

Dr hab. inż. Anna Kocira
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie
Instytut Nauk Rolniczych

Lublin 14.03.2019 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**Mgr inż. Arkadiusza Jerzego Matysiaka pt. „Wpływ parametrów procesu ekstruzji
na jakość produktów”**

Recenzję przedłożonej rozprawy doktorskiej wykonano na zlecenie Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach - prof. dr hab. inż. Wiesława Dembka.

Rozprawa doktorska została zrealizowana pod promotorskim kierownictwem dr hab. inż. Tomasza Oniszczyka, prof. uczelni, a funkcję promotora pomocniczego pełnił dr inż. Maciej Combrzyński.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Rozprawa doktorska mgr inż. Arkadiusza Jerzego Matysiaka pt. „Wpływ parametrów procesu ekstruzji na jakość produktów” obejmuje 151 stron maszynopisu formatu A4 i składa się z 8 rozdziałów. Praca zawiera 43 tabel, 43 rysunków i 4 w fotografie. W rozprawie wykorzystano 141 pozycji literatury, w tym 36 obcojęzycznej, co stanowi 26% wszystkich cytowanych prac. Literatura została dobrana i wykorzystana prawidłowo. Układ pracy jest poprawny i typowy dla rozpraw naukowych. Praca została napisana poprawnie, starannie i w sposób zrozumiały, a nieliczne uwagi zamieszczono w dalszej części recenzji „Uwagi”.

OCENA ROZPRAWY

Ocena celowości podjęcia tematu

W rozprawie Doktorant podjął problem dotyczący doboru parametrów wytwarzania nowych rodzajów pelletów wielozbożowych i ziemniaczanych. Dokonał oceny właściwości ekstrudatów i otrzymanych z nich przekąsek. W ostatnich czasach aktualna jest tematyka związana z możliwością zastosowania ekstruzji do produkcji wyrobów spożywczych nowej generacji.

Wytwarzanie produktów o wysokich walorach odżywczych i zdrowotnych, najbardziej pożądanych przez konsumentów, obliguje producentów żywności do ustawicznego doskonalenia lub wprowadzania nowych metod ich produkcji. Odpowiedzią na to wyzwanie jest proces ekstruzji, cechujący się wytwarzaniem produktów z różnych surowców skrobiowych i białkowych, ich mieszanek, czy dodatków, przy spełnieniu takich warunków, jak wysoka efektywność, niska energochłonność i krótki czas produkcji.

W procesie ekstruzji wytwarzane są m.in. pellety będące półproduktami do produkcji smażonych snacków, które są popularne w grupie młodszych konsumentów. Dotychczasowo nie do końca zostały poznane wszystkie mechanizmy zachodzące w procesie ekstruzji przy wytwarzaniu estrudatów z rozmaitych mieszanek surowców roślinnych, w zróżnicowanych warunkach. Problematyką tą zajmują się naukowcy z licznych ośrodków badawczych zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Pełniejsze poznanie przemian zachodzących w tym procesie niewątpliwie przyczyni się do opracowania zależności pomiędzy warunkami przetwarzania a jakością uzyskanych pelletów. Oznaczone są nie tylko właściwości fizyczne i chemiczne surowców i ekstrudatów, ale także wpływ dowilżenia surowców i warunków procesu na wydajność i energochłonność uzyskiwanych pelletów oraz warunki suszenia decydujące o ich stabilności przechowalniczej. Nadrzędnym celem w procesie ekstruzji jest uzyskanie takich snacków, które zadowolą nawet najbardziej wymagających konsumentów. Dodatki funkcjonalne używane w procesie ekstruzji, przykładowo błonnik, witaminy, minerały, aminokwasy, czy dodatki roślinne o właściwościach prozdrowotnych niewątpliwie przyczyniają się do poprawy cech ekstrudatów, a tym samym produktów gotowych, jak smażonych snacków. W rozprawie doktorskiej mgr inż. Arkadiusz Matysiak podjął próbę poprawy właściwości pelletów i uzyskiwanych z nich przekąsek poprzez dobór parametrów ekstruzji tj. poziomu dowilżania mieszanek surowcowych, obrotów ślimaka ekstrudera i kształtu matryc formujących. Podjęta przez Doktoranta tematyka badań jest jak najbardziej aktualna i bardzo ważna z punktu widzenia poprawy jakości żywności ekstrudowanej.

Podsumowując, w ostatnich dekadach nastąpił intensywny rozwój technologii produkcji żywności, opierający się nie tylko na poszukiwaniu nowych rozwiązań technologicznych, modyfikacji znanych już procesów, ale też na stosowaniu nowych dodatków poprawiających atrakcyjność żywności dla konsumenta. Wzrastająca świadomość społeczeństwa wpływa przede wszystkim na zainteresowanie żywnością o potwierdzonych walorach odżywczych i zdrowotnych.

W Polsce, która jest znaczącym producentem żywności na rynku europejskim prowadzone są działania mające na celu zwiększenie produkcji żywności przetworzonej, która z powodzeniem konkurowałaby na rynkach UE. Dlatego też uważam, że tematyka rozprawy doktorskiej wpasowuje się w proces rozwoju przemysłu rolno-spożywczego, a tym samym wybór tematu rozprawy należy uznać za trafny i aktualny.

Ocena metodologiczna

Z punktu widzenia metodologicznego oceniam rozprawę doktorską pozytywnie. Uzasadniając ważny z punktu widzenia żywieniowego problem badawczy mgr inż. Arkadiusz Matysiak sformułował następujące pytania:

- 1) *Czy i w jakich warunkach obróbki ciśnieniowo-termicznej na jednoślিমakowym ekstruderze laboratoryjnym S45-12 ICHEMAD PROFARB można wyprodukować nowe rodzaje wielozbożowych i ziemniaczanych pelletów przekąskowych o pożądanych cechach jakościowych?*
- 2) *Jaki wpływ na przebieg procesu ekstruzji i jakość wyrobu finalnego mają zastosowane receptury, poziom dowilżenia mieszanek surowcowych oraz parametry procesu wytwarzania (obrotów ślimaka, kształt matrycy formującej)?*
- 3) *Jakie są wzajemne zależności pomiędzy warunkami prowadzenia procesu ekstruzji a właściwościami pelletów i smażonych przekąsek?*

Realizacja powyższych zagadnień była możliwa dzięki przedstawieniu przez Autora rozprawy szerokiego zakresu badań, który obejmował:

- ocenę stabilności, wydajności i energochłonności procesu ekstruzji pelletów wielozbożowych i ziemniaczanych,
- ocenę wilgotności i gęstości nasypowej ekstrudatów,
- ocenę wskaźnika ekspandowania, gęstości nasypowej, wskaźnika absorpcji wody, wskaźnika rozpuszczalności w wodzie, twardości w komorze Kramera i ocenę sensoryczną smażonych przekąsek,
- ocenę cech mechaniczno-akustycznych i mikrostruktury wybranych przekąsek,
- zbadanie zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej wybranych wyrobów gotowych,

- analizę statystyczną oceniającą wpływ warunków ekstruzji na jakość pelletów i smażonych snacków.

Metody badawcze zastosowane do opracowania rozprawy doktorskiej uważam za prawidłowe, a narzędzia badawcze jako wystarczające do realizacji założonego celu badawczego. Na uwagę zasługuje fakt, że produkty uzyskane w procesie ekstruzji Autor rozprawy poddał szerokiemu wachlarzowi badań fizykochemicznych obejmujących oprócz oceny chłonności tłuszczu, wskaźnika absorpcji wody (WAI), wskaźnika rozpuszczalności w wodzie (WSI), twardości i oceny sensorycznej także wskaźnik ekspandowania promieniowego, ocenę właściwości mechaniczno-akustycznych, mikrostruktury przekroju przekąsek, zawartości związków polifenolowych i właściwości antyoksydacyjnych. W analizie statystycznej wysoko oceniam stosowanie do interpretacji wyników metodę powierzchni odpowiedzi RSM z dopasowaniem kwadratowym.

Zarówno konstrukcja rozprawy doktorskiej, jak i kolejność oraz objętość rozdziałów nie budzi moich zastrzeżeń. Oceniam pozytywnie niniejszą pracę pod kątem metodologicznym. Doktorant bardzo szczegółowo opracował wyniki badań, wzbogacając je o starannie wykonaną szatę graficzną i zachowując formę typową dla tego typu prac naukowych.

Za osiągnięcie naukowe mgr Arkadiusza Matysiaka należy uznać rozwiązanie problemu badawczego, który został zaprezentowany w formie pytań badawczych.

Ocena merytoryczna

W rozprawie doktorskiej wydzielono 8 rozdziałów, z czego w pierwszym rozdziale *Wstęp* Doktorant przedstawił specyfikę procesu ekstruzji kończąc stwierdzeniem, że badanie wpływu wybranych parametrów procesu ekstruzji na właściwości smażonych przekąsek umożliwia tworzenie pożądanых cech ekstrudatów. W drugim rozdziale *Cel pracy* Autor rozprawy zaprezentował cel pracy, problemy badawcze i zakres pracy podkreślając, że efektem tych badań było opracowanie najbardziej optymalnych parametrów ekstruzji mieszanki zbożowej i ziemniaczanej, co pozwoliło na uzyskanie wysokiej jakości smażonych snacków. Problemy badawcze zostały sformułowane poprawnie a uzyskanie odpowiedzi na pytania pozwoli na zrealizowanie celu pracy, którym jest dokonanie doboru parametrów ekstruzji do wytwarzania pelletów wielozbożowych i ziemniaczanych oraz ocena właściwości ekstrudatów i otrzymanych z

nich przekąsek. Rozdział ten uważam za dobrze opracowany, gdyż poruszone w nim zagadnienia bezpośrednio korespondują z tematem pracy.

W trzecim rozdziale zatytułowanym *Przegląd literatury* wydzielono trzy podrozdziały. W podrozdziale *Żywność funkcjonalna i wygodna* Doktorant zdefiniował żywność funkcjonalną, która we współczesnym świecie zdobywa coraz szersze rzesze zwolenników. Przedstawił jej zarys historyczny, jak również zalety wyrobów ekstrudowanych, z uwzględnieniem cech prozdrowotnych. Częścią składową tego podrozdziału jest także przedstawienie obecnego stanu rynku krajowego i światowego żywności funkcjonalnej i przekąsek ekstrudowanych oraz perspektywy jego rozwoju. Ciągłe rosnący popyt na żywność funkcjonalną związany jest z wysoką jakością tych produktów, co niewątpliwie skorelowane jest z wdrażaniem nowych technologii i receptur w produkcji. W podrozdziale *Zarys procesu ekstruzji* mgr inż. Arkadiusz Matysiak w sposób wyczerpujący, przedstawił proces ekstruzji, podkreślając jego zalety i szerokie zastosowanie do produkcji różnego typu preparatów żywnościowych. Autor rozprawy scharakteryzował też ekstrudowane pellety spożywcze tj. pellety cięte, laminowane, wybijane, perforowane i trójwymiarowe - 3D oraz dodatki funkcjonalne przyczyniające się do poprawy właściwości fizykochemicznych tych wyrobów. Jako najpopularniejszy produkt tego typu żywności zostały przedstawione prażynki kukurydziano-zbożowe i ziemniaczane, na których jakość wpływają omówione w tym podrozdziale parametry procesu ekstruzji pelletów, suszenia, smażenia i skład surowcowy. W ostatnim podrozdziale Doktorant dokonał charakterystyki technologii produkcji pelletów ziemniaczanych i zbożowych, obszernie przedstawiając poszczególne etapy tego procesu, wyposażenie linii technologicznej w urządzenia, charakterystykę techniczną i eksploatacyjną ekstrudera oraz zabiegi konserwacyjne i czynniki ryzyka występujące przy obsłudze linii technologicznej.

Rozdział czwarty *Miejsce i przedmiot badań* został podzielony na dwa podrozdziały. Badania procesu ekstruzji i pomiary właściwości fizycznych, mechanicznych i użytkowych pelletów i przekąsek przeprowadzono w latach 2016 – 2018. W pierwszym podrozdziale zatytułowanym *Stanowisko do badania procesu ekstruzji pelletów spożywczych* Doktorant dokonał charakterystyki jednoślindakowego ekstrudera laboratoryjnego S45-12 firmy Ichemad Profarb wyposażonego w wymienne matryce do formowania kształtu: krążek, rurka kwadratowa, pierścionek i ryfel. Zastosował trzy poziomy dowilżenia mieszanki wielozbożowej i ziemniaczanej: 30, 32 i 34% oraz trzy prędkości obrotowe ślimaka: 20, 40 i 60 obr·min.⁻¹. Ekstruzję

prowadził w temperaturach 45-145°C, w zależności od rodzaju mieszanki surowcowej. Doktorant scharakteryzował surowce podstawowe i dodatkowe wykorzystywane do wytworzenia tych mieszanek surowcowych oraz sposób ich przygotowania i proces wytwórczy. Rozdział ten został opracowany bardzo dobrze i nie budzi żadnych zastrzeżeń.

Rozdział piąty *Metodyka badań* został podzielony na pięć podrozdziałów. Doktorant w pierwszym podrozdziale przedstawił charakterystykę surowców użytych w procesie ekstruzji określając wilgotność pelletów i snacków (technologią NIR), lepkość wodnych roztworów surowców roślinnych, jak również zawartość białka i tłuszczu (technologią NIR) oraz zawartość błonnika i węglowodanów dla mieszanek surowcowych. Brak jest jednak szczegółowego wyjaśnienia, w jaki sposób określono zawartość węglowodanów w badanych mieszankach. W podrozdziale *Przebieg procesu ekstruzji* Autor rozprawy scharakteryzował ten proces określając jego wydajność, energochłonność i stabilność opierając się na metodykach zaczerpniętych z literatury. W kolejnym podrozdziale omówił metodykę oceny gęstości nasypowej wyprodukowanych pelletów i przekąsek. W podrozdziale dotyczącym *Oceny wybranych właściwości fizykochemicznych przekąsek* Doktorant przedstawił dosyć szczegółowe metodyki oznaczenia: wskaźnika ekspandowania promieniowego, oceny chłonności tłuszczu, wskaźnika absorpcji wody (WAI), wskaźnika rozpuszczalności w wodzie (WSI), twardości w komorze Kramera, oceny sensorycznej, właściwości mechaniczno-akustycznych (aktywności wody, gęstości piknometrycznej, gęstości geometrycznej, porowatości otwartej), analizy mikrostruktury przekąsek przy użyciu mikroskopu optycznego stereoskopowego oraz zawartości związków polifenolowych i właściwości antyoksydacyjnych. W podrozdziale piątym Autor rozprawy bardzo dobrze przedstawił sposób opracowania analizy statystycznej uzyskanych wyników badań, w której wykorzystał metodę powierzchni odpowiedzi RSM z dopasowaniem kwadratowym.

W rozdziale szóstym *Analiza wyników badań* Doktorant dosyć szczegółowo opisał otrzymane wyniki dotyczące wpływu parametrów procesu ekstruzji na właściwości fizyczne, mechaniczne i użytkowe pelletów i smażonych przekąsek. Na uwagę zasługuje fakt, że rozdział ten wzbogacono w liczne wykresy, tabelki i fotografie obrazujące wpływ różnych parametrów ekstruzji na jakość uzyskiwanych produktów. Rozdział ten, tak jak i poprzedni, oceniam bardzo wysoko, a wykonane analizy i przeprowadzone wnioskowanie nie budzi zastrzeżeń.

