

Prof. dr hab. Marta Mitek – pracownik emerytowany

Warszawa, 15.07.2022

Katedra Technologii i Oceny Żywności (d. Katedra Technologii Żywności)

Instytut Nauk o Żywności (d. Wydział Nauk o Żywności)

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wyróstka**

**pt. „ Wybrane parametry chemiczne i fizyczne determinujące jakość naparów ziołowych”**

**wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Radosława Kowalskiego**

**w Katedrze Analizy i Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii**

**Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

W diecie człowieka rośliny stanowią nie tylko bezpośredni pokarm dostarczający energii i niezbędnych do życia składników mineralnych i witamin, ale też leczą i podnoszą walory kulinarne potraw. Szczególne miejsce wśród spożywanych przez człowieka roślin stanowią zioła i przyprawy. Nazwa zioło pochodząca od łacińskiego *herba* oznacza trawę lub roślinę zielną. Potocznie mianem tym określa się rośliny, które ze względu na zawartość cennych biologicznie aktywnych składników wpływających na metabolizm człowieka, mają wartość kulinarną i leczniczą. W celach kulinarnych zioła zaczęto stosować już w starożytności. Pierwsze wzmianki na ten temat pochodzą z I w p.n.e, a ich autorstwo przypisuje się Apiciusowi, który w dziele „O sztuce kulinarnej ksiąg dziesięć” (łac. *De re coquinaria libri decem*) przedstawił opisy potraw z wykorzystaniem kopru włoskiego, kolendry i mięty. W czasach współczesnych nieograniczone możliwości podróży i korzystania z kuchni najbardziej egzotycznych stron świata powodują wzrost zainteresowania różnymi roślinami o cennych walorach smakowych, zapachowych, barwiących, dających nieograniczoną możliwość wzbogacania i urozmaicania potraw, bez konieczności stosowania syntetycznych dodatków do żywności.

Napary z ziół wykorzystywane od wieków w ziołolecznictwie stają się obecnie coraz bardziej popularne w codziennej diecie, w postaci herbatek ziołowych wspomagających leczenie różnych chorób, ale także stosowanych jako napój w codziennym życiu i jako dodatek wzbogacający walory sensoryczne wód mineralnych i napojów orzeźwiających. Biorąc pod uwagę powszechny sposób przyrządzania naparów polegający najczęściej na kilku- kilkunastominutowym działaniu gorącej wody na określoną porcję suszu ziołowego wydaje się uzasadnione określenie stopnia wydobycia cennych składników suszu i



zbadania, w jakim stopniu możliwe jest ponowne wykorzystanie pozostałego odpadu. Drugim ważnym problemem jest możliwość wspomagania procesu parzenia przez np. wykorzystanie wody o różnym stopniu mineralizacji lub wykorzystanie do procesu parzenia ultradźwięków.

Na tym tle, temat pracy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wyrostka jest dobrze uzasadniony, bo zgodny ze współczesnymi trendami proekologicznymi w produkcji żywności, gdzie wysoka jakość oferowanej żywności nie pociąga za sobą nadmiernego zanieczyszczania środowiska. Autor bada w swej pracy wpływ wielu czynników na efektywność procesu parzenia ziół i przedstawia propozycje modyfikacji tego procesu w kierunku maksymalnego wykorzystania suszu ziołowego.

Rozprawa doktorska mgr inż. Jakuba Wyrostka pt. „Wybrane parametry chemiczne i fizyczne determinujące jakość naparów ziołowych” wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Radosława Kowalskiego w Katedrze Analizy i Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii UP w Lublinie została oparta na cyklu siedmiu publikacji i można w niej wyróżnić trzy części. W części pierwszej, obejmującej rozdziały od 1 do 6, Autor po krótkim wprowadzeniu (rozdział 1), przedstawia hipotezę badawczą i cel pracy (rozdział 2), materiały i metody badań (rozdział 3), omówienie wybranych wyników badań (rozdział 4), wnioski (rozdział 5) i bibliografię (rozdział 6). W części drugiej przedstawiono kopie siedmiu publikacji (PI – PVII), w których szczegółowo przedstawiono opis wykonanych badań i ich rezultaty. W części trzeciej pracy (rozdział 8) mgr inż. Jakub Wyrostek przedstawia swój dotychczasowy dorobek naukowy. Całość przedstawionej do recenzji rozprawy obejmuje 123 strony, z czego na część pierwszą przypada 41 stron, na drugą - 71 stron, a na trzecią – 4 strony. Spis treści i streszczenia zajmują 5 stron.

## **Ocena merytoryczna rozprawy**

### **Część pierwsza – prezentacja wybranych wyników badań**

W krótkim **wprowadzeniu ( rozdział 1)** Autor przedstawił zalety stosowania ziół w codziennej diecie, domowe sposoby przygotowywania naparów z powszechnie oferowanych ekspresowych herbatek pakowanych w jednorazowe saszetki, zwracając uwagę na możliwości wykorzystania w gospodarstwie domowym alternatywnych metod parzenia, wykorzystujących ekspresy ciśnieniowe czy używanie do zaparzania wód mineralnych.

**Celem rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wyrostka (rozdział 2)** było określenie wpływu wybranych parametrów parzenia ziół na zawartość substancji biologicznie aktywnych w naparach. Badanymi parametrami były: a/ czas parzenia, b/ stopień mineralizacji wody, c/ stopień rozdrobnienia ziół i wykorzystanie w procesie parzenia ultradźwięków. Dodatkowymi celami pracy było: określenie



pozostałości cennych składników ziół w odpadach poekstrakcyjnych oraz zbadanie działania fungistatycznego wybranych naparów wobec niektórych szczepów z rodzaju *Fusarium*.

**Materiałem do badań (rozdział 3)** były wybrane susze ziołowe: kwiaty lawendy wąskolistnej *Lavendula angustifolia* Mill. (Flos, Polska), liście szatwii lekarskiej *Salvia officinalis* L. (Flos, Polska), owoce kminku zwyczajnego *Carum carvi* L. (Kawon, Polska), liście mięty pieprzowej *Mentha x piperita* L. (Flos, Polska, BIOFIX, Górki Małe, Polska), koszyczki rumianku pospolitego *Matricaria chamomilla* L. (Flos, Polska, BIOFIX, Górki Małe, Polska), owoce kopru włoskiego *Foeniculum capillaceum* Gilib. (Kawon, Polska). Wymienione surowce wykorzystano do zbadania zawartości wybranych substancji aktywnych (polifenole ogółem, flawonoidy, olejki eteryczne) w materiale wyjściowym (suszu) i w naparach, stosując dwukrotne parzenie ziół w wodzie o temperaturze 95°C w czasie 5, 10, 15 i 30 minut. **(publikacja PI)**. Napary z tych samych ziół posłużyły też do badań nad ich działaniem fungistatycznym wobec wybranych czterech gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* **(publikacja PVII)**. Cztery gatunki ziół (lawenda, szatwia, mięta i rumianek) zostały użyte w badaniach nad wpływem stopnia mineralizacji wody na skład naparów **(publikacja PII)**, mięta i rumianek w badaniach nad wpływem ultradźwięków na skład naparów **(publikacja PIV)**, a liście mięty wykorzystano do badań nad wpływem rozdrobnienia suszu i ultradźwięków, na jakość naparu **(publikacja PV)**. Ponadto materiałem do badań były owoce bzu czarnego *Sambucus nigra* L. (Dary Natury, Polska) i owoce aronii czarnoowocowej *Aronia melanocarpa* [Michx. ]Elliot (Kawon, Polska), które wykorzystano w badaniach nad możliwością wykorzystania mieszaniny wody i glicerolu, jako czynnika do ekstrakcji antocyjanów z owoców **(publikacja PVI)**. Handlowe próbki herbat: zielonej i czarnej *Camellia sinensis* L. posłużyły jako materiał badawczy do badań nad wpływem ultradźwięków na jakość sensoryczną i zawartość flawonoidów, polifenoli ogółem i kofeiny w naparach **(publikacja PIII)** oraz wpływem stopnia mineralizacji wody na poziom zawartości polifenoli i flawonoidów w naparach **(publikacja PII)**. Handlową próbkę kawy palonej mielonej „Jacobs Kronung” (Jacobs Douwe Egberts, Holandia) wykorzystano do badań nad wpływem ultradźwięków na jakość naparów **(publikacja PIV)**.

**Metody badań (rozdział 3)** polegały na sporządzaniu naparów z wykorzystaniem zróżnicowanych warunków prowadzenia procesu. Czynniki zmiennymi były czas parzenia (od 0,5 do 30 minut), stopień zmineralizowania wody (wodociągowa, dejonizowana, handlowe wody mineralne), stopień rozdrobnienia suszu, wykorzystanie ultradźwięków o częstotliwości 20 kHz (moc 25,50,75,100 W). Metody analityczne były skromne i polegały na oznaczaniu w suszach i naparach zawartości polifenoli ogółem z zastosowaniem odczynnika F-C, flawonoidów metodą spektrofotometryczną wg Karadeniz i in. 2005, antocyjanów ogółem met. spektrofotometryczną wg Farmakopei Polskiej, pojemności przeciwutleniającej wobec rodników DPPH\* i metodą FRAP. Destylację olejków eterycznych prowadzono zgodnie z procedurą farmakopealną, a analiza jakościowa i ilościowa olejków została



przeprowadzona techniką chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (GC-FID) i spektrometrem mas (GC-MS). Aktywność fungistatyczną naparów badano zmodyfikowaną metodą dyfuzyjną wg. Dissanayake, 2014. Otrzymane wyniki badań poddawano analizie statystycznej z wykorzystaniem jednokierunkowej analizy wariancji ANOVA.

#### **Uwagi:**

Biorąc pod uwagę tytuł rozprawy i postawione przez Autora cele badawcze, dobór materiału badawczego do badań wydaje się mało spójny. Zdaniem recenzenta bardziej uzasadnione byłoby rozszerzenie listy ziół, zwłaszcza o te gatunki, które cieszą się dużą popularnością wśród konsumentów, np. ziele czystka, pokrzywy, kwiatostan lipy, a pominięcie kawy czy herbaty. Sugestia ta wydaje się tym bardziej uzasadniona, że wykorzystany w pracy zakres badań analitycznych jest bardzo skromny a nowoczesne techniki analityczne zostały wykorzystane tylko w odniesieniu do analizy składu olejków eterycznych metodą GC/MS i GC/FID (P I). Uwaga ta dotyczy także dołączenia do listy surowców suszonych owoców bzu czarnego i aronii czarnoowocowej (publikacja PVI). To jedyne spośród użytych w badaniach gatunków, w których oznaczano tylko zawartość antocyjanów ogółem i stosowano zupełnie inne czynniki ekstrahujące (woda, woda/glicerol, etanol) i dlatego trudno porównać efektywność stosowanych metod parzenia z innymi ziołami. W związku z powyższym uważam, że ta publikacja nie powinna znajdować się w cyklu prac stanowiących podstawę opracowania rozprawy doktorskiej.

Prezentację wybranych wyników badań rozpoczął Autor od omówienia wyników badań nad wpływem czasu parzenia wybranych ziół na stężenie związków aktywnych w naparach pierwotnych i wtórnych (**rozdział 4.1 i 4.2 publikacja PI**). Parzenie ziół prowadzono w wodzie o temperaturze 95°C w czasie; 5, 10, 15 i 30 minut. Badania wykazały, że napary „pierwotne” zawierały najwyższą zawartość polifenoli ogółem po 15 minutach parzenia, zaś zawartość flawonoidów była najwyższa w naparach po 10 minutach (wyjątek stanowiła mięta). Okazało się także, że w pozostałości po pierwszym parzeniu pozostawała znacząca ilość polifenoli i flawonoidów. Świadczą o tym wyniki oznaczeń uzyskane w naparach „wtórnych”. W zależności od rodzaju zioła, poziom oznaczanych składników stanowił od ok. 40% (mięta) do ok.120% (koper) zawartości uzyskanej w pierwszym parzeniu. To dowodzi, że po klasycznym sposobie parzenia jednokrotnego w pozostałości po parzeniu, stanowiącym odpad pozostaje znacząca ilość cennych żywnościowo składników, które można, a nawet powinno się wykorzystać. Znacznie ciekawsze i bardziej wartościowe naukowo wyniki uzyskano w odniesieniu do ekstrahowanych olejków eterycznych. W tym przypadku, zgodnie z procedurami analitycznymi oznaczono ilość olejków w materiale wyjściowym oraz materiale poekstrakcyjnym po pierwszym parzeniu. Z różnicy pomiędzy tymi analizami obliczono zawartość olejków w pierwotnym naparze,



zakładając (chyba nieślusnie – ze względu na temp. wody 95°C) brak strat olejków na etapie parzenia. Zgodnie z oczekiwaniami ilość olejków eterycznych była wyższa w materiale wyjściowym, ale znaczna ilość tych substancji pozostawała w odpadzie po parzeniu. Autor słusnie wskazuje na możliwość wtórnego wykorzystania surowca zielarskiego do pozyskiwania lotnych frakcji ziół, jako składników suplementów diety czy dodatków w przemyśle kosmetycznym. Przeprowadzona w badaniach analiza jakościowa i ilościowa podstawowych składników frakcji lotnej ziół stanowi niewątpliwie największe osiągnięcie prezentowanej rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wyrostka. Zastosowano w niej technikę chromatografii gazowej połączonej z detektorem płomieniowo jonizacyjnym (GC-FID) oraz spektrometrem mas (GC-MS). Uzyskane wyniki badań skrupulatnie porównano z licznymi danymi literaturowymi, co dodatkowo podnosi walory tej części pracy.

Celem kolejnego doświadczenia było zbadanie wpływu stopnia zmineralizowania wody użytej do sporządzania naparów na efektywność ekstrakcji polifenoli i flawonoidów oraz pojemność przeciwutleniającą naparów (**rozdział 4.3 publikacja PII**). Oprócz czterech gatunków ziół (lawenda, szałwia, mięta i rumianek), materiałem do badań były zielona i czarna herbata. Napary sporządzano przy użyciu wody dejonizowanej i wodociągowej oraz ośmiu marek handlowych wód mineralnych o różnym stopniu zmineralizowania (Baby Zdrój, Żywiec Zdrój, Cisowianka, Java, Wielka Pieniawa, Muszynianka, Staropolanka, Wysowianka). Badania wykazały istotny statystycznie wpływ stopnia mineralizacji wody na stopień ekstrakcji polifenoli ogółem i flawonoidów oraz pojemność przeciwutleniającą naparów z ziół i herbaty. W większości przypadków najwyższe stężenia polifenoli i flawonoidów otrzymano w naparach ziołowych i herbacianych sporządzanych z użyciem wody dejonizowanej i wodociągowej oraz wód o mineralizacji poniżej 1000 mg/dm<sup>3</sup> (Baby Zdrój, Żywiec Zdrój, Cisowianka, Java). Podobne zależności stwierdzono dla pojemności przeciwutleniającej otrzymanych naparów. Autor słusnie, za cytowaną literaturą, sugeruje, że jony metali (zwłaszcza wapnia i magnezu) mogą tworzyć połączenia z substancjami pektynowymi roślin, utrudniając proces ekstrakcji związków z grupy polifenoli.

Kolejnym problemem badawczym, którym zajął się mgr inż. Jakub Wyrostek było określenie wpływu stopnia rozdrobnienia materiału roślinnego oraz ultradźwięków na stopień ekstrakcji polifenoli i flawonoidów z wybranych suszów ziołowych (mięta pieprzowa, rumianek) oraz liści herbaty zielonej i czarnej oraz kawy palonej mielonej (**rozdziały 4.4, 4.5, 4.6 publikacje PIII, PIV, PV**). W odniesieniu do herbaty zielonej i czarnej wykonano dodatkowo ocenę sensoryczną naparów uzyskanych metodą sonifikacji (**publikacja PIII**). Biorąc pod uwagę temat rozprawy, odniosę się w mojej opinii do badań dotyczących ziół, traktując pozostałe wyniki jako dodatkowy materiał w dorobku naukowym mgr inż. Jakuba Wyrostka. Wykorzystanie ultradźwięków w procesie parzenia pozwoliło uzyskać lepszą skuteczność ekstrakcji badanych związków, dając możliwość skrócenia procesu parzenia do 6 minut



przy jednoczesnym obniżeniu temperatury wody do 70°C. Pozytywny efekt na skuteczność ekstrakcji związków polifenolowych wspomaganej ultradźwiękami miało też rozdrobnienie cząstek suszu ziołowego do rozmiarów poniżej 1 mm. **(rozdział 4.6 publikacja PV)**. Wykazano, że stopień wydobywania polifenoli i flawonoidów w naparach z mięty pieprzowej przy zastosowaniu maksymalnej mocy ultradźwięków (75 W) był wyższy w porównaniu do próby kontrolnej o odpowiednio 21 i 29%. Rozdrobnienie liści mięty do cząstek o rozmiarach do 1 mm spowodowało wzrost stężenia badanych związków w naparach o odpowiednio 36 i 32%. Połączenie obu czynników wspomagających (maksymalna moc ultradźwięków – 75W + rozdrobnienie suszu) skutkowało podniesieniem stężenia polifenoli i flawonoidów w naparach z mięty o odpowiednio 75 i 80%. Podobne rezultaty uzyskano też dla naparów z czarnej herbaty. Pojemność przeciwutleniająca naparów miętowych i herbacianych były również wyższe w naparach z liści rozdrobnionych i poddawanych sonifikacji o mocy 100W. Wyniki zaprezentowane przez Autora w publikacji PV posiadają walor praktyczny i proekologiczny, pozwalając na lepsze wykorzystanie cennych surowców i oszczędność energii.

Ciekawym zagadnieniem w cyklu badań zaprezentowanych przez mgr inż. Jakuba Wyrostka w Jego rozprawie doktorskiej jest ocena właściwości fungistatycznych naparów ziołowych wobec wybranych gatunków pleśni z rodzaju *Fusarium* **(rozdział 4.7 publikacja PVII)**. W badaniach wykorzystano napary ziołowe z kwiatów lawendy, liści szalwii i mięty pieprzowej, owoców kminku, koszyczków rumianku oraz kopru włoskiego. Ich aktywność fungistatyczną badano wobec wybranych szczepów z rodzaju *Fusarium*: *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* i *F. graminearum*. Badania wykazały, że aktywność fungistatyczna naparów zależała od gatunku ziół i wrażliwości poszczególnych szczepów pleśni. Spośród sześciu przebadanych ziół jedynie napar z mięty pieprzowej wykazywał silne działanie fungistatyczne wobec czterech szczepów grzybów z rodzaju *Fusarium*, przy czym po 10 dniach inkubacji największy efekt hamujący wzrost zarodników zaobserwowano wobec szczepów *F. graminearum* (98% inhibicji) i *F. poae* (89% inhibicji). Skuteczność hamowania wzrostu badanych szczepów przez napary z pozostałych ziół była znacznie niższa i po 5 dniach inkubacji wynosiła od kilku (kminek, szalwia) do 60% (rumianek). Uważam, że ten etap badań zaprezentowany w rozprawie stanowi cenny wkład mgr inż. Jakuba Wyrostka w proekologiczny trend badań nad żywnością.

#### **Uwagi:**

Szkoda, że Autor nie oznaczył zawartości polifenoli i flawonoidów w materiale wyjściowym, czyli suszach ziołowych, tylko posłużył się wynikami badań innych autorów. Takie postępowanie pozwoliłoby na obliczenie stopnia wydobywania oznaczanych składników w naparach „pierwotnych i „wtórnych”. Czy Autor, na podstawie danych literaturowych, wie, jaka jest zawartość i stopień zmetylowania pektyn zawartych w badanych ziołach i liściach herbaty?. Jakże związki obecne w



ziołach i herbacie kształtują pojemność przeciwutleniającą naparów? Szkoda, że w doświadczeniu dotyczącym użycia ultradźwięków nie zaplanowano, jako próby kontrolnej (bez ultradźwięków, w wodzie o temp. 95°C) "optymalnego" czasu parzenia 15 min. jak to miało miejsce w badaniach opisywanych w publikacji PI. Próbując porównać dane z kilku doświadczeń prezentowanych w publikacjach PI, PII, PIV i PV zastanawiają różnice w zawartości polifenoli ogółem i flawonoidów w naparach mięty i rumianku po 5 i 6 minutach parzenia w wodzie o temp. 95°C - stosunek susz ziołowy: woda = 2:100 (w/v). W publikacji PI zawartość polifenoli ogółem w naparach z mięty wynosiła ok. 3600 mg/L, w publikacji PII (5: 100) – 1400 mg/L, w publikacji PIV – 500 mg/L, w PV – 1630 mg/L W naparach z rumianku zawartość polifenoli w PI wynosiła – ok. 450 mg/L, w publikacji a publikacji PII (5:100) – 320mg/L, w PIV – 140mg/L. Jak Autor wytłumaczy te różnice?

Zaprezentowane w części pierwszej rozprawy doktorskiej wybrane wyniki badań zostały przez mgr inż. Jakuba Wyróstka podsumowane wnioskami (**rozdział 5**). Z dwunastu przedstawionych wniosków, na uwagę zasługują te odnoszące się bezpośrednio do tematu rozprawy (1,2,3,4,8,9 i 12). Część z nich (wnioski 1,2,3,10) potwierdzają fakty szeroko cytowane w literaturze dotyczące wpływu temperatury i czasu działania gorącej wody na skuteczność wydobywania cennych składników z ziół. Cenne z naukowego punktu widzenia są natomiast wnioski 8, 9 i 12. .

#### Uwagi:

Nie zgadzam się z wnioskiem 11. Nie jest prawdą, że „ wykorzystanie wody jako rozpuszczalnika daje możliwość uzyskania wyciągów bogatszych w związki aktywne w porównaniu do alkoholu etylowego” - cyt. str. 43. Zarówno w praktyce farmaceutycznej jak i sztuce kulinarnej (przygotowanie nalewek z ziół i owoców) powszechnie wykorzystuje się alkohol etylowy o stężeniu w zakresie 40-60%. Porównanie skuteczności działania wody i alkoholu etylowego o stężeniu 99,8% do ekstrakcji antocyjanów z owoców bzu czarnego i aronii czarno owocowej (str.34 Tab. 5) było moim zdaniem niefortunne, zwłaszcza, że w publikacji PVI, zaprezentowano dane, z których wynika, że stopień wydobywania antocyjanów z owoców był najwyższy dla alkoholu etylowego o stężeniu 50%.

W **rozdziale 6** Autor przedstawił spis literatury liczący 51 pozycji, z czego 21 prac pochodzi z ostatnich 10 lat.

Podsumowując pierwszą część pracy, uważam, że zaprezentowane przez mgr inż. Jakuba Wyróstka wybrane wyniki badań zostały w większości dobrze zaprezentowane i przedyskutowane z danymi literaturowymi, a Autor w przedstawionej dyskusji wyników wykazał się znajomością tematu, co zasługuje na podkreślenie. Przedstawione powyżej uwagi krytyczne dotyczące materiału badawczego,



metodyki pracy i prezentacji niektórych wyników badań powinny zostać przez Autora wyjaśnione i wzięte pod uwagę w kolejnych badaniach .

### **Część druga rozprawy**

W drugiej części pracy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wyrostka znajdują się kopie siedmiu publikacji, na podstawie których opracowano rozprawę. Wszystkie opublikowano w latach 2019-2022. Są to prace zespołowe, w których mgr inż. Jakub Wyrostek jest pierwszym autorem – cztery publikacje (PI, PII, PV, PVII) lub drugim – pozostałe trzy publikacje (PIII, PIV, PVI). Indywidualny wkład pracy w publikacje, zgodnie z deklaracją Doktoranta był wysoki i wynosił od 60 do 65%. Większość publikacji to prace indeksowane IF, który w zależności od tytułu wynosił od 0,464 (Przemysł Chemiczny) do 4,350 (Foods). Sumaryczny IF według listy Journal Citation Reports (JCR) dla wszystkich publikacji zaliczanych do cyklu wynosi 11,193, a łączna liczba punktów MNISW to 410. Za najcenniejsze z prezentowanych publikacji z uwagi na bezpośredni związek z tematem rozprawy uważam publikacje PI, PII, PIV, PV i PVII.

### **Część trzecia rozprawy – pozostały dorobek naukowy**

Dotychczasowy dorobek naukowy mgr inż. Jakuba Wyrostka jest znaczący i obejmuje 9 oryginalnych prac twórczych, 1 monografię, 1 patent, 10 materiałów konferencyjnych i udział w realizacji 6 projektów naukowych. Sumaryczny Impact Factor wg listy JCR wynosi 35,093, a suma punktów całego dorobku MNISW =978.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Podstawowym osiągnięciem przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wyrostka jest realizacja założonych celów badawczych, którymi było określenie wpływu wybranych czynników na efektywność procesu parzenia surowców zielarskich. Najwyżej oceniam cykl badań Autora nad wykorzystaniem ultradźwięków oraz ocenę wpływu stopnia zmineralizowania wody na procesy ekstrakcji polifenoli i flawonoidów z ziół. Duże znaczenie praktyczne mają też badania nad wykorzystaniem naparów z ziół, jako biofungicydów do ograniczania rozwoju pleśni z rodzaju *Fusarium* w przechowalnictwie zbóż.

Uważam, że recenzowana praca stanowi oryginalne opracowanie naukowe w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Część pierwsza pracy, w której Autor zaprezentował wybrane wyniki swoich badań, została starannie i poprawnie opisana. Niektóre uchybienia dotyczące metodyki badań, braku spójności treści dołączonych do opracowania publikacji z tytułem i celem pracy czy zasadności wnioskowania zostały przedstawione w treści niniejszej recenzji i mam nadzieję, że Autor odniesie się do nich i je wykorzysta w swoich późniejszych badaniach.



Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Jakuba Wyróstka odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim na stopień naukowy doktora zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017r. poz.1789) i wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie Autora do publicznej obrony.

Warszawa, 18.07.2022r

