

RECENZJA

pracy doktorskiej **mgr. inż. Piotra Grzegorego**

pt. „**Wpływ procesu suszenia na właściwości fizykochemiczne truskawek**”

wykonanej pod kierunkiem **dr. hab. inż. Dariusza Piotrowskiego**

w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji Wydziału Nauk o Żywności

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ogólna charakterystyka pracy

Tematyka ocenianej pracy dotyczy złożonego i ważnego z praktycznego punktu widzenia zagadnienia, jakim jest wyznaczenie wpływu parametrów suszenia na wybrane atrybuty jakościowe owoców truskawek różnych odmian w aspekcie przechowywania wysuszonego produktu. Uwzględnienie różnych sposobów suszenia stwarza możliwość optymalizacji procesu utrwalania truskawek, które w stanie świeżym nadają się do spożycia jedynie w ciągu stosunkowo krótkiego czasu po zbiorze. Suszenie truskawek nie tylko pozwala przedłużyć okres przydatności do spożycia tych niezwykle wartościowych owoców, ale umożliwia także kreowanie nowych produktów spożywczych na bazie otrzymanego suszu. Dlatego uważam, że podjęcie tej tematyki jest bardzo trafne biorąc pod uwagę zarówno aspekty poznawcze, jak i użytkowe. Ponadto, konieczność racjonalnego zarządzania zasobami energetycznymi w obliczu zmian klimatycznych oraz rosnące wymagania rynku dotyczące jakości produktów spożywczych wymagają zwrócenia większej uwagi na doskonalenie procesu suszenia z uwzględnieniem bilansu energetycznego, który związany jest z kinetyką suszenia i końcową zawartością wody oraz możliwością kształtowania jakości produktu finalnego w odniesieniu do aktywności wody, tekstury, barwy, składu chemicznego i doznań sensorycznych.

Praca doktorska napisana przez Pana mgr. inż. Piotra Grzegorego w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, licząca 157 ponumerowanych stron maszynopisu, składa się z siedmiu zasadniczych rozdziałów. Odrębną część stanowi

umieszczony na końcu opracowania ósmy rozdział w postaci aneksu. W aneksie zestawiono 90 tabel zawierających wyniki badań, które dla ułatwienia percepcji treści nie znalazły się w zasadniczej części opracowania. Pracę zamyka dwustronicowe zestawienie dorobku naukowego doktoranta oraz wyrażenie zgody na jej udostępnianie w zbiorach bibliotecznych SGGW. Poszczególne rozdziały są ze sobą właściwie powiązane i występują w odpowiedniej kolejności. Najbardziej obszernym, liczącym 79 stron jest rozdział dotyczący omówienia i dyskusji wyników, który został podzielony na 10 podrozdziałów, co jest związane z szerokim zakresem pracy. W zasadniczej części opracowania zamieszczono 79 rysunków i 7 tabel. Umieszczone na początku pracy streszczenie w języku polskim i angielskim przedstawia cel badań, zagadnienia metodyczne i najważniejsze wyniki badań. Integralną częścią streszczenia są słowa kluczowe określające zakres tematyczny pracy.

Autor powołał się na 187 pozycji literaturowych dobranych adekwatnie do zakresu pracy, przy czym ponad 40% z tych pozycji zostało napisanych w języku angielskim. Ponad 43% cytowanych prac stanowią pochodzące z ostatnich pięciu lat publikacje naukowe dotyczące problematyki poruszanej w ocenianym opracowaniu, co świadczy o śledzeniu najnowszych osiągnięć i dbałość o nowatorski charakter pracy. Poza tym, w pracy znalazło się odwołanie do trzech źródeł internetowych oraz czterech norm.

Praca posiada tradycyjny układ stosowany w opracowaniach eksperymentalnych oraz jest napisana zrozumiałym i poprawnym językiem naukowym z prawidłowym umieszczeniem odnośników do literatury. Zdarzają się jednak błędy stylistyczne i zbyt zawiłe sformułowania, które w pewnym stopniu utrudniając zrozumienie nie wpływają istotnie na wartość merytoryczną pracy i mogą zostać wyeliminowane podczas redagowania manuskryptów.

Ocena merytoryczna

Prawidłowo podzielona treść pracy sprzyjała zachowaniu ciągłości głównego wątku w analizie wyników, co ułatwiło sformułowanie wniosków ściśle korespondujących z celem badań.

W jednostronicowym wstępie Autorowi udało się w sposób syntetyczny przedstawić problem kształtowania jakości suszonych owoców truskawek w aspekcie odmiany, stosowanych metod suszenia i zmian zachodzących podczas przechowywania. Zwrócenie uwagi na ciągle niedostateczne rozwiązanie tego problemu, stanowiąc uzasadnienie podjęcia tematu badań, pozwoliło Doktorantowi przejść do analizy stanu wiedzy na podstawie przeglądu piśmiennictwa.

Przegląd piśmiennictwa został podzielony na siedem podrozdziałów ściśle nawiązujących do problematyki pracy. Pierwszy podrozdział Autor poświęcił ogólnej charakterystyce truskawek z uwzględnieniem ich pochodzenia, występowania, składu chemicznego, sposobów utrwalania i przetwarzania oraz skali produkcji krajowej i światowej. W drugim podrozdziale przedstawiona została szczegółowa charakterystyka 16 odmian truskawek dotycząca m.in. warunków uprawy, jędrności, barwy, kształtu, smaku oraz przydatności do transportu i przechowywania. Szkoda, że na podstawie tej prawidłowo przeprowadzonej charakterystyki nie została podjęta próba wskazania tych odmian, które w sposób szczególny mogłyby być dedykowane do utrwalania metodami suszarniczymi. W trzecim podrozdziale została omówiona charakterystyka procesu suszenia konwekcyjnego, próżniowego i sublimacyjnego z uwzględnieniem podstaw teoretycznych. Wprawdzie opisanie wielu aspektów wymienionych sposobów suszenia odbyło się z dużą precyzją w oparciu o bogatą literaturę, ale zabrakło wyeksponowania innych sposobów usuwania wody z surowców roślinnych, które zasługują na uwagę mimo tego, że nie zostały uwzględnione w badaniach związanych z realizacją ocenianej pracy. Kolejne podrozdziały Autor poświęcił wpływowi warunków suszenia na wybrane właściwości truskawek, takie jak: zawartość wody, aktywność wody, właściwości mechaniczne, struktura, barwa, atrybuty sensoryczne i skład chemiczny. Ostatni podrozdział dotyczy problematyki przechowywania surowców roślinnych. Na uwagę zasługuje liczne i trafne powoływanie się na doniesienia innych autorów, co świadczy o dogłębnym rozpoznaniu przez Doktoranta obecnego stanu wiedzy w zakresie podjętej przez Niego problematyki badawczej. Dzięki temu możliwe było prawidłowe sformułowanie celu i zakresu pracy oraz czterech problemów badawczych, które pozwoliły ukierunkować pracę eksperymentalną w oparciu o odpowiednio przygotowaną metodykę.

W rozdziale 4 dotyczącym metodyki pracy Doktorant dokładnie scharakteryzował surowiec oraz precyzyjnie opisał funkcjonowanie suszarek, a także przedstawił procedury suszenia, które zostały odpowiednio zakodowane w celu łatwej identyfikacji odmiany truskawek i warunków suszenia. Nie jest przy tym jasne, dlaczego suszenie konwekcyjne odbyło się jedynie w temperaturze 45°C, podczas gdy w metodzie próżniowej uwzględniono trzy temperatury suszenia. Opis warunków przechowywania wysuszonego materiału oraz metod analitycznych służących do oznaczania cech jakościowych nie budzi zastrzeżeń, jakkolwiek dodatkowe wyznaczenie zawartości związków fenolowych oraz pojemności przeciwutleniającej przyczyniłoby się do znacznie lepszej oceny zmian właściwości chemicznych zachodzących podczas suszenia owoców truskawek, którym przypisuje się

walory prozdrowotne w związku z tym, że zawierają liczne składniki o wysokiej aktywności biologicznej. Szczególnie dokładnie został przedstawiony sposób przeprowadzenia oceny sensorycznej. Należy przy tym docenić zaangażowanie wykwalifikowanego panelu dokonującego oceny w specjalistycznym laboratorium zgodnie z obowiązującymi normami. Zestawienie w jednym podrozdziale formuł matematycznych służących do wyznaczenia zawartości wody i suchej substancji, skurczu, odkształcenia względnego oraz parametrów barwy świadczy o dążeniu Autora do uporządkowania treści sprzyjającej lepszej percepcji pracy. Narzędzia statystyczne mieszczące się w pakietach IBM SPSS Statistics wersja 23.0 PL, Microsoft Excel 2010 oraz Statgraphyc Plus 5.1 zostały odpowiednio dobrane do prawidłowej analizy uzyskanych wyników umożliwiając sformułowanie trafnych wniosków.

W rozdziale 5 Autor przedstawił wyniki badań otrzymane dzięki konsekwentnej realizacji celu pracy zgodnie z przyjętą metodyką. Interesujące są wyniki wpływu terminu zbioru owoców na zawartość wody w wysuszonym produkcie. Biorąc pod uwagę to, że zgodnie z założeniami metodycznymi proces suszenia konwekcyjnego i próżniowego prowadzono do uzyskania równowagowej zawartości wody, zastanawiająca jest zasadnicza przyczyna uzyskiwania niższej zawartości wody w suszach otrzymywanych z owoców zbieranych w późniejszym okresie wegetacyjnym. Szkoda, że Autor szukając wyjaśnienia w pośredniej przyczynie w postaci warunków klimatycznych nie podjął dalszych rozważań odnoszących się do składu chemicznego lub struktury owoców. Podobnego podejścia wymaga także wyjaśnienie bezpośredniej przyczyny uzyskania różnych wartości równowagowej zawartości wody owoców truskawek obu odmian. Właściwym kierunkiem dociekań jest zasygnalizowanie związku między zawartością cukrów i aktywnością wody wysuszonych owoców w podrozdziale dotyczącym wpływu terminu zbioru surowca na aktywność wody w suszach. Jest to niewątpliwie intrygujący problem warty dalszej eksploracji podczas kontynuowania kariery naukowej Doktoranta.

Wiele do życzenia pozostawia analiza kinetyki suszenia owoców truskawek. O ile można usprawiedliwić trudność wyznaczenia kinetyki suszenia metodą sublimacyjną, to zastanawia brak krzywej suszenia w przypadku metody konwekcyjnej. Wyjaśnienia wymaga także rezygnacja z matematycznego opisu spadku zredukowanej zawartości wody zachodzącego w czasie suszenia próżniowego, tym bardziej, że szybkość suszenia została przedstawiona na rys. 13 i 14 jako wynik różniczkowania odpowiedniej funkcji stanowiącej ten opis.

Wprawdzie analiza statystyczna wpływu terminu zbioru oraz odmiany i warunków suszenia na skurcz suszarniczy została przedstawiona w bardzo szczegółowy sposób, ale nie została ona poparta wystarczająco dogłębnym wyjaśnieniem mimo prawidłowego przytoczenia stwierdzeń na temat powiązania skurczu ze strukturą i wilgotnością materiału roślinnego oraz zwiększeniem objętości właściwej pary wodnej podczas suszenia próżniowego.

Podczas dyskusji na temat wpływu terminu zbioru na właściwości mechaniczne świeżych owoców prawdopodobnie wkraść się błąd, ponieważ w przeciwieństwie do stwierdzenia Autora krzywe ściskania oraz dane w tab. A1 poparte wnioskiem nr 1 wskazują, że większa zawartość wody w surowcu zbieranym we wcześniejszych miesiącach przyczynia się do potrzeby użycia mniejszej siły dla uzyskania zadanego odkształcenia. Poza tym, dalsza dyskusja w oparciu o przytoczoną literaturę w trafny sposób tłumaczy wzrost parametrów mechanicznych tkanki roślinnej spowodowany utratą wody w trakcie suszenia. Dlatego, stwierdzenie zaprezentowane na str. 80, że wzrost średniej siły ściskania spowodowany mniejszym skurczem i mniejszym zniszczeniem struktury należy uznać za dyskusyjne lub co najmniej niewystarczające biorąc pod uwagę wyraźny związek między zawartością wody a cechami mechanicznymi. Ten związek został także w umiejętny sposób wykorzystany przez Habilitanta do wyjaśnienia wpływu sposobu suszenia na średnią wartość maksymalnej siły ściskania.

Prawidłowa analiza struktury wysuszonych materiałów roślinnych jest niezwykle trudna bez wykorzystania odpowiedniego oprogramowania do analizy obrazu. Habilitant podjął się tego zadania i można uznać, że subiektywna ocena obrazów mikroskopowych poparta doniesieniami innych autorów pozwoliła na wyciągnięcie interesujący i trafnych wniosków w przypadku omówienia wpływu odmiany truskawek oraz sposobu i temperatury suszenia na zmiany strukturalne w wysuszonym produkcie. Można przypuszczać, że istnieje także wpływ terminu zbioru na strukturę wysuszonych owoców truskawek, ale w tym przypadku zaprezentowane przykłady obrazów mikroskopowych nie pozwalają na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków.

Na uwagę zasługuje przekonująca, dobrze uzasadniona i przedyskutowana analiza wyników dotycząca wpływu wszystkich branych pod uwagę czynników na wyróżniki barwy owoców truskawek, zarówno świeżych jak i wysuszonych. Interesująca jest interpretacja przyczyny rozjaśnienia barwy spowodowana mniejszą zawartością wody związanej z terminem zbioru lub procesem suszenia. Równie ciekawe są hipotezy związku między parametrami barwy a koncentracją antocyjanów zależną od zawartości wody lub degradacją

barwników zachodzącą podczas suszenia. Należy przy tym żałować, że zbyt wąski zakres badań chemicznych nie pozwolił na empiryczną weryfikację tych hipotez, których prawdziwość ostatecznie została dowiedziona na podstawie doniesień innych autorów. To z kolei świadczy o umiejętności interpretacji uzyskanych wyników na podstawie aktualnego stanu wiedzy.

Odnosząc się do wyników analizy chemicznej wypada docenić bardzo dobrze przeprowadzoną dyskusję dotyczącą zmiany zawartości cukrów spowodowaną zastosowaniem różnych warunków suszenia. Z drugiej strony, uzasadnienie zmniejszenia zawartości pierwiastków procesem rozkładu pod wpływem działania temperatur zastosowanych podczas suszenia budzi poważne wątpliwości. Prawdopodobnie zaobserwowane różnice wynikają z błędów oznaczeń, który mógł być spowodowany zróżnicowanym składem chemicznym w próbkach wyjściowych w połączeniu z różną zawartością wody charakteryzującą produkt wysuszony w różnych temperaturach. Kontynuując podobne badania należałoby wziąć pod uwagę inne przyczyny wpływające na zmianę składu pierwiastkowego suszonego materiału, które nie zostały uwzględnione w niniejszej pracy.

W analizie sensorycznej wysuszonych owoców szczególnie cenne jest odniesienie oceny wybranych atrybutów do wyników oznaczeń wykonanych przy użyciu aparatury laboratoryjnej. W interesująco przeprowadzonym zestawieniu zabrakło jednak próby porównania oceny smaku z oznaczeniem zawartości cukrów.

Szczególnie cenne z praktycznego punktu widzenia są wyniki testów przechowalniczych, którym poddawane są wysuszone produkty pochodzenia roślinnego. Habilitant wykazując, że temperatura przechowywania ma istotny wpływ na dynamikę zmian atrybutów jakościowych odpowiednio zapakowanych produktów udowodnił wpływ struktury ukształtowanej podczas suszenia na chłonność pary wodnej. Na uwagę zasługuje uwzględnienie niecałkowitej barierowości folii opakowaniowych oraz wzrost aktywności wody spowodowany procesem krystalizacji składników zawartych w przechowywanym suszu. Wyjaśnienie dotyczące kinetyki zmian wartości parametrów barwy poparte licznymi cytatami jest interesujące i na ogół przekonujące mimo pewnego niedosytu spowodowanego zbyt małą uwagą poświęconą interpretacji przyczyny zwiększenia wartości parametru a^* oraz zmian wartości parametru b^* .

Uwieńczeniem rozprawy jest rozdział zatytułowany „Spostrzeżenia i wnioski”, którego treść odpowiadając celowi pracy w zwięzły sposób przedstawia najważniejsze

osiągnięcia o charakterze naukowym i utylitarnym wynikające z wnikliwej analizy uzyskanych wyników.

Ocena formalna

Mimo, że praca została napisana z dbałością o poprawność strony formalnej nasuwają się pewne uwagi, które Doktorant może uwzględnić podczas publikowania uzyskanych wyników.

Pewną niezręcznością jest stwierdzenie w przedostatnim akapicie wstępu, że „znajomość zmian zachodzących w suszach w czasie przechowywania może umożliwić otrzymanie produktu o dokładnie określonych właściwościach”, ponieważ zamierzone kształtowanie właściwości produktu jest możliwe na etapie suszenia, a podczas przechowywania można co najwyżej zadbać o stworzenie warunków sprzyjających utrzymaniu tych właściwości na określonym poziomie.

Określenie „najmniejsze zmiany suszy” użyte w ostatnim z pytań badawczych należy zastąpić innym sformułowaniem, np. „najmniejsze zmiany zachodzące w suszach”. Warto przy tym zastanowić się nad przeformułowaniem pytań badawczych w problemy badawcze.

Wprawdzie w przeglądzie piśmiennictwa została dokonana bardzo rzetelna charakterystyka wielu odmian truskawek, ale nie wykorzystano tego do wyraźnego uzasadnienia wyboru do badań owoców odmiany Honeoye oraz Albion, mimo wspomnienia w części metodycznej, że pierwsza z nich jest odmiana wczesną, a druga powtarzającą.

Nie jest jasne, na czym polegało i czemu służyło aż trzykrotne mycie owoców przed procesem suszenia.

Użycie małych liter w kodzie suszenia, mającym ułatwić percepcję treści pracy, spowodowało, że w przypadku liofilizacji początek kodu można mylnie odczytać jako wartość liczbową wynoszącą 145.

Tytuł podrozdziału 4.5 „Metody obliczeniowe” nie jest adekwatny do jego treści przedstawiającej wzory użyte do wyznaczenia wartości wybranych cech badanego materiału.

Niezręcznością wynikającą z zastosowania zbyt daleko idącego skrótu myślowego jest stwierdzenie na str. 61, że „odmiana Honeyoe posiadała większą zawartość wody”, gdyż zawartość wody jest atrybutem owoców danej odmiany.

Występujące błędy stylistyczne i gramatyczne nie wpływają na percepcję treści opracowania, tym bardziej, że Autor zadbał o logiczny układ pracy, wprowadził wykaz użytych skrótów i symboli oraz umieścił większość tabel w Aneksie pozostawiając odsyłacze w odpowiednich miejscach zwartego tekstu. Brak spisu tabel i rysunków nie stanowi

problemu, gdyż są one ponumerowane w odpowiedni sposób. Zamieszczenie wspomnianych spisów znacznie zwiększyłyby objętość obszernego opracowania.

Zestawienie na końcu pracy dorobku naukowego z podziałem na artykuły opublikowane w czasopismach naukowych i materiały konferencyjne pozwala docenić dotychczasowe zaangażowanie Doktoranta w rozwój nauk o żywności.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana praca autorstwa Pana mgr inż. Piotra Grzegorego dotyczy aktualnego i ważnego problemu, jakim jest ocena wpływu warunków suszenia na jakość owoców miękkich, które dostępne w stanie świeżym w stosunkowo krótkim okresie charakteryzują się niewielką trwałością. Przedstawienie aktualnego stanu wiedzy pozwoliło Autorowi prawidłowo sformułować cel pracy, który został zrealizowany w oparciu o dostępny warsztat metodyczny. Dość 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 nie tylko owoców truskawek, ale także innych owoców miękkich o podobnej budowie morfologicznej. Doktorant, realizując cel pracy wykazał cechy świadczące o umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów naukowych w oparciu o zdobytą wiedzę teoretyczną i praktyczną, dogłębny przegląd literatury i opanowanie niezbędnych metod badawczych. Przedłożoną do recenzji rozprawę, mimo szeregu niedociągnięć, oceniam pozytywnie z uwagi na rozwiązanie ważnych problemów naukowych. Mam nadzieję, że moje uwagi krytyczne, niekiedy o dyskusyjnym charakterze, będą pomocne w redagowaniu wartościowych publikacji naukowych z wykorzystaniem materiału zawartego w rozprawie oraz pozwolą ukierunkować dalsze badania w zakresie związanym z suszeniem surowców roślinnych.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Piotra Grzegorego pt. „Wpływ procesu suszenia na właściwości fizykochemiczne truskawek” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i stawiam wniosek o dopuszczenie Pana mgr. inż. Piotra Grzegorego do publicznej obrony.

Adam Figiel