



Dr hab. inż. Róża Biegańska-Marecik  
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego  
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

### **Recenzja**

#### **rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Hejduk**

pt.: „**Badania przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny**

#### ***Rosaceae*”**

wykonanej w Instytucie Technologii i Analizy Żywności, Zespole Analizy i Technologii  
Żywności Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej  
pod kierunkiem naukowym promotora prof. dr hab. Roberta Klewickiego  
oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Michała Sójki

### **Podstawa prawna opracowania recenzji**

Recenzję wykonano w oparciu o Uchwałę nr 84/2024 Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej z dnia 18 czerwca 2024 r., zgodnie z którą powierzono mi wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Hejduk pt. „Badania przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny *Rosaceae*”. Podstawę prawną stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2017 r. poz. 1668 z późn. zm.).

### **Ocena wartości naukowej pracy**

Tematyka rozprawy doktorskiej związana jest z badaniem przemian i właściwości elagotanin zawartych w wyłokach wybranych owoców pochodzących z rodziny *Rosaceae*, w kontekście ich przemian, udziału w potencjale prozdrowotnym owoców, stabilności a także wykorzystania owocowych produktów ubocznych jako cennego źródła składników o



charakterze bioaktywnym oraz przeciwdrobnoustrojowym. Dynamiczny rozwój żywności funkcjonalnej w ostatnich latach przyczynia się do podejmowania szeregu badań nad związkami o charakterze prozdrowotnym w różnych surowcach spożywczych. Równocześnie istotnym aspektem badawczym jest wykorzystanie produktów ubocznych przemysłu spożywczego. Produkty te, zależnie od przebiegu procesu technologicznego, mogą stanowić cenne źródło związków o potencjale bioaktywnym. Doktorantka jako cel pracy przyjęła poszerzenie wiedzy na temat przemian oraz właściwości biologicznych elagotanin z owoców rodziny *Rosaceae*, analizę interakcji elagotanin z białkami żywności oraz wpływu kompleksów elagotaniny-żelatyna na stabilność elagotanin w modelowym układzie pokarmowym. Elagotaniny są szeroko rozpowszechnioną grupą związków fenolowych występującą głównie w niektórych ziołach oraz owocach, którym zgodnie z literaturą naukową przypisuje się szereg właściwości prozdrowotnych, w tym ze względu na działanie antyoksydacyjne, przeciwnowotworowe, przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe oraz przeciwzapalne, szczególnie w obrębie układów krwionośnego, pokarmowego i sercowo-naczyniowego. O istotności podjętych badań świadczy liczba prac opublikowanych w bazie Web of Science w ciągu ostatnich 5 lat dotyczących właściwości biologicznych elagotanin (124) stabilności elagotanin (134), zawartości elagotanin w wyłokach (44) stabilności elagotanin w wyłokach owocowych (5). Przeprowadzone badania w znaczący sposób poszerzają wiedzę na temat elagotanin owoców jagodowych, ich budowy, stabilności w różnych warunkach, wpływu wielkości cząsteczek na stabilność, możliwości wprowadzenia do produktów spożywczych, ponadto wskazują wyłoki owocowe jako bardzo dobre źródło elagotanin wraz z opracowaniem metod ich ekstrakcji. Badania mają charakter nowatorski o wymiarze praktycznym.

### **Ocena formalna pracy**

Przygotowana przez panią mgr inż. Agnieszkę Hejduk rozprawa doktorska ma formę monografii o układzie typowym dla prac o charakterze eksperymentalnym. Składa się z 9 głównych rozdziałów, w tym wprowadzenia, przeglądu piśmiennictwa, celu i zakresu badań, materiałów i metod, omówienia wyników i dyskusji, podsumowania, wniosków, literatury liczącej 388 pozycji oraz spisu publikacji stanowiących dorobek naukowy Doktorantki. W pracy przed wprowadzeniem zamieszczono streszczenie w języku polskim oraz angielskim, każde z nich zawarto na 3,5 stronach. Rozprawa doktorska pani mgr inż. Agnieszki Hejduk jest bardzo obszerna, liczy 276 stron. W tekście pracy Autorka zamieściła 39 tabel oraz 80



rysunków.

Praca napisana jest bardzo ładnym językiem, w zrozumiały sposób, narracja jest czytelna i konsekwentna, co czyni opracowanie kompletnym. Pod względem językowym, stylistycznym i gramatycznym praca jest napisana poprawnie. W tekście zdarzają się bardzo nieliczne błędy edytorskie i stylistyczne, przykładowo: na stronie 9 „powinowactwo z enzymami” zamiast powinowactwo do enzymów; na stronie 44, rozdział Materiały i metody: materiał do badań stanowiły 4 owoce jagodowe, zamiast 4 gatunki owoców jagodowych, błąd ten powtarza się kilka razy w pracy. W mojej opinii, przedstawiona do recenzji dysertacja Pani mgr inż. Agnieszki Hejduk spełnia wymagania formalne stawiane rozprawom doktorskim w myśl Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późn. zm.).

### **Ocena merytoryczna pracy**

Przedłożoną do recenzji dysertację pani mgr inż. Agnieszki Hejduk rozpoczyna wprowadzenie wyjaśniające aspekty badawcze będące podłożem do sformułowania celu i zakresu badań. Kolejny rozdział, przegląd piśmiennictwa, obejmujący 24 strony, zawiera dwa główne podrozdziały, tj. Charakterystyka owoców jagodowych rodziny *Rosaceae* (2.1) i Elagotaniny (2.2), które podzielone są łącznie na 10 opisów tematycznych. Charakterystyka owoców jagodowych obejmuje ogólną charakterystykę roślin z rodziny *Rosaceae*, charakterystykę żywieniową, w tym skład, wartość odżywczą, zawartość związków o charakterze bioaktywnym, szczególnie związków fenolowych. Ponadto Doktorantka charakteryzuje znaczenie owoców jagodowych, z uwzględnieniem struktury ich zbiorów, znaczenia prozdrowotnego, wielkości spożycia, sposobów przetwarzania, w tym również w odniesieniu do zawartości elagotanin w produktach ubocznych otrzymanych z owoców jagodowych.

Podrozdział dotyczący elagotanin zawiera ich charakterystykę, w tym podział, biosyntezę, budowę chemiczną z uwzględnieniem specyfiki budowy elagotanin oligomerycznych roślin z rodziny *Rosaceae*. Autorka słusznie wskazuje na istotny wpływ budowy, w tym nawet niewielkich różnic strukturalnych na ich właściwości chemiczne i biologiczne. Kolejno Doktorantka omawia główne kierunki przemian elagotanin oraz powstałe produkty, w tym charakter przemian elagotanin owoców jagodowych z rodziny *Rosaceae* oraz wymienia czynniki wpływające na stabilność elagotanin. W podrozdziale dotyczącym



wyodrębniania, oczyszczania i oznaczania elagotanin pani mgr inż. Agnieszka Hejduk zawarła opis sposobów ekstrakcji oraz dalszych procedur związanych z pozyskaniem i oznaczaniem w odniesieniu zarówno dla elagotanin pojedynczych, jak i o nieznannej strukturze oraz trudno ekstrahowalnych. Charakteryzując właściwości prozdrowotne i biologiczne elagotanin Autorka wskazuje czynniki wpływające na prozdrowotny charakter tych związków, w tym właściwości przeciwtleniające, przeciwzapalne, neuroprotektoryjne, przeciwnowotworowe oraz hamujące rozwój mikroorganizmów i wirusów, a także na możliwość działania prebiotycznego elagotanin. Silne właściwości antyoksydacyjne elagotanin wynikają z dużej liczby grup hydroksylowych, natomiast, jak podkreśla Doktorantka, na ich właściwości prozdrowotne, może wpływać również konfiguracja grupy galoilowej przy pierwszym atomie węgla glukozy. Przeciwdrobnoustrojowym właściwościom elagotanin poświęcono dwa kolejne podrozdziały, w których przywołano wiele badań naukowych potwierdzających takie działanie w odniesieniu do elagotanin pochodzących z ekstraktów roślinnych oraz omówiono wpływ elagotanin na tworzenie biofilmu. Wskazano mechanizmy takiego działania. Trzy kolejne podrozdziały charakteryzują metabolizm i biodostępność elagotanin oraz interakcje z wybranymi składnikami żywności, w tym z białkami. Podrozdziały te wnikliwie charakteryzują interakcje elagotanin m.in. z biopolimerami: celulozą i kolagenem, lipidami oraz wspomnianymi już białkami. Autorka charakteryzuje również znaczenie i konsekwencje tych interakcji.

Zaprezentowany przegląd literaturowy jest bezpośrednio powiązany z celem badań, jest przemyślany i rzeczowy, w syntetyczny sposób omawia istotne aspekty, stanowi bardzo dobre wprowadzenie w zagadnienia badane i omawiane w części eksperymentalnej. Został przygotowany w oparciu o właściwie dobrane i aktualne pozycje literaturowe.

#### **Uwagi Recenzenta:**

*Sądzę, że charakterystyka surowców będących źródłem elagotanin w pracy jest zbyt ogólna. Nie uwzględniono m. in. charakterystyki botanicznej, w tym systematyki i charakterystyki pomologicznej owoców, z których wynika, że zarówno owoce malin jak i jeżyn z botanicznego punktu widzenia nie są typowymi jagodami, a truskawki i poziomki to owoce rzekome. Proszę o komentarz do tej uwagi i uzupełnienie tego zakresu wiedzy.*

*We wstępie oraz w przeglądzie literatury użyto frazy „uboczne produkty odpadowe”, fraza ta również pojawia się kilkakrotnie w innych rozdziałach pracy, jest w tym sformułowaniu pewna nieścisłość. Produkty powstające w procesach technologicznych w przemyśle spożywczym są produktami ubocznymi lub produktami odpadowymi. Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.*



Kolejny rozdział to Cel i zakres badań. Przyjęty cel badań nie budzi wątpliwości merytorycznych, natomiast jego sformułowanie, w tym brak hipotez badawczych lub założeń planowanych badań jest wadą tego rozdziału. Pani mgr inż. Agnieszka Hejduk bardzo precyzyjnie opisała zakres badań obejmujący sześć etapów, choć numerycznie opisane są trzy, następne określane są jako kolejne, co utrudnia orientację w czytany materiał. Niemniej jednak jest on merytorycznie poprawny i przedstawia logiczny ciąg prowadzonych badań. Etap 1 obejmuje określenie stopnia przejścia elagotanin z surowców do produktów owocowych, tj. soków nieklarowanych, przecierów oraz do wyłoków stanowiących produkt uboczny, wraz z badaniem kinetyki ekstrakcji elagotanin z wyłoków. W etapie 2 Doktorantka badała stabilność elagotanin w sokach nieklarowanych i przecierach w czasie przechowywania w różnych temperaturach oraz w liofilizatach ekstraktów uwzględniając wpływ takich czynników jak temperatura, światło dzienne, promieniowanie UV-C, a także w wodnych roztworach ekstraktów z malin i truskawek uwzględniając wpływ pH środowiska, temperatury oraz stopnia nasycenia tlenem. Etap 3 obejmuje charakterystykę interakcji oczyszczonych ekstraktów bogatych w elagotaniny z białkami żywności w zależności od matrycy oraz analizę właściwości antyoksydacyjnych kompleksów białkowo-elagotaninowych, natomiast w etapie 4 Doktorantka badała wpływ skompleksowania elagotanin z żelatyną na ich odzysk. Etap 5 to analiza właściwości biologicznych 8 ekstraktów elagotanin o najwyższym stopniu oczyszczenia w stosunku do 15 patogenów zanieczyszczających żywność. Ostatni, 6 etap dotyczy aplikacji malinowego surowego ekstraktu, bogatego w elagotaniny, do produktów z mięsa wieprzowego.

Rozdział Materiały i metody, liczący 33 strony, charakteryzuje główny materiał badawczy, tzn. cztery główne surowce owocowe, wymienia wykorzystane w badaniach odczynniki chemiczne oraz w kolejnych podrozdziałach opisuje metody analityczne obejmujące 37 procedur badawczych, w tym również opis pozostałego materiału badawczego tj. szczepów bakterii wykorzystywanych w badaniach nad analizą właściwości biologicznych, oraz charakterystykę materiału wykorzystanego w badaniach nad wpływem dodatku surowego ekstraktu z malin do mięsa wieprzowego i jego produktów. Kolejne opisy metodyczne zostały podzielone na część analityczną (I) obejmującą przygotowanie mięsa, produktów mięsnych i dodatków w celu określenia wpływu poszczególnych czynników na ekstrakcję elagotanin oraz część aplikacyjną (II), zawierającą opisy metodyczne związane z analizą wybranych



właściwości produktów mięsa wieprzowego wzbogaconego ekstraktem malinowym. Zamieszczono również opis przeprowadzonej analizy statystycznej.

Rozdział materiały i metody badań został bardzo skrupulatnie przygotowany. Autorka z dużym uszczegółowieniem charakteryzuje wykorzystane materiały oraz zastosowane metody badań: począwszy od surowców owocowych, metod analizy zawartości związków fenolowych w tym elagotanin oraz potencjału antyoksydacyjnego, metod ekstrakcji elagotanin, procedur oznaczenia stabilności ekstraktów elagotanin w różnych formach i układach, zależnie od czynników wpływu, metod technologicznych związanych z otrzymaniem zarówno produktów owocowych, jak i produktów mięsnych, badania właściwości biologicznych ekstraktów elagotanin oraz analizę stabilności elagotanin w symulowanych warunkach przewodu pokarmowego. Pani mgr inż. Agnieszka Hejduk wykorzystwała w badaniach zaawansowane metody badawcze, właściwe dla zaplanowanego zakresu badań. Są to zarówno metody spektrofotometryczne (m.in. oznaczanie potencjału antyoksydacyjnego, sumarycznej zawartości związków fenolowych, rozpuszczalności białek), chromatograficzne dopełnione spektrometrią mas (oznaczanie związków fenolowych, w tym elagotanin, antocyjanów) czy inne analityczne (oznaczanie czystości białek) oraz metody ekstrakcji i oczyszczania ekstraktów (m.in. chromatografia wykluczania), po technikę skaningowej mikroskopii elektronowej (analiza struktury kompleksów elagotaninowo-żelatynowych) oraz metody mikrobiologiczne związane z analizą właściwości biologicznych tanin. W opisie metodycznym zamieszczono ponadto tabelę zawierającą charakterystykę parametrów analitycznych ilościowego oznaczania elagotanin (tabela 1) oraz cztery schematy przedstawiające otrzymywanie ekstraktów bogatych w elagotaniny o różnym stopniu oczyszczenia, przebieg badań nad analizą przemian elagotanin, schemat badań nad wpływem skompleksowania z żelatyną na stabilność elagotanin oraz schemat przeprowadzonych doświadczeń z wykorzystaniem mięsa (rysunki 14-17).

Dobór metod uważam za w pełni zasadny a ich opis bardzo dokładny.

#### **Uwagi Recenzenta:**

*Konstrukcja rozdziału „Materiały i metody” jest jednak mało przejrzysta, biorąc pod uwagę nazewnictwo niektórych grup metod, tzn. podział metod związanych z dodatkiem ekstraktu malinowego elagotanin do mięsa wieprzowego i jego produktów, gdzie na str. 73 w części I-nazwanej analityczną umieszczono opisy technologiczne dotyczące przygotowania mięsa i jego produktów. Jaka była geneza takiej nazwy tej części opisu metodycznego. Właściwsze byłoby wydzielenie wszystkich aspektów technologicznych rozdziału materiały i*



*metody do jednego podrozdziału (tzn. opis otrzymania soków nieklarowanych, przecierów, przygotowania mięsa wieprzowego oraz produktów mięsnych).*

*Zasadne byłoby umieszczenie rozdziału wyjaśniającego skróty, co zebrałoby opis wszystkich zastosowanych skrótów w jednym miejscu i poprawiło czytelność dysertacji.*

*W opisie produkcji soków nieklarowanych i przecierów jako sposób rozdrabniania podano zmielenie przy użyciu maszynki do mielenia firmy Zelmer. W przypadku malin i jeżyn taki sposób rozdrobnienia nie jest właściwy, może powodować również zmielenie pestek, czy było to zamierzone? Proszę o komentarz do tej metody.*

Rozdział Wyniki i dyskusja, liczący 174 strony, został podzielony na 7 głównych podrozdziałów (5.1 – 5.7). Podrozdziały 5.1 i 5.2 dotyczyły identyfikacji związków fenolowych oraz określenia profilu elagotanin w owocach i produktach z nich otrzymanych. W badaniach tych wykazano różnice w charakterystyce jakościowej elagotanin występujących w rodzaju *Rubus*, w porównaniu do elagotanin występujących w rodzaju *Fragaria*. Niemniej jednak we wszystkich owocach zidentyfikowano łącznie 17 elagotanin, kwas elagowy oraz jego koniugaty. Analiza produktów otrzymanych z owoców, soków nieklarowanych i przecierów, wykazała, że niezależnie od gatunku owocu wyższe stężenie elagotanin oraz kwasu elagowego i jego koniugatów występowało w przecierze. Wytłoki owocowe charakteryzowały się wysoką zawartością elagotanin, wyższą w przypadku uzyskania ich w procesie przecierania owoców niż w procesie otrzymywania soku. Badania przedstawione w tych rozdziałach są bardzo dobrze zaplanowane, opisane i starannie opracowane, stanowią postawę do badań przedstawionych w kolejnych rozdziałach.

Celem badań przedstawionych w rozdziale 5.3 było wytworzenie i charakterystyka oczyszczonych ekstraktów elagotanin. Scharakteryzowana w rozdziale kinetyka ekstrakcji elagotanin z wytlóków, przy zastosowaniu modelu kinetycznego pierwszego rzędu, nie wykazała jednoznacznego wpływu wielkości cząsteczek elagotanin na proces ekstrakcji. Całkowity odzysk elagotanin z wytlóków był bardzo wysoki, średnio 94% dla rodzaju *Rubus* oraz 88,5% dla rodzaju *Fragaria*. Ciekawym aspektem badań opisanych w tym rozdziale jest zastosowanie chromatografii wykluczania do separacji poszczególnych grup związków. Podczas tych badań uzyskano 8 frakcji, w których oznaczono zawartość elagotanin. Ponadto przeprowadzona w tym rozdziale analiza aktywności przeciwutleniającej wykazała wyższe



wartości potencjału antyoksydacyjnego w przypadku bogatych w elagotaniny ekstraktów acetonowych.

Kolejny rozdział (5.4) zatytułowany „Przemiany elagotanin” obejmuje łącznie 63 strony, zamieszczono w nim 36 rysunków oraz 6 tabel. Zakres przeprowadzonych doświadczeń dotyczących przemian, w tym stabilności elagotanin wszystkich badanych gatunków owoców oraz form pozyskanych ekstraktów w różnych warunkach wymagał bardzo dużego nakładu pracy. Uzyskane wyniki wnoszą znaczące nowości naukowe dotyczące wpływu wybranych czynników podczas 12 miesięcy przechowywania, w tym temperatury, pH, obecności tlenu, promieniowania UV-C na stabilność elagotanin. Rozdział ten uważam za bardzo wartościową część pracy.

Rozdział 5.5 przedstawia badania dotyczące interakcji elagotanin z białkami. Jest to istotne ze względu na wpływ tej interakcji zarówno na strukturę związków w niej uczestniczących, jak i właściwości elagotanin. Doktorantka wykorzystała w tych badaniach ekstrakty z malin i truskawek, uzyskując największą interakcję z białkami w środowisku o pH 5 i największe związanie elagotanin z żelatyną w przypadku ekstraktów z malin. Ekstrakty z truskawek wykazywały mniejszy stopień interakcji w porównaniu z malinowymi, jednak najbardziej znacząca była interakcja z białkami BSA (albumina wołowa) w pH 5. Istotnym rezultatem uzyskanych wyników jest wskazanie wpływu matrycy oraz budowy indywidualnych elagotanin na stopień związania elagotanin z białkami. Bardzo cennym elementem tego rozdziału pracy jest również określenie wpływu skompleksowania elagotanin z żelatyną na ich odzysk w modelowych płynach trawiennych. Uzyskane wyniki dowodzą, że kompleksowanie elagotanin malinowych z żelatyną pozwoliło na ich zachowanie podczas inkubacji w większości testowanych warunków trawienia.

W rozdziale 5.6, w badaniach nad właściwościami biologicznymi elagotanin w stosunku do patogenów skażających żywność Doktorantka dowiodła, że wszystkie badane ekstrakty elagotanin wyizolowanych z wycisków owoców jagodowych wykazywały potencjał antibakteryjny w stosunku do patogenów żywności, przy czym wyższe strefy zahamowania wzrostu odnotowano dla elagotanin wysokocząsteczkowych. Dla większości mikroorganizmów minimalne stężenie ekstraktu, które hamowało wzrost zawierało się w zakresie 0,391 – 12,5 mg/ml. Ponadto wszystkie testowane ekstrakty wykazywały działanie antybiofilmowe w stosunku do *Listeria innocua* niezależnie od wielkości cząsteczek elagotanin. Ten aspekt badań również uważam za bardzo cenny, w tym również ze względu na





wykorzystanie do badań surowców jagodowych powszechnie uprawianych w Polsce, co daje możliwość praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników.

Ostatnim, etapem badań (5.7) była aplikacja surowego ekstraktu z malin do mięsa wieprzowego oraz 54 produktów uzyskanych na jego bazie. Dodatek ekstraktu poprawiał czerwoną barwę oraz właściwości antyoksydacyjne produktów mięsnych, niezależnie od zastosowanej obróbki termicznej. Bardzo znaczącym rezultatem tych badań było również opracowanie sposobu ekstrakcji elagotanın z matrycy mięsnej.

#### **Uwagi Recenzenta:**

*Biorąc pod uwagę rozdrabnianie owoców mające charakter mielenia (zgodnie z opisem metodycznym), czy sprawdzono jaką ilość malin i jeżyn stanowiły pestki? Jak wspomniałam wcześniej, sposób rozdrabniania może wpływać na zawartość elagotanın w produktach, ze względu na ich zawartość w pestkach. Proszę o komentarz do tego aspektu również w odniesieniu do uzyskanych wyników.*

*Jak wyjaśnić wzrost zawartości elagotanın w soku jeżynowym w czasie 12 miesięcy przechowywania, natomiast spadek w przecierze. Jak profil związków wpłynął na takie zmiany? Z drugiej strony sam wzrost elagotanın w soku Autorka tłumaczy przemianami indywidualnych związków, w tym depolimeryzacją, w odniesieniu do największej stabilności oligomerycznych form elagotanın. Na ile mogło to być związane z koniugatami kwasu elagowego?*

*Na wykresach zestawionych na jednej stronie, opisujących ten sam badany parametr dla różnych owoców lub ich form poprawne byłoby przyjęcie takiej samej skali dla wszystkich rodzajów produktów, co poprawiłoby czytelność wykresów (np. rys. 30 i 31).*

*Interpretacja niższego odzysku elagotanın z wyłoków rodzaju *Fragaria* związana z wyższym udziałem nasion w wyłokach zastanawia, ponieważ to maliny i jeżyny mają większe pestki i jest ich więcej w odniesieniu do masy miękkiej (tutaj znów pytanie o sposób rozdrobnienia -mielenie), czy w przypadku obu rodzajów owoców pestki były rozdrobnione? Aspekt ten może wpływać na wiele uzyskanych w badaniach wyników.*

*W większości tabel niepoprawna jest liczba cyfr znaczących.*

*Sformułowanie „ekstrakty malinowe” lub „ekstrakty truskawkowe” powinno zostać zastąpione sformułowaniem ekstrakty z malin, ekstrakty z truskawek.*

*Z opisu badań w kilku przypadkach nie zawsze jest wiadome co jest osiągnięciem uzyskanym przez Doktorantkę, a co przywołanymi badaniami innych autorów (np. str. 117).*



*Czy sformułowanie „Dodatkowo analiza statystyczna korelacji Spearmana wykazała, że stężenie elagotanin korelowało dodatnio ze wszystkimi testowanymi potencjałami antyoksydacyjnymi., raczej nie powinno brzmieć „...korelowało z wartościami potencjału antyoksydacyjnego oznaczanego wszystkimi metodami”?*

W rozdziale Podsumowanie Autorka opisuje wszystkie, bardzo liczne kierunki badań rozprawy doktorskiej oraz podkreśla najważniejsze osiągnięcia przeprowadzonych badań.

Pani mgr inż. Agnieszka Hejduk kończy dysertację 14 szczegółowymi wnioskami, z których wiele ma znamiona nowości naukowej. Za najważniejsze uznaję wniosek 3 wskazujący sposób ekstrakcji umożliwiający uzyskanie bardzo wysokiej koncentracji elagotanin oraz wnioski 5 i 6 dotyczące wskazania czynników determinujących stabilność elagotanin, tj. stopnia oczyszczenia i dostępu światła oraz zbadanie odporności elagotanin na działanie promieniowania UV-C. Za nowość naukową należy uznać również charakterystykę kinetyki acetonowej ekstrakcji elagotanin z 8 rodzajów wyłoków otrzymanych z badanych owoców oraz wykazanie ich silnych właściwości antybakteryjnych w stosunku do testowanych patogenów skażających żywność.

Przedstawioną do recenzji pracę doktorską oceniam bardzo wysoko. W mojej opinii dysertacja jest niezwykle wartościowym opracowaniem naukowym, poszerzającym wiedzę na temat przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny *Rosaceae*. Uzyskane wyniki mają ponadto znaczący aspekt praktyczny. Zamieszczone w recenzji uwagi i komentarze nie umniejszają wartości uzyskanych wyników.

**Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska pani mgr inż. Agnieszki Hejduk pt. „Badania przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny *Rosaceae*” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję do Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Agnieszki Hejduk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**



Signed by /  
Podpisano przez:

Róża Maria  
Biegańska-Marecik

Date / Data: 2024-  
10-30 11:00



Dr hab. inż. Róża Biegańska-Marecik  
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego  
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

### Wniosek o wyróżnienie

rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Hejduk

pt.: „Badania przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny *Rosaceae*”  
wykonanej w Instytucie Technologii i Analizy Żywności, Zespole Analizy i Technologii  
Żywności Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej  
pod kierunkiem naukowym promotora prof. dr hab. Roberta Klewickiego  
oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Michała Sójki

Dotyczy wykonanej przeze mnie recenzji w. w. rozprawy doktorskiej.

Rozprawę doktorską mgr inż. Agnieszki Hejduk pt.: „Badania przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny *Rosaceae*” w wykonanej recenzji, której wniosek ten stanowi uzupełnienie oceniłam bardzo wysoko. W mojej opinii dysertacja jest niezwykle wartościowym opracowaniem naukowym, poszerzającym wiedzę na temat przemian i właściwości biologicznych elagotanin roślin z rodziny *Rosaceae*. Uzyskane wyniki mają ponadto znaczący aspekt praktyczny.

Biorąc pod uwagę bardzo szeroki zakres przeprowadzonych badań, wysoką wartość merytoryczną pracy, wniesienie wielu nowości naukowych do wiedzy z zakresu dyscypliny technologia żywności i żywienia, oryginalność uzyskanych wyników a ponadto wykorzystanie nowoczesnych narzędzi badawczych podczas realizacji pracy wnioskuję do Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej o wyróżnienie pracy doktorskiej pani mgr inż. Agnieszki Hejduk.



Signed by /  
Podpisano przez:

Róża Maria  
Biegańska-Marecik

Date / Data: 2024-  
10-30 10:43