

Prof. dr hab. inż. Bogusław Staniewski
Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Olsztyn, 30.03.2015 r.

RECENZJA

pracy dysercyjnej pt.: „**Otrzymywanie i charakterystyka żeli białkowo-pektynowych oraz możliwości ich zastosowania jako powłok jadalnych**”

wykonanej przez mgr inż. Michała Antczaka w Zakładzie Biotechnologii Mleka

Katedry Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności

Wydziału Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

pod kierunkiem dr hab. Antoniego Pluty, prof. SGGW w Warszawie

Podstawa wykonania i przedmiot recenzji:

Recenzja została wykonana w oparciu o uchwałę Rady Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 19 grudnia 2014 roku w sprawie powołania recenzentów w związku z postępowaniem wszczętym celem nadania stopnia naukowego doktora Panu mgr inż. Michałowi Antczakowi – przekazanej pismem Pani Dziekan Wydziału Nauk o Żywności – prof. dr hab. Dorotę Witrową - Rajchert z dnia 20 stycznia 2015 roku.. Recenzja uwzględnia wymogi Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (opublikowanej w Dz.U. Nr 65, poz.595, z późn. zm.).

Przedmiotem recenzji jest 155 stronicowe opracowanie, zgodnie z oświadczeniem wykonane w oparciu o wyniki badań Autora. Tytuł pracy odpowiada zawartej w niej treści. Rozprawa, rozpoczynająca się streszczeniem w języku polskim i angielskim, ma strukturę typową dla tego rodzaju opracowań i zawiera 6 rozdziałów: Wstęp, Przegląd piśmiennictwa, Cel pracy, Część doświadczalna, Omówienie i dyskusja wyników, Podsumowanie i wnioski, Spis piśmiennictwa oraz 32 stronicowy aneks obejmujący dokumentację pracy. Całość poprzedzona jest wykazem najczęściej stosowanych w monografii skrótów. W przedstawionym do recenzji egzemplarzu w części B załączony jest również Dorobek naukowy Autora za lata 2011 – 2014.

Dokumentacja i analiza graficzna uzyskanych wyników obejmuje 35 umieszczonych w tekście i aneksie tabel, 40 rysunków (wykresów) oraz 15 stronicowy spis piśmiennictwa ze 149 cytowanymi w tekście pozycjami literatury. Ujęte w spisie oryginalne pozycje naukowe są merytorycznie starannie i właściwie dobrane, z uwzględnieniem najważniejszych pozycji literatury tak zagranicznej jak i krajowej, w 50% opublikowanych w ostatnich 10 latach.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI

02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c

tel. 022 59-37507 do 022 59-37510, fax: 022 59-37505

e-mail: dwnozo@sggw.pl

2015-04-08

[Signature]

Bardzo użyteczny jest zamieszczony na 6 stronie wykaz najczęściej stosowanych w tekście skrótów. Praca została napisana starannie i poprawnym językiem. Stanowi zwartą i przejrzystą całość, przy czym na uwagę zasługuje dobrze ilustrująca wybrane efekty doświadczeń dokumentacja zdjęciowa.

Praca wpisuje się w ważny w dzisiejszych czasach trend badań innowacyjnych odpowiadających na zainteresowanie przemysłu spożywczego, a także konsumentów produktami w formie żeli, co jak podkreśla Doktorant jest związane z potencjalną wygodą transportu oraz możliwościami otrzymania nowych produktów wyróżniających się na rynku m.in. nowymi cechami struktury. Proponowane przez Autora rozwiązanie wyróżnia się dodatkowo wykorzystaniem w tym celu, jako jednego ze składników żeli lub powłok białkowo-pektynowych, charakteryzujących się korzystnymi cechami funkcjonalnymi białek serwatkowych. Obecność w nich wielu miejsc reaktywnych, wykazujących powinowactwo do anionowych polisacharydów daje szansę opracowania nowych propozycji produktowych dla branży cukierniczej, a także przemysłu mleczarskiego. Szczególną uwagę zwrócił przy tym Autor na potencjalny wpływ czynników pozwalających na uzyskanie najbardziej pożądanых właściwości otrzymanych żeli i powłok.

Ocena dysertacji:

Praca rozpoczyna się streszczeniem w j. polskim (Summary w j. angielskim), który obejmuje krótkie omówienie celu pracy, poszczególnych jej etapów, charakterystykę najważniejszych wyników oraz wykaz słów kluczowych.

W części teoretycznej zawarto „Wstęp” i „Przegląd piśmiennictwa”. Doktorant zapoznając czytelnika z wynikami dotychczasowych eksperymentów innych autorów dokonał: krótkiej, ogólnej charakterystyki białek serwatkowych zwracając uwagę na skład powszechnie stosowanych ich sproszkowanych koncentratów (WPC 35 i WPC 80) oraz najbardziej skoncentrowanego izolatu (WPI). Autor charakteryzuje też w tej części pracy główne frakcje wchodzące w skład białek serwatkowych, w tym β -laktoglobulinę, α -laktoalbuminę. Znaczną uwagę poświęcił również Autor charakterystyce surowiczej albuminie wołowej (BSA), immunoglobulinom oraz laktoferynie. Szczególną uwagę poświęcił ich głównym funkcjom, budowie, strukturze oraz właściwościom, w tym odżywczym białek serwatkowych, które mogą być brane pod uwagę przy projektowaniu nowych innowacyjnych produktów. Autor zwracając uwagę na wysoką ich wartość odżywczą podkreślił również ważne w technologicznym wykorzystaniu właściwości funkcjonalne, w tym hydratacyjne, pianotwórcze i emulgujące. W obszarze właściwości odżywczych Doktorant za Marshall'em (2004) zwraca uwagę na fakt, że „preparaty białek serwatkowych posiadają korzystne frakcje

białkowe wspomagające system odpornościowy organizmu, ale także posiadają właściwości przeciwutleniające, obniżające ciśnienie i zawartość lipidów krwi, przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe i antybakteryjne.

Jako oddzielny punkt potraktował Autor opis zagadnień związanych z możliwościami zastosowania białek serwatkowych. Już na wstępie podkreślił, że są one zależne od stopnia czystości frakcji białkowych i związanych z tym właściwości. Obok znanych już ich zastosowań w przemyśle mleczarskim – m.in. w celu poprawy smarowności serów podpuszczkowych i twarogowych, w produkcji deserów i lodów, koncentraty białek serwatkowych znajdują także zastosowanie w przemyśle mięsnym w celu nadawania pożądanych cech tekstury. Wybrane frakcje białek serwatkowych mogą znaleźć również zastosowanie jako nutraceutyki oddziałując korzystnie na procesy trawienne oraz odporność organizmu, w tym działanie przeciwdrobnoustrojowe a nawet przeciwnowotworowe.

Zgodnie z tytułem pracy ważne miejsce w przeglądzie piśmiennictwa zajęła charakterystyka drugiego ważnego składnika będących przedmiotem badań żeli, mianowicie pektyny. Podobnie też jak w części charakteryzującej białka serwatkowe Doktorant przeprowadził charakterystykę właściwości funkcjonalnych preparatów pektynowych. Zwrócił przy tym uwagę na fakt ich zależności od pH, masy molowej, proporcji miejsc liniowych i rozgałęzionych oraz od stopnia estryfikacji. Jako oddzielne potraktował Autor zagadnienie charakteryzujące połączenia polisacharydowo-białkowe i ich wpływ na cechy funkcjonalne produktów spożywczych. Podkreślił przy tym, że wpływają one na ich cechy teksturalne oraz stabilność. Uznał, podobnie jak to wynikało z wcześniejszych badań innych autorów, że tworzenie połączeń polisacharydowo-białkowych może być jednym ze sposobów zwiększania potencjalnych zastosowań białek serwatkowych w technologii żywności. Zauważył jednak, że pewnym ograniczeniem w ich szerokim wykorzystaniu może być ich stosunkowo niska stabilność termiczna. Z potencjalnie utylitarnym charakterem pracy związana jest przedostatnia część przeglądu piśmiennictwa poświęcona przykładom praktycznego zastosowania połączeń polisacharydowo-białkowych, w tym m.in. w piankach cukrowych, lodach i musach. Autor zwraca również uwagę na rolę tego typu interakcji w kształtowaniu cech teksturalnych analogów sera. Sygnalnie informuje również czytelnika o możliwościach ich zastosowania w tworzeniu jadalnych powłok służących do kontroli migracji powietrza, pary wodnej substancji aktywnych z lub do produktów, czy też do poprawy integralności i wyglądu produktów żywnościowych. Marginalnie wspomniane są również możliwości żeli białkowo-sacharydowych w celach medycznych.

Kończącą część przeglądu piśmiennictwa przeznaczył Doktorant na omówienie dotychczasowych wyników badań innych autorów w zakresie czynników wpływających na proces żelowania białek i hydrokoloidów, w tym kwasowości czynnej, temperatury obróbki, obecności jonów (K^+ , Ca^{2+} , Na^+) oraz obecności plastyfikatorów i cukrów.

W opinii Recenzenta można stwierdzić, że dokonany przegląd literaturowy w pełni uzasadniał wybór tematu i stanowił świetną bazę do postawienia prawidłowego celu i prawidłowej organizacji doświadczenia pracy dotyczącej określenia optymalnych parametrów otrzymywania i charakterystyki żeli białkowo-pektynowych oraz możliwości ich zastosowania jako powłok jadalnych. Z obowiązku recenzenta zwracam uwagę, że przy przygotowywaniu publikacji należy uwzględnić cytowane a nie uwzględnione w spisie piśmiennictwa publikacje, m.in. Hamling i wsp. 1992; Banaszak i in. 1994; Ishikawa i wsp. 1998; Guo i Qu 2006; Pihlanto-Leppala 2002).

W przedstawionej do oceny pracy jej cel obejmujący otrzymanie żeli jak również powłok z białek serwatkowych i pektyny (BSP) oraz określenie wpływu obróbki termicznej, pH i substancji dodatkowych (plastifikatora, węglowodanów) na właściwości otrzymanych produktów został jednoznacznie uwypuklony. W pełni też podjęcie badań, z aspektami aplikacyjnymi, uzasadniały postawione hipotezy do weryfikacji.

Konsekwencją zaplanowanych zadań badawczych związanych z weryfikacją postawionych hipotez jest kolejny rozdział pracy tzw. Część doświadczalna obejmująca zakres i organizację badań, materiał do badań a także szczegóły dotyczące otrzymywania żeli białek serwatkowych i pektyn a dalej z żeli zawierających 4,5% białek serwatkowych oraz 1% preparatu pektynowego odpowiedniej jakości powłok nie zawierających pęcherzyków powietrza, otworów lub pęknięć. Zdaniem recenzenta Doktorant dobrze przemyślał i właściwie merytorycznie dobrał do postawionych celów zakres i metody badań. Pozwoliły one na uzyskanie interesujących, z punktu widzenia naukowego, a także aplikacyjnego wyniki. Na podkreślenie zasługuje również poddanie uzyskanych wyników analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 10.

Wyniki uzyskane w części doświadczalnej Autor opisał w rozdziale Omówienie i dyskusja wyników, w sześciu podrozdziałach odpowiadających kolejnym etapom pracy. Warte podkreślenia jest trafne odnoszenie uzyskiwanych wyników do rezultatów innych autorów. Doktorant w przystępny i wyczerpujący sposób opisał rezultaty poszczególnych badań/doświadczeń. Podział na 6 podrozdziałów nawiązujący do opisu etapów badań w rozdziale „Część doświadczalna” ułatwiło analizę wyników poszczególnych grup eksperymentów.

Celem pierwszego doświadczenia była charakterystyka wybranych cech fizykochemicznych oraz kształtu otrzymanych żeli BSP w różnych środowiskach, tj. pH 4,0; 7,0 oraz 10,0. Na podstawie otrzymanych wyników dokonał analizy wpływu środowiska jonowego na cechy teksturalne, reologiczne, barwę, oraz stopień synerезy żeli białkowo-pektynowych. Autor zwrócił przy tym uwagę, że znajomość wpływu kwasowości czynnej na cechy żeli białkowo-pektynowych jest niezbędna przy planowaniu wykorzystania produktów połączeń białkowo-polisacharydowych w technologii żywności. Wykazał w tej części badań m.in., że wraz ze zmniejszaniem kwasowości żeli BSP obniżała się ich twardość.

W kolejnym doświadczeniu związanym z określeniem wpływu na właściwości żeli BSP zastosowanej obróbki termicznej Autor podkreślił trafnie, że temperatura obróbki termicznej roztworów zawierających białka jest istotnym czynnikiem przy planowaniu zastosowania połączeń białkowo-polisacharydowych w przemyśle. Z przeprowadzonych badań wynika, że wraz ze wzrostem temperatury ogrzewania wzrastały również parametry charakteryzujące właściwości teksturalne, w tym twardość otrzymywanych żeli BSP. Nie była to jednak zależność prostoliniowa, bowiem jak stwierdził sam Autor lepiej tą zależność można było opisać równaniem regresji wielomianu wyższego stopnia, szczególnie w zakresie temperatur od 60 do 80°C. Za Ferreira i wsp. (2001) Autor wskazuje dalej, że jest to związane z rozwinięciem struktury białek globularnych, co może być osiągnięte za pomocą obróbki termicznej w temperaturze powyżej 70°C, w których to rozwinięte białka globularne odsłaniają grupy tiolowe. Powstawanie między nimi wiązań wewnątrz i zewnątrzcząsteczkowych może skutkować wzrostem twardości żeli. Podobną tendencję, choć nie zawsze tak jednoznaczną, stwierdzono w pracy w odniesieniu do parametrów adhezyjności, gumowatości oraz lepkości pozornej. Istotne również z praktycznego punktu widzenia jest również stwierdzenie, że synerезa była najmniejsza dla żeli BSP otrzymanych w 70°C. Konsekwencją stosowania wyższych temperatur otrzymywania żeli (szczególnie 70 i 80°C) skutkowało wzrostem stopnia ich jasności. Ważną obserwacją tej części badań było wykazanie, że zastosowanie wysokiej obróbki termicznej białek serwatkowych (powyżej 70°C) pozwalało na otrzymywanie żeli o lepszych cechach użytkowych, pod warunkiem jednak nie przekroczenia temperatury 90°C co wpływało już negatywnie na wygląd otrzymywanych żeli.

Istotny obszar badań dotyczył w pracy oceny możliwości poprawy elastyczności oraz cech teksturalnych żeli białek serwatkowych i pektyny (BSP) w wyniku dodatku plastyfikatora. Użyto w tym celu glicerolu. Dodatkowo sprawdzono możliwość jego zastąpienia olejem palmowym. Badania wykazały tendencję wyższych twardości żeli z

dotądkiem oleju palmowego niż zawierające dodatek glicerolu, przy czym uzyskiwany wynik zależał od udziału koncentratu białek serwatkowych oraz proporcji białko/plastyfikator. Zastosowanie jako dodatku oleju palmowego skutkowało też w większości wariantów składu żeli wyższymi wartościami adhezyjności, gumowatości, indeksu sprężystości oraz wyższymi wartościami naprężeń ścinających w funkcji zmian prędkości ścinania. Mniej jednoznaczne wyniki uzyskał Autor dla parametru określającego synerezę żeli BSP z dodatkiem plastyfikatorów. W największym stopniu zależała ona od procentowego udziału koncentratu białek serwatkowych oraz stosunku białka do plastyfikatora, chociaż wykazano także istotną statystycznie ($p < 0,05$) tendencję zmniejszania ilości wydzielanej w trakcie wirowania wody wraz ze wzrostem zawartości oleju palmowego.

Porównując wpływ dodatku i rodzaju plastyfikatora na jasność żeli białek serwatkowych i pektyny Doktorant stwierdził, że dodatek glicerolu nie wpływał istotnie na wartości tego parametru barwy. Znaczące zmniejszenie się jasności żeli stwierdzano w miarę wzrostu dodatku zawierającego β -karoten oleju palmowego. Bardzo trafne w kontekście uzyskanych w tej części badań wyników było stwierdzenie Doktoranta braku możliwości stosowania wymiennego: glicerolu i oleju palmowego, gdyż uzyskiwane na ich bazie produkty charakteryzowały się zdecydowanie różnym wyglądem i właściwościami.

Badania objęły również określenie wpływu na wybrane cechy teksturalne i reologiczne żeli BSP dodatku cukrów. W zależności od wariantu dodawano do żeli białkowo-pektynowych glukozę, sacharozę lub syrop glukozowo-fruktozowy. Nawiązując do wyników badań innych autorów Doktorant oczekiwał wzrostu elastyczności i adhezyjności żeli. W ocenianych badaniach obraz obserwowanych zmian właściwości nie był jednak jednoznaczny. Wykazał m.in., że najwyższą twardość uzyskiwano dla żeli BSP z 4,5% dodatkiem białek serwatkowych z dodatkiem sacharozy lub glukozy w badanym zakresie stężeń (od 5 do 20%) oraz dla żeli zawierających 6,0% koncentratu WPC80 i 5,0% syropu galaktozowo-fruktozowego. Żelami o najmniejszej twardości były w badaniach Doktoranta żele zawierające 6,0% dodatek WPC 80 i 12,5% sacharozy. W badaniach wykazano również, że w żelach BSP zawierających sacharozę, wzrost stężenia cukru powodował nieznaczny wzrost adhezyjności. Dodatek sacharozy i syropu glukozowo-fruktozowego G-F2 wpływał na zmniejszenie gumowatości. Odwrotną zależność stwierdzono dla próbek z dodatkiem glukozy. Dla próbek tych uzyskano również najwyższe wartości indeksu sprężystości.

Dodatek galaktozy i sacharozy powodował także wzrost elastyczności żeli. Nie stwierdzono w badaniach takiej zależności dla żeli z udziałem syropu glukozowo-fruktozowego. Żele te charakteryzowały się natomiast najniższym stopniem synerezy. Najwyższą lepkością pozorną

charakteryzowały się żele BSP zawierające 20% dodatek syropu glukozowo-fruktozowego G-F2, zawierające 4,5 lub 6,0% koncentratu WPC 80. Największe wartości naprężenia ścinającego stwierdził Autor dla 20% dodatku syropu glukozo-fruktozowego G-F1 i 4,5% koncentratu WPC 80. W badaniach wykazano tendencję wyższych wartości naprężenia ścinającego dla żeli BSP z wyższymi dodatkami sacharozy (>20%). Największy wzrost naprężenia ścinającego stwierdzono dla żeli zawierających 5% glukozy oraz 6% WPC 80. Wszystkie badane żele BSP z dodatkiem różnych rodzajów węglowodanów wykazywały zjawisko tiksotropii.

Ważne, z praktycznego punktu widzenia, jest wykazanie w badaniach Autora, że dodatek cukrów wpływał na zmniejszenie jasności otrzymywanych żeli BSP.

Oceny możliwości zastosowania badanych wariantów żeli BSP jako powłok jadalnych dokonał Autor w przedostatniej części Omówienia i dyskusji wyników. Szczególną uwagę zwrócił w niej dodatkowo na grubość i właściwości użytkowe otrzymywanych powłok. Charakteryzowały się one lekko zielonym zabarwieniem, wykazywały również charakterystyczny dla białek serwatkowych zapach i smak. Jak stwierdził Autor badane powłoki łatwo rozpuszczały się w ustach. Najwyższą rozpuszczalnością (>96%), jak pokazują wyniki przedstawione w ostatniej części badań charakteryzowały się próbki powłok z 12,5% dodatkiem syropu glukozowo-fruktozowego G-F2.

Podsumowując, należy stwierdzić, że otrzymane wyniki zostały poprawnie zinterpretowane z uwzględnieniem stanowiska krytycznego. Wyczerpującą dyskusję o charakterze przyczynowo-skutkowym dotyczącą otrzymanych wyników Doktorant przeprowadził ze znanstwem problemu, konfrontując wyniki własnych badań z doniesieniami innych autorów. W ocenie rozdziału „Omówienie i dyskusja wyników” należy podkreślić obiektywizm w przytaczaniu argumentów za i przeciw własnym ustaleniom oraz konsekwencję w dociekaniu przyczyn obserwowanych tendencji. Pozwala to na uwypuklenie wielu spójności z badaniami innych autorów, a także niekwestionowanych elementów pozwalających na innowacyjne modyfikacje znanych technologii otrzymywania powłok jadalnych.

W zamykającym rozprawę Podsumowaniu i wnioskach Doktorant zawarł główne rezultaty swojej pracy. Większość wniosków jest jednoznacznie sformułowanych i skorelowanych z celem i zakresem pracy. Potwierdzają one zarówno poznawczy charakter jak i rozwojowy potencjał dysertacji.

To stwierdzenie pozwala Recenzentowi poprosić Doktoranta jednak o rozważenie następujących zagadnień podczas prezentacji i dyskusji:

- Czy przy tak obszernej liczbie zadań badawczych nie byłoby dobrze zestawić najważniejsze stwierdzone zależności (pozytywne, negatywne) - pomiędzy wariantami składu badanych żeli a ich właściwościami - w formie tabelarycznej?
- W jakim stopniu, w opinii Doktoranta, uzyskane wyniki zbliżają nas do możliwości szerszego praktycznego ich zastosowania w przemyśle spożywczym, i w jakich gałęziach?

Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji praca mgr inż. Michała Antczaka została zrealizowana przy wykorzystaniu nowoczesnych technik badawczych a także starannie napisana. Należy podkreślić, że wpisuje się w trend proekologiczny mający na celu dążenie do ograniczenia zużycia opakowań syntetycznych. Wyniki pracy mają dużą wartość poznawczą i wnoszą znaczący i oryginalny wkład do rozwoju wiedzy z zakresu warunków otrzymywania i właściwości żeli białkowo-pektynowych oraz możliwości ich zastosowania jako powłok jadalnych z ogólnie dostępnych surowców.

Oceniana praca w całej rozciągłości spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, zawarte w art. 13 ust.1 Ustawy z dnia 14.03.2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65 poz. 595). Stawiam zatem wniosek o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

