

## **RECENZJA**

pracy doktorskiej **mgr inż. Eweliny Tryzno**

pt. „**Wpływ procesów wstępnych i metody suszenia na właściwości owoców wybranych odmian borówki wysokiej**”

wykonanej pod kierunkiem **dr hab. inż. Ewy Jakubczyk, prof. SGGW** w roli promotora oraz **dr hab. inż. Anny Kamińskiej-Dwórzniczek** w roli promotora pomocniczego w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

### **Ogólna charakterystyka pracy**

Tematyka ocenianej pracy mieści się w zakresie utrwalania surowców roślinnych metodami suszarniczymi. Wybór materiału badawczego jest w pełni uzasadniony biorąc pod uwagę skalę produkcji i wartość biologiczną owoców borówki wysokiej należącej do grupy „superowoców” z uwagi na skład chemiczny i związane z nim właściwości prozdrowotne. Równie przekonujący jest wybór metod suszenia, ponieważ podgrzane powietrze, mimo szeregu wad, nadal stanowi najbardziej popularny czynnik suszarniczy, a liofilizacja, mimo czasochłonności i związanego z tym wysokiego kosztu operacyjnego, jest najbardziej zachowawczym sposobem usuwania wody z surowca biologicznego. Określenie wpływu procesów wstępnych na jakość wysuszonego produktu i czas procesu suszenia pozwala zminimalizować niedoskonałości obu metod i zaproponować optymalną technologię pozyskiwania suszu z owoców borówki wysokiej przy jednoczesnym rozwiązaniu szeregu problemów o charakterze naukowym i użytkowym.

Praca doktorska wykonana przez Panią mgr inż. Ewelinę Tryzno w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji obejmuje 239 ponumerowanych stron części A opracowania w formie maszynopisu i składa się z siedmiu rozdziałów. Część B stanowi umieszczony na końcu opracowania wykaz dorobku naukowego Doktorantki. Poszczególne rozdziały są ze sobą właściwie powiązane i występują w odpowiedniej kolejności. Rozdział

dotyczący omówienia i dyskusji wyników został podzielony na sześć zasadniczych podrozdziałów liczących odpowiednio 17, 38, 12, 26, 24 i 3 strony, co było związane z obszernym zakresem pracy i względami merytorycznymi. W pracy zamieszczono 77 rysunków i 214 tabel, w tym aż 204 w aneksie. Umieszczone na początku pracy streszczenie w języku polskim i angielskim przedstawiające cel badań, zagadnienia metodyczne i najważniejsze wyniki odpowiada treści pracy niosącej bogaty zasób informacji.

Autorka powołała się na 221 pozycji literaturowych odpowiednio dobranych do zakresu pracy, przy czym blisko 92% zostało napisanych w języku angielskim. Ponad 50% cytowanych pozycji stanowią pochodzące z ostatnich pięciu lat publikacje naukowe dotyczące problematyki poruszanej w ocenianej rozprawie, co świadczy o śledzeniu najnowszych osiągnięć i dbałość o nowatorski charakter pracy.

Rozprawa posiada tradycyjny układ stosowany w pracach eksperymentalnych oraz jest napisana zrozumiałym i poprawnym językiem naukowym z prawidłowym umieszczeniem odnośników do literatury.

### **Ocena merytoryczna**

Prawidłowo podzielona treść pracy sprzyja percepcji uzyskanych wyników, które pozwoliły Autorce sformułować wnioski ściśle korespondujące z celem badań.

W krótkim wstępie Autorka potrafiła przekonująco uzasadnić wybór materiału do badań z uwzględnieniem różnic odmianowych mających wpływ na jakość surowca i przetworzonego produktu.

Przegląd literatury, stanowiący część teoretyczną opracowania, został podzielony na siedem podrozdziałów występujących w logicznej kolejności wynikającej z prawidłowego podejścia do rozwiązania problemu naukowego. Pierwszy podrozdział poświęcony jest zdefiniowaniu pojęcia „superowocu” i uzasadnieniu jego promocji z wykorzystaniem narzędzi marketingowych. W drugim podrozdziale zostały przedstawione właściwości funkcjonalne owoców jagodowych predysponujących je do grupy „superowoców”. Trzeci podrozdział stanowi szczegółowy opis borówki wysokiej uwzględniający różnice odmianowe dotyczące rośliny i owoców, co jest niezwykle ważne w kontekście tematu pracy. Kolejne trzy podrozdziały dotyczą metod utrwalania owoców jagodowych od najmniej ingerujących w strukturę komórkową przez termiczne, uwzględniające suszenie konwekcyjne, do pozostałych metod suszarniczych, w tym suszenia sublimacyjnego. Ostatni podrozdział przeglądu literatury przedstawia wpływ obróbki wstępnej na przebieg procesu suszenia zamykając teoretyczne rozważania leżące u podstaw koncepcji badań. Przytoczenie licznych, trafnie

dobrych i interesujących przykładów literaturowych świadczy o dogłębnym rozpoznaniu problematyki, którą Autorka zajęła się w części eksperymentalnej po właściwym sformułowaniu celu pracy. Na uwagę zasługuje podział pracy na trzy etapy z wyeksponowaniem zakresu badań i przeprowadzonych analiz. Takie podejście ukierunkowuje pracę eksperymentalną ułatwiając osiągnięcie zasadniczego celu badań i tym samym gwarantując rozwiązanie problemu badawczego.

W rozdziale dotyczącym materiału i metodyki pracy Doktorantka przedstawiła pochodzenie surowca i sposób postępowania poprzedzający obróbkę wstępną obejmującą procesy cieplne, enzymatyczne, mechaniczne i akustyczne. Należy przy tym docenić dbałość o dokładność i jasność przekazu w czym pomogło zestawienie tabelaryczne czynności wykonywanych w ramach odpowiednich etapów oraz dawkowania preparatów enzymatycznych. Procedury suszenia zostały opisane klarownie z dbałością o szczegóły mogące mieć wpływ na przebieg procesu i właściwości wysuszonego produktu. Z równie dużą skrupulatnością zostały opisane metody analityczne i obliczeniowe. Na uwagę zasługuje różnorodność zastosowanych testów dotyczących właściwości fizycznych, chemicznych, fizykochemicznych, strukturalnych, mechanicznych i reologicznych nadających pracy charakter wybitnie interdyscyplinarny wymagający szerokiej i głębokiej wiedzy naukowej, pozwalającej sformułować konstruktywne wnioski na podstawie obszernego zasobu informacji w postaci uzyskanych wyników. Zaproponowana procedura postępowania świadczy o profesjonalnym i godnym naśladowania podejściu metodycznym sprzyjającym efektywnemu rozwiązaniu złożonych problemów badawczych.

W kolejnym rozdziale Doktorantka przedstawiła i omówiła wyniki badań otrzymane dzięki konsekwentnej realizacji celu pracy zgodnie z przyjętą metodyką i podziałem na cztery etapy zakończone odrębnymi podsumowaniami, które stanowią autonomiczną część spójnego opracowania. Taki podział sugeruje możliwość opublikowania wyników pracy w postaci kilku manuskryptów tworzących cykl ściśle odpowiadający tematowi ocenianej rozprawy doktorskiej. Wybrane pozycje wykazu dorobku naukowego zestawionego w części B pozwalają przypuszczać, że Doktorantka posiada umiejętność przygotowania manuskryptów, co sprzyja szybkiemu zwiększeniu dotychczasowego dorobku, który już teraz można uznać za znaczący na tak wczesnym etapie kariery naukowej. Doświadczenie w redagowaniu publikacji zostało wykazane w rzetelnej dyskusji uzyskanych wyników w oparciu o rezultaty innych autorów zajmujących się podobną problematyką badawczą. Świadczy to o odpowiedzialności i dojrzałości naukowej Doktorantki. Przeprowadzona w konsekwentny sposób dwuetapowa analiza statystyczna pozwoliła nie tylko prawidłowo ocenić istotność

prognozowanych wartości i wyznaczonych zależności, ale także zweryfikować postawione hipotezy dotyczące wpływu odmiany na poziom zawartości polifenoli. Przeniesienie tabel z wynikami tej analizy do aneksu sprzyja przejrzystości pracy mimo jej obszerności. Na uwagę zasługuje umiejętność wyboru formy przedstawienia wyników z wykorzystaniem tabel albo rysunków w zależności od stopnia złożoności i charakteru przekazywanej informacji. Warto także docenić umieszczenie obrazów mikroskopowych tkanki naskórka owoców poszczególnych odmian borówki wysokiej oraz zdjęć i przekrojów wysuszonego produktu uzyskanych metodą mikrotomografii komputerowej w celu wyjaśnienia tez formułowanych na podstawie otrzymanych wyników. Szczególnie cennym dokonaniem jest skuteczne powiązanie wybranych właściwości fizycznych i fizykochemicznych owoców poszczególnych odmian dzięki wiedzy z zakresu ogrodnictwa i botaniki wspartej licznymi cytowaniami, najczęściej odnoszącymi się do najnowszych doniesień literaturowych. Interesujące jest wykazanie m.in. dodatniej korelacji między kwasowością i zawartością polifenoli oraz ujemnej korelacji między masą owocu i jego wytrzymałością na ściskanie. Dodatnie skorelowanie zawartości antocyjanów z wartością maksymalnej siły w teście penetracji uważam za oryginalne i wartościowe osiągnięcie, które powinno podlegać dalszej eksploracji naukowej. Przesłanką do tego jest możliwość skorzystania z bogatego zasobu wyników uzyskanych w ramach ocenianej pracy wobec konieczności udokumentowania przypuszczenia odnoszącego się do wzmacniającej roli antocyjanów w zwiększeniu wytrzymałości skórki. Niezwykle interesujące jest omówienie właściwości akustycznych owoców poszczególnych odmian w powiązaniu z mechanizmem pęknięcia podczas deformacji uwieńczone wykazaniem dodatniej korelacji między średnią energią pojedynczego zdarzenia z zawartością wody i objętością owoców. Mając to na uwadze warto było także podjąć próbę skorelowania deskryptorów emisji akustycznej z parametrami reologicznymi możliwymi do wyznaczenia w teście relaksacji naprężeń. Określenie wpływu procesów wstępnych na wybrane właściwości owoców borówki wysokiej, obok aspektu poznawczego i potrzeby monitorowania zmian jakości przetwarzanego surowca, przyczyniło się przede wszystkim do zdobycia wiedzy praktycznej w celu wyselekcjonowania sposobów obróbki poprzedzającej proces suszenia. Analiza procesu suszenia pozwoliła dostrzec podatność odmianową na zmiany strukturalne przyczyniające się do skrócenia procesu, a rekomendacja użycia ultradźwiękowych noży do mechanicznej perforacji skórki owoców świadczy o umiejętności formułowania wniosków o charakterze użytecznym na podstawie uzyskanych wyników i ogólnej wiedzy technicznej. Istotnym osiągnięciem Doktorantki jest wyjaśnienie różnego wpływu rozdrobnienia owoców do postaci puree na proces suszenia konwekcyjnego i

sublimacyjnego w oparciu o analizę zjawisk fizycznych towarzyszących oddziaływaniu termicznemu. Należy także docenić dociekliwość w wyjaśnianiu wpływu procesów wstępnych na kształtowanie właściwości fizycznych, chemicznych, fizykochemicznych, strukturalnych i mechanicznych wysuszonego produktu. Kandydatka zadbała o dyskusję, która często skutkowałą formułowaniem intrygujących hipotez sugerujących kierunki dalszych badań, które w wielu przypadkach warto podjąć, aby jeszcze bardziej wzbogacić wiedzę naukową w zakresie suszenia owoców jagodowych. Sformułowane wnioski uświadamiają złożoność problematyki badawczej i ogrom włożonej pracy w wyjaśnienie szeregu zjawisk o charakterze interdyscyplinarnym rozpatrywanych na gruncie nauk o żywności. Chciałbym przy tym zaznaczyć, że wnioski dotyczące poszczególnych etapów pracy, zawierające także rekomendowane sposoby postępowania procesowego, zostały sformułowane w sposób zwięzły i na ogół nie budzący wątpliwości bez uszczerbku dla zawartej w nich wiedzy uzyskanej na podstawie wnikliwej analizy wyników.

### **Ocena formalna**

Praca została napisana bardzo starannie z dbałością o poprawność strony formalnej przy użyciu komunikatywnego języka naukowego. Wykresy i tabele są czytelne, a dotyczące ich podpisy, nagłówki i wyjaśnienia nie budzą zastrzeżeń. Zdjęcia i obrazy mikroskopowe na ogół są wyraźne i występują w optymalnej ilości. Lektura niezwykle obszernej pracy zarówno w odniesieniu do zakresu badawczego, jak i samej treści rodzi pewne uwagi, które Doktorantka może uwzględnić podczas przygotowywania uzyskanych wyników do opublikowania. Niektóre z tych uwag mają charakter dyskusyjny wynikający z innego spojrzenia na stronę metodyczną i rezultaty pracy.

Przede wszystkim można mieć pewne wątpliwości dotyczące tytułu pracy, ponieważ trudno mówić o wpływie metody suszenia skoro owoce wysuszono jedynie przy użyciu metody konwekcyjnej i sublimacyjnej. Wybór obu metod uważam za właściwy, ale tytuł pracy może być mylący. Należało też przytoczyć w tytule nazwę łacińską borówki wysokiej, co zostało uczynione w treści pracy. Wspominając we wstępie, że warzywa i owoce znajdują się u podstaw piramidy żywienia warto było uściślić, że występują one bezpośrednio nad aktywnością fizyczną, co w połączeniu daje mocny fundament sprzyjający zdrowiu człowieka. W odniesieniu do rentowności produkcji owoców borówki omówionej na przykładzie Serbii byłoby dobrze przytoczyć także dane dotyczące rynku polskiego. Nie jest jasne dlaczego w rozdziale 1.3.1. poświęconym miejscu borówki wysokiej pośród innych owoców jagodowych scharakteryzowano żurawinę pomijając m.in. aronię i jagodę

kamczacką, które wydają się bliższe pod względem morfologicznym borówce wysokiej. W Tabelach 1a, 1b oraz 2 sugerowałbym zmianę kolejności kolumn dotyczących Etapu 3a oraz Etapu 3b z uwagi na chronologię postępowania przedstawioną prawidłowo w rozdziale poświęconym omówieniu i dyskusji wyników. W rozdziale 3.2.2 dotyczącym metodologicznemu aspektowi procesu suszenia należało krótko uzasadnić pominięcie obróbki cieplnej. Nie jest jasne, czy wspomniana na str. 53 igła wykorzystana w teście penetracji stanowi standardowe wyposażenie teksturometru. W przeciwnym przypadku konieczne jest scharakteryzowanie geometrii igły, aby móc odnieść się do wyników innych badań z wykorzystaniem podobnego próbnika. Opisany na tej samej stronie test relaksacji nie budzi zastrzeżeń, ale uwzględnienie w publikacjach uogólnionej postaci modelu Maxwella może dostarczyć więcej informacji na temat właściwości lepko-sprężystych owoców borówki wysokiej. Nie jest jasne co było podstawą do zakwalifikowania surowca do „owoców miękkich”, o których jest mowa na str. 63. Bardziej właściwe wydaje się odniesienie siły penetracji do odkształcenia zamiast czasu w przebiegu krzywych penetracji przedstawionych na rys. 12 na str. 79. Termin „próbki uwodnione”, użyty na str. 80, radziłbym zastąpić terminem „próbki o większej zawartości wody”, ponieważ zastosowany termin może sugerować rehydratację próbek, które pierwotnie charakteryzowały się mniejszą zawartością wody. Wspomniany na końcu str. 81 „poziom siły rejestrowanej podczas relaksacji” proponowałbym zastąpić „wartością asymptotyczną, do której dążą siły rejestrowane podczas relaksacji”. Podczas przygotowywania manuskryptów sugeruję przedstawienie kinetyki suszenia jako spadek zredukowanej zawartości wody zamiast zawartości wody przedstawionej na rys. 40 – 45.

Zdarzające się błędy stylistyczne i gramatyczne oraz zbędne powtórzenia stanowiące przypadkowe błędy redakcyjne nie wpływają na percepcję bardzo obszernej treści pracy o wysokiej wartości naukowej i dużym znaczeniu użytkowym. Percepcji tej nie utrudnia brak spisu oznaczeń, ponieważ Autorka zadbała o bieżące wyjaśnienia używanych skrótów lub specjalistycznych terminów. Także brak spisu tabel i rysunków nie stanowi problemu, gdyż są one ponumerowane w sposób ciągły niezależnie od podziału pracy na poszczególne rozdziały.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Recenzowana praca autorstwa Pani mgr inż. Eweliny Tryzno dotyczy aktualnego i ważnego problemu, którym jest ocena wpływu obróbki wstępnej surowca roślinnego na przebieg procesu suszenia i jakość wysuszonego produktu. Obszerne przegląd literatury dotyczący dotychczasowych osiągnięć w zakresie odpowiadającym tematyce pracy

doktorskiej pozwolił Autorce prawidłowo sformułować cel badań, który został rzetelnie zrealizowany w oparciu o dużą wiedzę merytoryczną i bogaty warsztat metodyczny. Szeroki zakres badań o charakterze interdyscyplinarnym pozwolił uzyskać wyniki poszerzające wiedzę naukową w zakresie nauk o żywności. Wyniki te mają przede wszystkim znaczenie poznawcze, ale mogą być wykorzystane w praktyce do optymalizacji procesu suszenia i projektowania właściwości produktów spożywczych sporządzonych na bazie wysuszonych owoców borówki wysokiej. Doktorantka, podczas realizacji pracy wykazała cechy świadczące o umiejętności formułowania i rozwiązywania złożonych problemów naukowych. Przedłożoną do recenzji rozprawę oceniam bardzo wysoko, o czym świadczy szereg pozytywnych komentarzy i jednocześnie wnioskuję do Rady Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o jej wyróżnienie. Mam nadzieję, że przedstawione uwagi okażą się pomocne w przygotowaniu wartościowych publikacji naukowych z wykorzystaniem materiału zawartego w ocenianym opracowaniu.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Eweliny Tryzno pt. „Wpływ procesów wstępnych i metody suszenia na właściwości owoców wybranych odmian borówki wysokiej” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i stawiam wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Eweliny Tryzno do publicznej obrony.

