytelnie i rzeczowo wprowadza Recenzenta w zakres i zasadę badań opisanych w części doświadczalnej.

Niestety w podrozdziale 5.3. **Metody analityczne** Autorka wykazała się pewną niekonsekwencją gdyż jedno z metod opisała zbyt szczegółowo (m.in. wilgotność i kwasowość miękiszu itp. - które są powszechnie znane), a w innych metodach podała tylko numer normy nie wspominając nawet o zasadzie oznaczenia. Ponadto korzystniej byłoby aby Doktorantka pogrupowała metody analityczne. Te odnoszące się do mąki gryczanej to pierwsza grupa; do miękiszu chlebów - druga i analizy chlebów - trzecia, zaś ocena organoleptyczna powinna się znaleźć na końcu tego rozdziału, przed analizą statystyczną. Chyba że Doktorantka ma inne zdanie co do kolejności analiz przez Nią zastosowanych w dysertacji – proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

Niemniej jednak rozpatrując rozdział dotyczący metodyki badawczej należy stwierdzić, że w pracy znajduje się szereg właściwie dobranych metod badawczych, które obejmują oprócz metod standardowych dotyczących oznaczenia fizykochemicznych parametrów mąki gryczanej jako głównego komponenta receptury oraz cech fizycznych miękiszu chleba bezglutenowego, zawierają również inne metody badawcze tj. analizę mikrostruktury miękiszu przy użyciu metody epifluorescencyjnej mikroskopii optycznej (EFLM) oraz analizę rozdziału elektroforetycznego białek w warunkach denaturujących SDS – PAGE według Laemmli'go (Laemmli, 1970). Zastosowane wyżej wymienione metody badawcze przez Doktorantkę świadczą o jej umiejętności doboru metod badawczych, które z jednej strony będą charakteryzować podstawowe cechy jakościowe otrzymanych chlebów bezglutenowych, a z drugiej pozwolą ocenić wpływ aplikacyjnych dodatków (białka serwatki; zakwasu) na efektywność działania transglutaminazy, która jest priorytetowym elementem w obszarze badań przedstawionych w ocenianej dysertacji.



Kolejne pytanie skierowane do Doktorantki dotyczy prób przechowalniczych. Dlaczego przechowywano pieczywo w torbach plastikowych przez 2 doby w temperaturze pokojowej i czy aby nie wpłynęło to na mikrobiologię produktu ? (i jak kontrolowano temperaturę otoczenia ?)

W rozdziale *Omówienie wyników i dyskusja* znajduje się 5 podrozdziałów, dwa pierwsze z nich dotyczą kompozycji receptury i doboru parametrów technologicznych procesu produkcji pieczywa bezglutenowego, trzeci podrozdział dotyczy zastosowanej dawki kluczowej w badaniach transglutaminazy, zaś dwa ostatnie dotyczą aplikacji dodatków celem zmiany skuteczności działania wyżej wymienionego preparatu enzymatycznego i ewentualnym ich wpływie na jakość finalnego produktu.

W wyżej wymienionym rozdziale dwa pierwsze podrozdziały (6.1, 6.2) stanowią omówienie swego rodzaju badań bazowych optymalizujących proces otrzymania pieczywa gryczanego, które stanowią preludium do badań właściwych czyli analiz koncentrujących się nad wpływem transglutaminazy na kształtowanie cech jakościowych bezglutenowego pieczywa gryczanego.

W wyżej przedstawionych podrozdziałach Autorka sygnalizuje kwestie dotyczące wpływu poziomu dodatku hydrokoloidów (gumy guar – GG), a następnie doboru parametrów etapów produkcji na jakość pieczywa bezglutenowego. Zastanawia Mnie fakt braku w tym podrozdziale pracy doktorskiej wyników badań uzasadniających prawidłowe sugestie Autorki. Doktorantka twierdzi, że zastosowanie hydrokoloidu dało pozytywne efekty jakościowe (m.in. objętość pieczywa, porowatość miękiszu) oraz atrakcyjność z punktu widzenia konsumenta, nie przedstawiając wyników badań, konkluduje poniekąd trafne spostrzeżenie że 3% dodatek gumy guar do receptury najkorzystniej wpływa na wyżej wymienione cechy chleba bezglutenowego. Ponadto umieszcza fotografię (Rysunek 12, str. 39) dotyczącą wyglądu zewnętrznego i przekroju wyjściowych prób pieczywa gryczanego z 2% dodatkiem gumy guar, który wg Niej był najmniej wartościowy, a nie zamieszcza zdjęć z chlebami z 2,5 i 3% dodatkiem gumy guar celem poparcia omawianych przez Nią wyników badań, że czym wyższy poziom dodatku, tym lepszy wygląd zewnętrzny pieczywa.

Doktorantka na koniec tych dwóch podrozdziałów prawidłowo podsumowuje jaki winien być dodatek hydrokoloidu oraz jakie winny być zoptymalizowane parametry otrzymania pieczywa bezglutenowego.

W podrozdziale 6.3. pod tytułem „*Ocena wpływu różnych dawek transglutaminazy na cechy jakościowe pieczywa gryczanego*” Autorka stara się tłumaczyć różnice w cechach jakościowych pieczywa bezglutenowego, które mogą wynikać z różnych dawek enzymu, kompozycji receptur, warunków technologicznych, wskazując na analogiczne bądź przeciwstawne tendencje w badaniach innych autorów, co w mojej ocenie jest bardzo adekwatne do możliwości przedyskutowania otrzymanych wyników, z wynikami innych

autorów wskazując i tłumacząc jednocześnie przyczynę tych zjawisk opierając się na danych literaturowych. Należy podkreślić, że w tego typu pracach badawczych pewne trudności w interpretacji wyników komplikuje fakt różnorodności i niepowtarzalności kombinacji (różne warunki wypieku, miesienia, różne dawki preparatu, różna receptura). Na właściwości chlebów będzie miało wpływ wiele czynników, a w efekcie jakość chlebów bezglutenowych jest wypadkową wielu wyżej wymienionych czynników, co prawidłowo zauważyła Doktorantka, konsekwentnie i logicznie tłumacząc wyniki swoich badań. Autorka szeroko omawia i porównuje swoje dane z wynikami innych autorów, niejednokrotnie uzasadniając różnice we właściwościach fizycznych otrzymanych chlebów uwzględniając zastosowane przez nią dawki enzymu, przeliczając je i porównując z innymi pozycjami literatury, co świadczy o dużej umiejętności interpretacji wyników, jak również dyskusji z dostępnymi danymi literaturowymi (nierzadko odwołuje się do działania transglutaminazy w chlebie pszenicznym).

Pewnym niedociągnięciem w tym podrozdziale (6.3.) jest mało precyzyjne omówienie zdolności do sieciowania białek przez transglutaminazę (TG). Poziom dodatku TG adekwatny do sieciowania zależy bowiem od źródła białka, jego struktury i dostępności. Stąd też moje następne pytanie do Doktorantki, aby omówić szybkość sieciowania TG w analizowanych chlebach bezglutenowych gryczanych w porównaniu do między innymi chleba z mąki bezglutenowej kukurydzianej, ryżowej czy też amarantusowej.

Ponadto przy rozpatrywaniu przez Autorkę dynamiki starzenia chleba gryczanego na wykresach od 2 do 6 (str. 54, 55, 56) nie zastosowano opisów osi współrzędnych (ta uwaga dotyczy wszystkich wykresów w podrozdziałach dotyczących starzenia się różnych analizowanych wariantów chleba).

Podrozdział kończy się stosowną konkluzją Autorki dysertacji sformułowaną na podstawie wyników badań, który z poziomów dawki TG jest zalecany do dalszego zastosowania.

W kolejnym podrozdziale sekcji *Omówienie wyników i dyskusja* (6.4) mgr Aleksandra Sadowska wprowadza czytelnika do schematu eksperymentu, gdzie jedne chleby bezglutenowe wypieka z udziałem zakwasu, a drugie z udziałem zakwasu i transglutaminazą, porównując je wizualnie na fotografiach (Rysunek 18 i 19 - str. 60). Stąd moje pytanie do Doktorantki, która twierdzi że te dwa rodzaje chlebów są „atrakcyjne” dla konsumenta („wyrośnięte”, o prawidłowej skórce) czy na objętość tych chlebów nie wpłynęły egzopolisacharydy obecne w zakwasie? A jeśli tak to dlaczego nie został omówiony ten aspekt w pracy przy prezentacji „wyglądu”, chlebów (Rysunek 18 i 19 - str. 60). Czy działanie egzopolisacharydów nie jest analogiczne do hydrokoloidów nieskrobiowych?

W dalszej części pracy Autorka skrupulatnie omawia i dyskutuje parametry wypiekowe pieczywa bezglutenowego gryczanego na zakwasie oraz na zakwasie z transglutaminazą. W tym miejscu bardzo proszę o precyzyjne wyjaśnienie co Doktorantka miał na myśli pisząc „...że zmieniona struktura skrobi i obecność innych składników pochodzących z gryki wpływają na stabilizację porów w chlebie” (Jak stosunek amylozy/amylopektyny oraz zawartość lipidów czy innych związków powierzchniowo-czynnych wpływa na tą cechę?)



Mgr inż. Aleksandra Sadowska udowodniła w wynikach swojej pracy synergistyczny efekt działania zakwasu na skuteczność funkcjonowania transglutaminazy w chlebach bezglutenowych. Ponadto pokazała pozytywny wpływ zakwasu oraz zakwasu i transglutaminazy na parametry tekstury miękiszu badanych chlebów korelując je z oceną sensoryczną potwierdzając tym samym dane literaturowe. Zastosowanie bowiem odpowiedniej kompilacji zakwasu/ TG skutkuje korzystną akceptacją konsumencką wyrobu finalnego. Dobrym dopełnieniem przeprowadzonych badań było omówienie dynamiki starzenia się pieczywa gryczanego z dodatkiem zakwasu i TG, co pozwoliło Autorce wskazać wariant najbardziej korzystny pod względem oceny sensorycznej, tekstury i starzenia się pieczywa.

W podrozdziale 6.5 Doktorantka w analogiczny sposób omawia wpływ dodatku białka serwatkowego na efektywność sieciowania transglutaminazy, najpierw wygląd produktu, potem parametry wypiekowe, parametry tekstury oraz mikroskopowe miękiszu (analiza EFLM), analizę SDS-PAGE frakcji białek, ocenę sensoryczną by na koniec określić dynamikę starzenia się pieczywa bezglutenowego z dodatkiem białka, co w mojej ocenie ułatwia Recenzentowi porównanie działania zakwasu a egzogenego źródła białka serwatkowego na ww. cechy pieczywa bezglutenowego oraz efektywność działania transglutaminazy.

W mojej opinii szczególnie cenne są dwa ostatnie podrozdziały dysertacji traktujące o wpływie zakwasu i białek serwatki na skuteczność działania transglutaminazy, w których Autorka kompleksowo omawia wszystkie aspekty dotyczące jakości produktu finalnego – bezglutenowego chleba gryczanego.

Pewnym niedosytem dla mnie jako Recenzenta jest brak badań reologicznych ciasta bezglutenowego, co byłoby doskonałym uzupełnieniem badań tej pracy oraz oznaczenie potencjału antyoksydacyjnego „*in vitro*” i polifenoli ogółem w przedmiocie badań, co Autorka sama wzmiankuje przy omawianiu gryki. Choć brak badań tego drugiego zagadnienia mogę prosto wytłumaczyć gdyż *clou* tej dysertacji była jakość chlebów to stało się to przyczyną do zadania pytania Doktorantce – „Jak może się zmienić potencjał prozdrowotny chlebów bezglutenowych sporządzonych na bazie gryki i czy będzie zasadne ich użycie w diecie u osób nie wykazujących nietolerancji glutenu”.

Doktorantka dokonała także właściwego *doboru literatury*, głównie naukowej, gdzie zdecydowana większość to literatura zagraniczna o wysokim współczynniku IF, choć pojawiają się pozycje polskie, ważne pod względem charakterystyki pieczywa bezglutenowego czy też w kontekście porównawczym z pieczywem tradycyjnym - pszennym.

Konkludując, przedstawione badania, uzyskane na ich podstawie liczne wyniki oraz sposób ich interpretacji, pozwoliły na potwierdzeniu trzech hipotez badawczych,

postawionych w tej rozprawie, zaś wnioski uważam za trafne i korespondujące z celem i hipotezami badawczymi. Wyniki badań uzyskane w ocenianej dysertacji stanowią ważne uzupełnienie brakujących danych literaturowych lub potwierdzenie już istniejących, aczkolwiek w niektórych przypadkach niejednoznacznych, co wskazuje na bezsprzeczną zasadność podjęcia tej tematyki w rozprawie doktorskiej.

Praca została przygotowana starannie zarówno pod względem przejrzystości treści oraz w zakresie rycin z dobrze dobranymi przypisami (oprócz wykresów w podrozdziałach dotyczących starzenia się różnych analizowanych wariantów chleba).

W rozprawie pojawiły się pewne niedociągnięcia językowe, których nie da uniknąć przy tak obszernej dysertacji, do których należy zaliczyć :

- str. 24 „Stosowanie dodatku preparatów białkowych nie tylko zwiększa efektywność TG, ale również stwarza możliwości projektowania nowych wyrobów piekarskich o podwyższonej jakości prozdrowotnej. Zwiększanie wartości odżywczej „ – pewna niekonsekwencja

-str. 25 „Długość rozrostu w masie oraz temperatura i długość wypieku chleba” powinno być „czas rozrostu w masie oraz temperatura i czas wypieku chleba”

-str. 38 „Literatura potwierdza fakt, że produkty czysto gryczane są słabo akceptowalne.” – brak odnośnika literaturowego

-str. 55 „Nie zaobserwowano jednak istotnych statystycznie zmian, które utożsamianoby z wpływem transglutaminazy” powinno być „Nie zaobserwowano jednak istotnych statystycznie zmian, które można by było utożsamić z wpływem transglutaminazy”

-str. 58 (i inne) zamiast bakterie mlekowe należy precyzyjnie użyć określenia bakterie kwasu mlekowego

- w tabelach jest niespójność oznaczeń statystycznych, raz „a” określa najwyższą, a raz najniższą wartość (Tabela 8 i 9).

*Jednocześnie stanowczo podkreślam, że powyższe niedociągnięcia nie umniejszają wartości merytorycznej przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej.*

**Reasumując**, oceniana dysertacja zawiera cenne wartości naukowo-aplikacyjne, ze znaczną przewagą aplikacyjnych. Biorąc pod uwagę fakt dużej ilości wyników dotyczących wpływu różnych dawek samej transglutaminazy a następnie w kompilacji z zakwasem i białkami serwatki na jakość bezglutenowych chlebów gryczanych jak również prawidłowo sformułowane wnioski uważam, że oceniana dysertacja stanowi wartościowy przyczynek ważny z punktu widzenia światowej literatury na ten temat. Szczególnie prawidłowo sformułowane w tej dysertacji wytyczne do dalszego komercyjnego zastosowania



wskazanych wariantów TG/zakwas oraz TG/białko serwatki dla zapewnienia wysokiej jakości produktów bezglutenowych analogicznej do tradycyjnych wypieków są niezwykle cenne. Zwłaszcza w kontekście, że w dalszym ciągu jakość produktów bezglutenowych jest niższa niż konwencjonalnych, a wykorzystanie preparatów enzymatycznych transglutaminazy mikrobiologicznej oraz modyfikacja jej działania przez zakwas i białka serwatki daje szansę na poprawę produktów finalnych zwłaszcza przeznaczonych dla tak ukierunkowanej grupy odbiorców, jaką są osoby chore na celiakię.

Biorąc powyższe pod uwagę rozprawa doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Barbary Sadowskiej pt.: "Wpływ transglutaminazy na kształtowanie cech jakościowych bezglutenowego pieczywa gryczanego" spełnia wymogi zawarte w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz.U. RP, nr 65, poz. 595 z póź. zm) oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora oraz Ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. (Dz.U. 2018 poz. 261) oraz jest zgodna z Przepisami wprowadzającymi ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z póź. zm.)

Wnoszę zatem do Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Aleksandry Barbary Sadowskiej do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.



Kraków, dn. 03.07.2023