

dr hab. Leokadia RÓG, prof. GIG
Główny Instytut Górnictwa
Zakład Oceny Jakości Paliw Stałych
40-166 Katowice
Plac Gwarków 1

Katowice, 21.08.2021 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pana mgr Zbigniewa Jelonek

pt. "Petrografia i chemia stałych zanieczyszczeń paliw grillowych wraz z opracowaniem standardów optycznych do ich identyfikacji"

wykonana na zamówienie Dziekana Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego
Pana prof. dr hab. Leszka Marynowski, zgodnie z uchwałą Rady Naukowej Wydziału z dnia
15 czerwca 2021 r.

1. Informacje wstępne

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Zbigniewa Jelonek została napisana pod kierunkiem Promotora, Pani Prof. dr hab. Moniki Fabiańskiej.

Rozprawa została zrealizowana w ramach programu „Doktorat Wdrożeniowy”, Edycja 2017-2021. Program został oparty na założeniach ustawy z dnia 21 kwietnia 2017 roku o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw. Podstawą tego programu jest współpraca między jednostkami naukowymi a przedsiębiorcami. Współpraca ta pozwala połączyć uzyskane wyniki z badań naukowych z potrzebami przedsiębiorców.

Praca doktorska mgr Zbigniewa Jelonek poświęcona jest kompleksowym i nowatorskim badaniom zanieczyszczeń występujących w paliwach grillowych oraz opracowaniu standardów optycznych, pozwalających na ich identyfikację. Stanowi ona ogromny wkład do rozpoznania wpływu użytkowania paliw grillowych na środowisko i zdrowie człowieka.

2. Omówienie układu pracy.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska składa się z dwóch części. Pierwsza część liczy 34 strony i zawiera 25 stronicowe wprowadzenie, opisujące zakres badań wykonanych w ramach rozprawy i najważniejsze wyniki. Pozostałe 9 stron to: spis treści, streszczenie, bibliografia, oraz wykaz dorobku naukowego doktoranta, który został przedstawiony w 5 blokach, a mianowicie: publikacje wchodzące w skład rozprawy z podziałem na część naukową (3 publikacje) oraz wdrożeniową (4 publikacje – 4 atlasy i katalog), pozostałe publikacje naukowe (5 publikacji), pozostałe publikacje naukowe nie związane z tematem doktoratu (5 publikacji) oraz publikacje popularnonaukowe (4 publikacje). W sumie 21 publikacji. Ponadto znajduje się tu wykaz patentów (2 patenty). Na końcu rozprawy dołączone zostały oświadczenie doktoranta oraz współautorów o udziale w przygotowaniu artykułów.

Na drugą część rozprawy składają się teksty publikacji:

wchodzących w skład rozprawy:

1. *Jelonek Z., Drobnik A., Mastalerz M., Jelonek I.*, „Assessing pellet fuels quality: A novel application for reflected light”, wydany w International Journal of Coal Geology – udział doktoranta w przygotowaniu artykułu – 50%;
2. *Jelonek Z., Drobnik A., Mastalerz M., Jelonek I.*, „Environmental implications of the quality of

- charcoal briquettes and lump charcoal used for grilling”, wydany w Science of the Total Environment – udział doktoranta w przygotowaniu artykułu” – 50%;
3. *Jelonek Z.*, „Characteristics of commercially available charcoal and charcoal briquettes in the light of petrographic studies”, wydany jako materiały konferencyjne – udział doktoranta w przygotowaniu artykułu – 100%;

oraz dwie publikacje wymienione w bloku „pozostałe publikacje naukowe”:

4. *Jelonek Z., Fabiańska Z., Jelonek I.*, „Quantitative assessment of organic and Inorganic contaminants in charcoal”, doktorant załączył tekst oddany do redakcji, obecnie artykuł jest już wydany w Resources – udział doktoranta w przygotowaniu artykułu – 50%;
5. *Jelonek Z., Fabiańska M., Jelonek I.*, „Environmental and human health implications of grilling with wood pellets and chips”, oddany do recenzji – udział doktoranta w przygotowaniu artykułu – 50%.

Część merytoryczna rozprawy została zawarta w sześciu rozdziałach:

Rozdział pierwszy - Wstęp - zawiera charakterystykę zadania badawczego podjętego przez doktoranta, analizę obowiązujących aktów normatywnych, dotyczących jakości paliw grillowych oraz zasad stosowania tych aktów. Sprecyzowane zostało również jakie konkretne paliwa mieszczą się pod nazwą „paliwa grillowe”.

W rozdziale drugim został sprecyzowany cel naukowy badań oraz cel wdrożeniowy podjętej tematyki. Rozdział trzeci poświęcony został omówieniu przedmiotu badań. W tym rozdziale podana została informacja na temat jakie badania zostały wykonane dla poszczególnych paliw. W czwartym rozdziale omówiono metodykę i zakres przeprowadzonych badań w rozbiciu na badania petrograficzne, oznaczanie pierwiastków toksycznych i WWA oraz analizę spalin emitowanych podczas spalania paliw grillowych.

W rozdziale piątym przedstawione zostały wyniki badań i przeprowadzona została dyskusja nad nimi. Dyskusja objęła wyniki oznaczania zawartości składników stałych występujących w paliwach grillowych, pierwiastki toksyczne i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne zidentyfikowane w węglu drzewnym oraz skład spalin. W rozdziale tym została również przeanalizowana rola badań petrograficznych w wyznaczaniu standardów optycznych do identyfikacji zanieczyszczeń w paliwach grillowych. Rozdział szósty zawiera podsumowanie osiągniętych rezultatów i dyskusję dotyczącą możliwości ich wykorzystania. Zaproponowany przez autora układ pracy jest przejrzysty, czytelny i nie budzi zastrzeżeń.

Treść części merytorycznej autor zilustrował 11 rysunkami. Sposób numeracji rysunków jest prosty, odpowiadający kolejności omawiania ich w tekście pracy. W załączonych do rozprawy publikacjach doktorant zamieścił 218 fotografii mikroskopowych składników i zanieczyszczeń występujących w paliwach grillowych.

Spis literatury cytowanej w części merytorycznej rozprawy zawiera 21 pozycji, z bibliografii polskiej, światowej, z czasopism naukowych oraz monografii. Jeśli doliczymy do tego wszystkie publikacje zamieszczone w dołączonych do rozprawy artykułach to sumaryczna ilość publikacji wynosi ponad 200 pozycji.

3. Znaczenie i aktualność zagadnień zaprezentowanych w rozprawie doktorskiej

Bodźcem do podjęcia przez Mgr Zbigniewa Jelonek tematyki związanej z badaniem jakości paliw grillowych była sytuacja jaka występuje na rynku tych paliw. Wciąż rosnący popyt na tego typu paliwa oraz brak informacji na temat jakości tych paliw jest dużym zagrożeniem dla środowiska i człowieka. Powszechne użytkowanie tych paliw do termicznej obróbki żywności powinno być bezpieczne i w miarę mało szkodliwe, a te warunki może tylko spełniać paliwo niezanieczyszczone o najwyższej jakości. Natomiast praktyki są zupełnie inne. Pellet drzewny, produkowany z przeznaczeniem do użytku zarówno grillowego jak i energetycznego jest poddawany obowiązującym badaniom certyfikującym. Jednak znaczącym przeoczeniem w przypadku tych paliw jest brak obowiązku badania jego składu metodą petrograficzną w świetle odbitym. Powinno to być obowiązkowe, gdyż s cbadania certyfikujące, obejmując wyłącznie parametry fizykochemiczne, nie pozwalają na zidentyfikowanie zanieczyszczeń i określenie ich zawartości w paliwie. Natomiast pellet

przeznaczony wyłącznie do obróbki termicznej żywności nie podlega żadnym obowiązkowym badaniom. Ponieważ ochrona środowiska i zdrowia człowieka jest dzisiaj bardzo ważna, podjęcie tego tematu jest słuszne i na czasie.

Badania prowadzone w ramach pracy mgr Zbigniewa Jelonka stanowią odpowiedź na realne zagrożenie, wynikające z oddziaływania na organizm człowieka zanieczyszczeń emitowanych do środowiska podczas tak modnego w dzisiejszych czasach grillowania.

4. Cel pracy

Na wstępie swojej rozprawy doktorskiej pt. „Petrografia i chemia stałych zanieczyszczeń paliw grillowych wraz z opracowaniem standardów optycznych do ich identyfikacji” mgr Zbigniew Jelonek sprecyzował kilka celów.

Głównym celem naukowym rozprawy doktorskiej było opracowanie metody identyfikacji zanieczyszczeń stałych, występujących w paliwach grillowych, metodą mikroskopii optycznej w świetle odbitym, oraz określenie możliwych zagrożeń środowiskowych i zdrowotnych związanych z wykorzystaniem tych paliw na podstawie zawartości pierwiastków i związków mutagenicznych występujących w węglu drzewnym.

Drugim celem pracy było opracowanie nowej klasyfikacji składników i zanieczyszczeń stałych zawartych w paliwach grillowych.

Dodatkowym celem pracy było wykazanie wpływu zanieczyszczeń stałych zawartych w badanych paliwach na zmienność mierzonych parametrów spalin (pyłów zawieszonych i gazów).

Głównym zadaniem postawionym w części wdrożeniowej było wykonanie katalogu i atlasu w wersji książkowej i elektronicznej w postaci obrazów cyfrowych do porównawczej analizy typu: obiekt – obraz, które mają służyć do klasyfikacji zanieczyszczeń stałych, występujących w paliwach grillowych. Opracowania te mają być pomocne w działaniach szkoleniowych, mających na celu przygotowanie kadry analitycznej, zajmującej się certyfikacją paliw grillowych wprowadzanych na rynek.

5. Przedmiot i metody badań zastosowane w pracy doktorskiej

Przedmiotem badań były paliwa grillowe używane do termicznej obróbki żywności w urządzeniach grillowych. Zalicza się do nich węgiel drzewny, brykiet z węgla drzewnego, pellet drzewny oraz wiórki drzewne. Paliwa te są produkowane na bazie biomasy drzewnej poprzez obróbkę termiczną lub mechaniczną. Z biomasy poddanej pirolizie otrzymuje się węgiel drzewny. Brykiet z węgla drzewnego jest wytwarzany z drobnych frakcji drewna, powstających przy obróbce drewna. Pellet drzewny produkowany jest z drobnych frakcji, pochodzących z odpadów po produkcji wyrobów drewnianych lub odpadów z drewna specjalnie rozdrabnianych na potrzeby produkcji pelletów drzewnych. Wiórki drewniane również są drobnym odpadem z obróbki drewna.

Materiał do badań został pozyskany od producentów paliw grillowych lub zakupiony w obrocie handlowym stacjonarnym i internetowym zarówno na terenie Unii Europejskiej, jak i w USA oraz Kanadzie. Preparaty do badań mikroskopowych zostały przygotowane metodą własną, opracowaną w trakcie żmudnych doświadczeń, opartą jedynie na głównych założeniach obowiązującej normy PN ISO 7404-2:2005 „*Metody analizy petrograficznej węgla kamiennego (bitumicznego i antracytu). Część 2: Metoda przygotowania próbek węgla*”.

W pracach badawczych wykorzystano wysokiej klasy aparaturę specjalistyczną oraz metody badawcze, opracowane specjalnie na potrzeby realizacji badań w ramach rozprawy doktorskiej. Wymienić tu należy: metodę petrografii optycznej w świetle odbitym, białym (identyfikacja zanieczyszczeń), analitykę chemiczną (oznaczenie pierwiastków toksycznych i oznaczenie zawartości WWA) oraz technikę pomiarowo-badawczą (analiza składu gazów spalinowych). Zarówno próbki węgla drzewnego, brykietów z węgla drzewnego jak i pellety i wiórki drzewne zostały przeanalizowane zgodnie z wytycznymi, zawartymi w normie PN-EN 1860-2:2006: „*Urządzenia, paliwa stałe i podpałki do grilla – Część 2: Węgiel drzewny i brykiety węgla drzewnego do grillowania – Wymagania i metody badań*”. Należy tu zaznaczyć, że norma ta nie podje żadnych szczegółów dotyczących rozpoznawania składników paliw grillowych. Metody przygotowania preparatów mikroskopowych oraz rozpoznawania zanieczyszczeń, na podstawie cech optycznych,

zostały opracowane, w trakcie żmudnych doświadczeń, specjalnie na potrzeby zaplanowanych badań.

6. Wyniki pracy doktorskiej i ich znaczenie

W rozprawie doktorskiej Doktorant przedstawia uzyskane wyniki w formie 6 tablic, jak również podejmuje ich dyskusję. Cztery tablice zawierają informacje na temat zawartości składników stałych w węglu drzewnym, brykcie z węgla drzewnego, pelletach drzewnych przeznaczonych do grillowania oraz w pelletach przeznaczonych do kotłów energetycznych. Kolejne zawierają dane dotyczące zawartości pierwiastków toksycznych i WWA w węglach drzewnych. W ostatnim rozdziale rozprawy Doktorant przedstawił i przeanalizował wyniki badań składu spalin, uzyskane dla wszystkich czterech badanych paliw grillowych. Uzupełnieniem tych wyników są dane przedstawione w artykułach dołączonych do rozprawy.

Wyniki badań wykazały dużą zależność pomiędzy składem paliwa grillowego (składnikami stałymi i zanieczyszczeniami) a ilością i jakością emitowanych gazów. Podjęte nowatorskie badania węgla drzewnego na obecność pierwiastków kancerogennych, mutagennych i wielopierścieniowych węglowodorów, przeprowadzone po raz pierwszy, wykazały obecność wielu składników szkodliwych dla organizmów żywych (miedzy innymi: WWA, Cu, Ba, Sr i Mn), co potwierdzały wysokie wartości wskaźników: toksycznego oddziaływania TEQ oraz wskaźnika mutagenności MEQ. Tak więc długotrwałe narażenie na spaliny z paliw grillowych oraz pył węglowy może powodować poważne problemy zdrowotne.

Kompleksowe badania, zwłaszcza identyfikacja zanieczyszczeń występujących w paliwach grillowych, doprowadziły do opracowania atlasów i katalogu obrazujących te zanieczyszczenia, co było celem wdrożeniowym rozprawy doktorskiej. Publikacje te zostały rozpropagowane w USA i Kanadzie. Obecnie kraje te oraz kraje Unii Europejskiej rozważają wprowadzenie certyfikacji paliw grillowych poprzez dołączenie badań petrograficznych w świetle odbitym do już wypracowanych metod certyfikacji.

Przeprowadzone badania potwierdziły potencjał mikroskopii optycznej w świetle odbitym do oceny czystości pelletów drzewnych i składu występujących w nich zanieczyszczeń. Mikroskopia optyczna w świetle odbitym może stać się skutecznym narzędziem do oceny czystości pelletów drzewnych.

Najlepszym potwierdzeniem wartości przeprowadzonych przez Doktoranta badań jest cytowalność opublikowanych artykułów. Dwa pierwsze artykuły mgr Zbigniewa Jelonka, wymienione w części naukowej rozprawy, pomimo że zostały opublikowane niedawno (2020 rok), posiadają na swoim koncie 7 i 5 cytowań. Ponieważ poruszona w nich tematyka jest bardzo aktualna, można sądzić, że liczba tych cytowań szybko wzrośnie.

Dla podkreślenia znaczenia badań przeprowadzonych przez Doktoranta, w swojej recenzji chciałabym wymienić najważniejsze osiągnięcia Doktoranta, które potwierdzają zrealizowanie wszystkich postawionych w rozprawie celów naukowych i wdrożeniowych:

- opracowanie nowatorskiej metody przygotowywania preparatów mikroskopowych z paliw grillowych, do przeprowadzenia analiz mikroskopowych w świetle odbitym;
- opracowanie nowatorskiej metody identyfikacji zanieczyszczeń stałych, występujących w paliwach grillowych, metodą mikroskopii optycznej w świetle odbitym;
- opracowanie nowej klasyfikacji składników i zanieczyszczeń stałych zawartych w paliwach grillowych;
- potwierdzenie dużej roli badań mikroskopowych w świetle odbitym w badaniach paliw grillowych i ocenie ich wpływu na środowisko i zdrowie człowieka;
- określenie zagrożeń środowiskowych i zdrowotnych związanych z wykorzystaniem paliw grillowych na podstawie zawartości pierwiastków i związków muta- i kancerogennych występujących w węglu drzewnym;
- wykazanie wpływu zanieczyszczeń stałych zawartych w badanych paliwach na zmienność mierzonych parametrów spalin (pyłów zawieszonych i gazów);

- opracowanie trzech atlasów i katalogu w wersji książkowej i elektronicznej w postaci obrazów cyfrowych do porównawczej analizy typu: obiekt – obraz, które mają służyć do klasyfikacji zanieczyszczeń stałych, występujących w paliwach grillowych;

Uzyskane wyniki stanowią ogromny potencjał, który wzbogaca naszą wiedzę naukową, ale może też znaleźć zastosowanie w ochronie środowiska.

Dodatkowo na uwagę zasługuje: bogaty dorobek publikacyjny Doktoranta – 21 publikacji w tym jedna samodzielna i 11 w czasopiśmie zagranicznych, udział procentowy w opracowaniu publikacji załączonych do rozprawy, nie mniejszy niż 50 % oraz bycie współtwórcą dwóch patentów, dotyczących urządzeń grzewczych z funkcją oczyszczania spalin.

Na docenienie zasługuje również ogrom pracy włożony w badania mikroskopowe setek preparatów mikroskopowych w celu opracowania szablonu do identyfikacji zanieczyszczeń oraz stworzenia klasyfikacji zanieczyszczeń występujących w paliwach grillowych.

7. Uwagi

Nie mam uwag krytycznych do recenzowanej pracy, a wymienione poniżej punkty są jedynie sugestią i prośbą o uzupełnienie.

- Doktorant przeprowadził bardzo dużo różnych badań dla czterech różnych rodzajów paliw grillowych. W rozprawie w podsumowaniu brakuje zbiorczego zestawienia uzyskanych wyników, co ułatwiłoby analizę jakie badania zostały wykonane dla poszczególnych paliw i jakie wyniki uzyskano;
- W rozprawie doktorskiej brakuje informacji na temat udziału procentowego Doktoranta w opracowaniu trzech atlasów i katalogu;

8. Pytania

1. Z czego wynikało to, że do badań brykiety drzewnego wytypowano tylko takie, które wyprodukowano na bazie wody bez dodatku lepszysza;
2. W jednym z celów, Doktorant podjął się określenia możliwych zagrożeń środowiskowych i zdrowotnych, związanych z wykorzystaniem paliw grillowych, na podstawie zawartości pierwiastków i związków muta- i kancerogennych występujących w węglu drzewnym. Na jakiej podstawie przyjął Doktorant, że jest możliwe przeniesienie uzyskanych wyników dla węgla drzewnego na wszystkie rodzaje paliw grillowych;
3. Dlaczego w węglu drzewnym i brykiecie z węgla drzewnego wytypowano, analizowano i rejestrowano różne rodzaje zanieczyszczeń?
4. Z czego wynika różnica w ilości próbek węgla drzewnego i brykiety z węgla drzewnego, dla których zostały przedstawione wyniki w części merytorycznej rozprawy i w artykule „Environmental implications of the quality of charcoal briquettes and lump charcoal used for grilling”? Na podstawie jakich kryteriów została wyeliminowana część próbek w rozprawie?
5. Z czego wynikały różnice w metodzie analizy spalin emitowanych podczas spalania paliw grillowych? Pomiar dla węgla drzewnego i brykiety z węgla drzewnego wykonano w urządzeniu grillowym przystosowanym do spalania tego typu paliw, przy użyciu sondy zamontowanej 80 cm nad paleniskiem w kominie odprowadzającym spaliny. Natomiast pomiary dla pelletu i wiórek drzewnych wykonano w innym specjalnym urządzeniu grillowym z zastosowaniem sond zamontowanych 18 cm nad paleniskiem. Występowały również różnice w czasie, w którym rejestrowano wyniki.

9. Podsumowanie

Rezultaty badań wykonanych w ramach pracy doktorskiej pokazują, że mgr Zbigniew Jelonek wykazał się dużą wiedzą z zakresu prowadzonych badań, opanował w dostatecznym stopniu umiejętność samodzielnego ich prowadzenia i analizy osiągniętych wyników oraz rozwiązał problem naukowy, wnosząc wkład do badań nad zanieczyszczeniami występującymi w paliwach grillowych i ich wpływem na środowisko i zdrowie człowieka. Przedstawiona rozprawa doktorska stanowi nowatorskie rozwiązanie postawionego problemu naukowego i spełnia warunki stawiane pracom doktorskim.

Tym samym doktorant spełnił wymagania zapisane w ustawie z dnia 21 kwietnia 2017 roku o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw. Wnoszę o dopuszczenie autora pracy do dalszych etapów przewodu doktorskiego

Jednocześnie zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o **wyróżnienie pracy doktorskiej**. Propozycję wyróżnienia uzasadniam tym, że Doktorant podjął się rozwiązania bardzo trudnego ale aktualnego problemu, związanego z identyfikacją zanieczyszczeń zawartych w paliwach grillowych, problemu występującego na całym świecie i ignorowanego od wielu lat. Opracował nowatorskie metody przeprowadzenia badań mikroskopowych w świetle odbitym i stworzył na tej podstawie nową klasyfikację zanieczyszczeń występujących w paliwach grillowych. Przeprowadził bardzo szerokie badania, które zostały bardzo wnikliwie przeanalizowane i przedstawione w sposób przejrzysty.



Dr hab. Leokadia Róg, prof. GIG