

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Patrycji Łusiak

pt. „Wpływ dodatku roślinnych produktów ubocznych na wybrane właściwości mechaniczne wyrobów kosmetycznych”

Rozprawa doktorska wykonana w Katedrze Inżynierii i Maszyn Spożywczych Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Promotor: prof. dr hab. Paweł Sobczak

Promotor pomocniczy: dr inż. Monika Wójcik

1. PODSTAWA PRAWNA SPORZĄDZENIA RECENZJI

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie do pełnienia przeze mnie funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna Pani mgr Patrycji Łusiak. Oceny dokonano z uwzględnieniem art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.).

2. CHARAKTER I STRUKTURA ROZPRAWY

Rozprawa liczy 97 stron. Jej pierwszą część stanowi autorskie opracowanie syntetyczne obejmujące streszczenie, wprowadzenie, sformułowanie celu pracy oraz hipotez badawczych, opis materiałów i metod, plan eksperymentu, przedstawienie wyników badań, dyskusję, wnioski oraz wykaz literatury. Na stronach 51-83 zamieszczono kopie publikacji wchodzących w skład cyklu, natomiast strony 84-97 zawierają oświadczenia Doktorantki i współautorów dotyczące udziału w przygotowaniu poszczególnych prac.

Podstawę osiągnięcia naukowego stanowią trzy powiązane tematycznie publikacje:

- P1. Łusiak, P.; Sobczak, P.; Mazur, J.; Wójcik, M.; Romańska, A. *Use of Fruit Pomace in the Production of Selected Cosmetics* [w]: *Farm Machinery and Processes Management in Sustainable Agriculture, Lecture Notes in Civil Engineering* 609, Springer Nature, 2024, s. 270-276, DOI: 10.1007/978-3-031-70955-5_30.
- P2. Łusiak, P.; Różyło, R.; Mazur, J.; Sobczak, P.; Matwiczuk, A. *Evaluation of Physical Parameters and Spectral Characterization of the Quality of Soaps Containing By-Products from the Food Industry*. *Scientific Reports* 2024, 14, 4687, DOI: 10.1038/s41598-024-54794-3.

P3. Łusiak, P.; Kęska, P.; Mazur, J.; Wójcik, M.; Sobczak, P. *The Quality of Lip Balm Produced with Grape Pomace Addition*. Sustainability 2025, 17, 6146, DOI: 10.3390/su17136146.

Łączna wartość punktowa publikacji wskazana w rozprawie wynosi 260 pkt MNiSW, a sumaryczny Impact Factor – 7,2. Doktorantka jest pierwszą autorką wszystkich trzech publikacji, co ma istotne znaczenie przy ocenie jej roli w przygotowaniu cyklu.

Cykl wykazuje dostateczną spójność problemową. Wszystkie publikacje dotyczą wykorzystania produktów ubocznych pochodzenia roślinnego jako dodatków do stałych lub półstałych formułacji kosmetycznych oraz oceny zmian ich właściwości mechanicznych, tribologicznych i fizykochemicznych. Poszczególne prace różnią się jednak zarówno rodzajem matrycy, jak i rodzajem dodatku. Badano szampon w kostce wzbogacony o rozdrobnione frakcje łupiny orzecha laskowego, pomadki do ust z dodatkiem rozdrobnionych wyłoków winogronowych oraz mydła ługowe wzbogacone w dodatek wyłoków marchwiowych i jabłkowych. Spójność cyklu ma zatem charakter nadrzędny i metodologiczny, a nie polega na badaniu jednego materiału lub jednej receptury.

W opracowaniu przedstawiono ponadto wyniki dotyczące mydeł glicerynowych z dodatkiem rozdrobnionej frakcji łupiny orzecha laskowego, które nie są bezpośrednio reprezentowane przez jedną z trzech publikacji wskazanych jako cykl. Materiał ten oceniam jako uzupełniający i integrujący, jednak nie traktuję go jako odrębny, czwarty element osiągnięcia publikacyjnego.

Oświadczenia o współautorstwie nie podają procentowego udziału poszczególnych osób, lecz opisują role funkcjonalne. Z dokumentów wynika, że w P1 i P3 udział Doktorantki obejmował konceptualizację, metodologię, analizę formalną, przeprowadzenie badań, gromadzenie danych, wizualizację oraz przygotowanie i redakcję tekstu, natomiast w P2 – konceptualizację, metodologię, podstawową analizę formalną, przeprowadzenie badań, gromadzenie danych, wizualizację i przygotowanie wersji roboczej. Zakres ten, zestawiony z oświadczeniami pozostałych współautorów, umożliwia jakościową ocenę wkładu własnego jako znaczącego i wiodącego.

3. OCENA AKTUALNOŚCI I ZNACZENIA PODJĘTEJ PROBLEMATYKI

Podjęta problematyka jest aktualna i posiada znaczenie poznawcze oraz aplikacyjne. Przemysł rolno-spożywczy wytwarza znaczne ilości frakcji ubocznych, których nietrwałość i zróżnicowany skład utrudniają zagospodarowanie. Poszukiwanie możliwości ich wykorzystania jako funkcjonalnych składników innych wyrobów odpowiada kierunkom gospodarki cyrkularnej oraz ograniczaniu zużycia surowców pierwotnych. Zastosowanie produktów ubocznych w kosmetykach stałych jest interesujące również z perspektywy inżynierskiej. Wprowadzenie rozdrobnionej fazy roślinnej zmienia strukturę materiału, jego niejednorodność, opór cięcia, podatność na penetrację, twardość i charakterystyki tarcia. Zagadnienie obejmuje zatem relacje struktura-sposób wytwarzania-właściwości użytkowe, dobór parametrów przygotowania surowca i receptury, instrumentalną ocenę właściwości

mechanicznych oraz tribologicznych, a także ocenę powtarzalności procesu. Elementy te mieszczą się w obszarze inżynierii mechanicznej.

4. OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY

4.1. Stan wiedzy i opracowanie syntetyczne

Wprowadzenie przedstawia problem powstawania i zagospodarowania roślinnych produktów ubocznych, podstawowe właściwości badanych formułacji oraz znaczenie parametrów mechanicznych i tribologicznych dla użytkowania kosmetyków. Autorka prawidłowo wskazuje, że twardość, siła cięcia, opór i praca penetracji oraz tarcie dynamiczne mogą służyć do instrumentalnego opisu konsystencji, odporności na deformację i aplikacyjności produktów stałych oraz półstałych. Opracowanie stanowi spójne połączenie przedstawionych publikacji, jednakże szersze odniesienie do analizy i interpretacji prezentowanych wyników mogłoby dodatkowo wzbogacić opracowanie.

4.2. Problem naukowy, cel i hipotezy badawcze

Problem naukowy określono jako zależność pomiędzy tradycyjnie opracowaną recepturą kosmetyczną a wprowadzonymi dodatkami roślinnymi w odniesieniu do wybranych właściwości fizykochemicznych i mechanicznych. Sformułowano dwie hipotezy badawcze:

Hipoteza 1: Dodatek roślinny do produktów kosmetycznych wpływa na twardość, siłę penetracji i tarcie dynamiczne i jest zależny od matrycy produktu.

Hipoteza 2: Aktywne związki zawarte w dodatkach roślinnych wpływają na zmianę barwy i cechy fizykochemiczne wytworzonych kosmetyków.

Kierunek hipotez jest zgodny z zakresem badań. W mojej ocenie brzmienie hipotezy pierwszej wymaga jednak doprecyzowania. Powinna ona jednoznacznie określać zależność wpływu dodatku od rodzaju matrycy, a nie wskazywać, że sam dodatek jest od niej zależny. Cel pracy został osiągnięty w zakresie oceny wpływu wybranych roślinnych dodatków na właściwości badanych matryc. Wyniki badań umożliwiły określenie kierunków zmian poszczególnych właściwości oraz wskazanie korzystnych wariantów w obrębie zastosowanych receptur.

4.3. Materiał, metodyka i organizacja badań

Program badawczy obejmuje zróżnicowane matryce kosmetyczne oraz produkty uboczne: łupinę orzecha laskowego, wyłoki marchwiowe, jabłkowe i winogronowe. W zależności od produktu Autorka rozprawy analizuje warianty kontrolne oraz receptury zawierające różne udziały dodatku. Materiał użyty do badań powstał podczas procesu wyłaczania soku na prasie kosztowej, następnie poddano go suszeniu i rozdrabnianiu, a następnie wprowadzano do formułacji opracowanych na podstawie literatury oraz badań wstępnych. Zakres zastosowanych metod badawczych jest szeroki i adekwatny do celu oraz zakresu przeprowadzonych badań. Obejmuje pomiary siły cięcia, twardości, siły i pracy penetracji, tarcia dynamicznego, analizę FTIR, oznaczenia barwy w przestrzeni CIELab, aktywność wobec rodnika DPPH oraz całkowitą zawartość związków fenolowych TPC. W badaniach

zastosowano powtórzenia i analizę statystyczną, w tym testy normalności rozkładu, analizę wariancji oraz porównania grup jednorodnych. Zastosowanie metod mechanicznych, tribologicznych i spektroskopowych umożliwiło wieloaspektową ocenę materiału.

4.4. Wyniki badań i ich interpretacja

Wyniki potwierdzają, że wpływ dodatku jest zależny od rodzaju zastosowanej matrycy. W przypadku mydeł glicerynowych dodatek wyłoków jabłkowych i marchwiowych wyraźnie obniżył siłę cięcia, twardość i pracę penetracji względem próby kontrolnej, natomiast nie spowodował istotnych zmian tarcia dynamicznego. W szamponie w kostce modyfikacja z użyciem łupiny orzecha laskowego zwiększyła twardość w stosunku do receptury bazowej, przy jednoczesnym obniżeniu siły cięcia i penetracji względem produktu drogeryjnego. W balsamach do ust wyłoki winogronowe nie spowodowały statystycznie istotnego wpływu na siłę penetracji, natomiast zmodyfikowały ich barwę, obniżyły siłę tarcia oraz zwiększyły aktywność wobec DPPH i całkowitą zawartość związków fenolowych wraz ze wzrostem udziału dodatku. Są to wyniki wartościowe, ponieważ pokazują możliwość równoczesnego kształtowania cech mechanicznych, wizualnych oraz chemicznych produktu. Analiza FTIR wykazała zachowanie podstawowego profilu widmowego matrycy i głównie ilościowe zmiany intensywności pasm. Dyskusja wyników jest rozbudowana i oparta na aktualnej literaturze, jednak niektóre sformułowane w niej wnioski i przewidywane zastosowania nie wynikają bezpośrednio z zakresu przeprowadzonych analiz. Dotyczy to w szczególności stwierdzeń o akceptacji konsumenta, właściwościach peelingujących lub fotoprotekcyjnych, trwałości użytkowej, bezpieczeństwie oraz oszczędności energii. Przedstawione pomiary mogą uzasadniać hipotezy aplikacyjne, lecz nie zastępują badań sensorycznych, dermatologicznych, mikrobiologicznych, stabilnościowych ani bezpośrednich pomiarów energii.

4.5. Wnioski

Wnioski w większości wynikają z przeprowadzonych analiz i poprawnie wskazują zależność odpowiedzi mechanicznej od matrycy. Szczególnie istotne jest stwierdzenie, że dodatek nie wywołuje jednego, uniwersalnego efektu, może osłabiać strukturę mydła sodowego, zwiększać twardość szamponu w kostce lub nie zmieniać istotnie siły penetracji balsamu do ust. Sformułowania o „potwierdzeniu” hipotez należałoby zastąpić informacją o ich pozytywnej, częściowej albo warunkowej weryfikacji w badanym zakresie. Wnioski aplikacyjne powinny być oddzielone od poznawczych, a stwierdzenia dotyczące gospodarki o obiegu zamkniętym należałoby raczej przedstawić jako potencjał rozwiązania, nie jako ilościowo wykazaną korzyść środowiskową.

5. NAJWAŻNIEJSZE ZALETY ROZPRAWY

- 1) aktualny i aplikacyjnie istotny temat łączący waloryzację produktów ubocznych z projektowaniem właściwości materiałów kosmetycznych;
- 2) przedstawienie schematu planu eksperymentu, który pozwala zorientować się w zakresie i strukturze przeprowadzonych badań;

- 3) zastosowanie szerokiego spektrum metod badawczych, obejmującego analizy mechaniczne, tribologiczne, spektroskopowe i fizykochemiczne;
- 4) wykazanie zależności efektu dodatku od rodzaju matrycy, co stanowi najważniejszy wynik poznawczy cyklu;
- 5) połączenie wartości naukowej przeprowadzonych badań z ich potencjałem aplikacyjnym, obejmującym dalszą optymalizację i możliwość wdrożenia formułacji.

6. UWAGI KRYTYCZNE I O CHARAKTERZE DYSKUSYJNYM

Poniższe uwagi nie podważają pozytywnej oceny rozprawy. Wskazują jedynie granice interpretacji wyników, kwestie wymagające doprecyzowania podczas obrony oraz kierunki dalszego rozwoju badań.

- 1) Badania mydeł glicerynowych z dodatkiem łupiny orzecha laskowego zostały uwzględnione w części syntetyzującej rozprawy, jednak nie odpowiada im żadna z publikacji P1–P3 tworzących wskazany cykl. Wyniki te mogą stanowić wartościowy materiał uzupełniający, rozszerzający kontekst przeprowadzonych badań, powinny jednak zostać jednoznacznie oddzielone od osiągnięcia naukowego przedstawionego w formie cyklu publikacji. Podczas obrony zasadne będzie wyjaśnienie, jaką funkcję wyniki te pełnią w strukturze rozprawy oraz w jakim zakresie zostały wykorzystane do weryfikacji hipotez i formułowania wniosków końcowych.
- 2) Ograniczeniem przyjętego planu badań jest zastosowanie różnych produktów ubocznych pochodzenia roślinnego w poszczególnych rodzajach wyrobów kosmetycznych. Z tego względu nie można jednoznacznie określić, w jakim stopniu obserwowane efekty wynikają z rodzaju zastosowanego dodatku, a w jakim z właściwości i składu konkretnej matrycy kosmetycznej. Przedstawione wyniki pozwalają wskazać, że działanie dodatku może zależeć od rodzaju matrycy, jednak nie pozwalają na ilościowe określenie tej zależności ani na bezpośrednie porównanie siły działania różnych dodatków w mydłach, szamponach w kostce i balsamach do ust. Pełniejsza ocena tego zagadnienia wymagałaby zastosowania tego samego dodatku w różnych matrycach lub różnych dodatków w tej samej, kontrolowanej matrycy.
- 3) Pomiary właściwości mechanicznych i tribologicznych, analizy FTIR oraz oznaczenia aktywności antyoksydacyjnej wobec syntetycznego rodnika DPPH i całkowita zawartość polifenoli TPC nie stanowią wystarczającej podstawy do bezpośredniego wnioskowania o akceptacji konsumenckiej, skuteczności peelingującej lub enzymatycznej, ochronie przeciwsłonecznej, bezpieczeństwie dermatologicznym ani trwałości wytworzonych produktów. Wyniki rozprawy pozwalają wskazać jedynie potencjalne kierunki funkcjonalnego wykorzystania opracowanych formułacji. Potwierdzenie wymienionych właściwości wymagałoby przeprowadzenia odrębnych badań sensorycznych i aplikacyjnych, mikrobiologicznych, dermatologicznych lub toksykologicznych, badań stabilności przechowalniczej, a w przypadku deklaracji fotoprotekcyjnych – również oznaczenia właściwych parametrów ochrony przed promieniowaniem UV. Wnioski dotyczące tych cech

powinny być zatem przedstawiane jako hipotezy wymagające dalszej weryfikacji, a nie jako bezpośrednio potwierdzone właściwości produktów.

7. UWAGI FORMALNE, EDYTORSKIE I JĘZYKOWE

Strona formalna rozprawy zawiera drobne niedociągnięcia edytorskie, które wskazano poniżej wraz z numerami stron rozprawy:

- 1) s. 4: niemal całą stronę pozostawiono pustą, a pojedyncze zdanie dotyczące sumy punktów i IF zostało przeniesione z poprzedniej strony. Należałoby skorygować łamanie tekstu;
- 2) s. 14: hipoteza pierwsza jest nieprecyzyjna składniowo: z obecnego zapisu wynika, że „dodatek [...] jest zależny od rodzaju matrycy”. Poprawniej: „Wpływ dodatku roślinnego na [...] zależy od rodzaju matrycy produktu”. W hipotezie drugiej brakuje dwukropka po oznaczeniu „Hipoteza 2.”;
- 3) s. 14 i 46: sformułowania „Potwierdzenie zaplanowanych hipotez” i „hipoteza została potwierdzona” należy zastąpić terminem „weryfikacja hipotezy” oraz określić zakres tej weryfikacji. Ponadto założenie, że dodatki „nie wpłyną znacząco na cechy fizyczne”, pozostaje w rozbieżności z hipotezą pierwszą, zakładającą zmianę właściwości mechanicznych;
- 4) s. 16 oraz s. 55 (publikacja P1): opis receptury szamponu wymaga weryfikacji. W P1 zadeklarowano recepturę 60 g, natomiast podane masy ośmiu składników sumują się do 360 g, jeszcze przed dodaniem 10 g łupiny i 5 ml olejku;
- 5) s. 19, 22 i dalsze podpisy: stosowany jest zapis „Rys 1.”, „Rys 2.” itd. Poprawna i konsekwentna forma to „Rys. 1.”, „Rys. 2.”. Na s. 22 skrót „wg.” należy zapisać bez kropki: „wg wzoru użytkowego”;
- 6) s. 33: tytuł „Tabela 6. Wykres sił penetracji szamponów w kostce” jest niespójny z formą elementu – jest to tabela, nie wykres;
- 7) s. 42: w tabeli 7 wartości L^* zapisano jako 7575,6; 7878,3; 6666,8 i 5353,3. Z tekstu na s. 41 wynika, że wartości parametru powinny wynosić odpowiednio 75,6; ..., 53,3;
- 8) s. 3, 52-59: tytuł P1 odwołuje się do „fruit pomace”, podczas gdy materiałem dodawanym do szamponu są łupiny orzecha laskowego, czyli produkt uboczny, ale nie wytloki. Terminologia powinna być zgodna z rzeczywistym materiałem;
- 9) s. 47: określenia „koncepcja utylizacji produktów ubocznych” oraz „technologia obiegu zamkniętego” są nieprecyzyjne. W pracy przedstawiono kierunek zagospodarowania surowcowego. „Utylizacja” sugeruje unieszkodliwianie, a nie wykorzystanie w nowym produkcie;
- 10) całość rozprawy: należy ujednolicić zapis „fizykochemiczne” (bez łącznika), nazwy „balsam do ust” i „pomadka do ust”, określenia „tarcie dynamiczne/kinetyczne”, zapis liczb dziesiętnych zgodnie z polską konwencją oraz format pozycji bibliograficznych, nazw czasopism, numerów tomów i DOI.

Są to jednak uwagi o charakterze porządkującym i redakcyjnym, które nie wpływają na wartość naukową rozprawy.

8. OCENA KOŃCOWA I WNIOSEK

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Patrycji Łusiak pt. „**Wpływ dodatku roślinnych produktów ubocznych na wybrane właściwości mechaniczne wyrobów kosmetycznych**” stanowi spójne w stopniu wystarczającym osiągnięcie naukowe, którego istotą jest rozpoznanie wpływu roślinnych produktów ubocznych na mechaniczne, tribologiczne i wybrane fizykochemiczne właściwości formułacji kosmetycznych. Największą wartość naukową mają publikacje P2 i P3, opublikowane odpowiednio w *Scientific Reports* i *Sustainability*, oraz ich integracja w opracowaniu syntetycznym. P1 jest formalnie opublikowanym opracowaniem w tomie Springer i stanowi element rozwoju programu badawczego. Spójność tematyczną cyklu zapewnia wspólne podejście do wykorzystania roślinnych produktów ubocznych i instrumentalnej oceny modyfikacji właściwości produktów. Doktorantka wykazała się znajomością literatury, umiejętnością projektowania i prowadzenia badań, stosowania metod mechanicznych, tribologicznych, spektroskopowych oraz statystycznych, a także interpretacji wyników i przygotowania publikacji naukowych. Oświadczenia o współautorstwie potwierdzają jej wiodący udział w konceptualizacji, metodologii, eksperymentach, opracowaniu danych i przygotowaniu tekstów.

Zgodnie z powyższym, stwierdzam, że praca mgr Patrycji Łusiak pt. „Wpływ dodatku roślinnych produktów ubocznych na wybrane właściwości mechaniczne wyrobów kosmetycznych” (promotor: prof. dr hab. Paweł Sobczak, promotor pomocniczy: dr inż. Monika Wójcik) **spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim** w myśl art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) i stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o przyjęcie rozprawy oraz o dopuszczenie Autorki do publicznej obrony.

Katarzyna Piotrowska

