



**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**  
**WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**  
**ZAKŁAD CHEMII ORGANICZNEJ**  
Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
tel. 61 665-37-16, fax 61 665 36 49  
e-mail: lukasz.chrzanowski@put.poznan.pl  
*dr hab. inż. Łukasz Chrzanowski*

Poznań, 20.08.2020

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr Anny Dzionek**  
**pt. „Wpływ immobilizacji komórek bakteryjnych na biotransformację naproksenu”**

Oceniana praca doktorska została wykonana w Katedrze Biochemii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach pod kierunkiem promotora - dr hab. Urszuli Guzik, prof. UŚ.

**Podstawa wykonania recenzji**

Recenzję wykonałem w oparciu o uchwałę Rady Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z dnia 18 czerwca 2020 roku, a także pisma Pana prof. dr hab. Piotra Świątka, Prodziekana Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, z dnia 22 czerwca 2020 roku oraz dostarczonego egzemplarza pracy doktorskiej.

**Charakterystyka tematyki pracy doktorskiej**

Jednym z kluczowych zadań, przed którym staną przyszłe pokolenia, jest zapewnienie dostępu do czystej wody nadającej się do celów spożywczych. Jeszcze pół wieku temu takie zagadnienie było znane bardzo wąskiej grupie specjalistów, natomiast większość społeczeństwa żyła w błogiej nieświadomości, masowo konsumując nowości cywilizacyjne w postaci niezliczonych artykułów elektronicznych oraz elektrotechnicznych, zjadając się nowymi produktami spożywczymi, ubierając się w zdobycze przemysłu polimerowego czy beztrudnie stosując wszelkiego rodzaju środki farmaceutyczne. Wydawało się, że tak będzie zawsze, a każdy nowy dzień przyniesie tylko dalszy rozwój i kolejne udoskonalenia i wynalazki. Nagle uświadomiliśmy sobie, że postęp związany jest z degradacją środowiska. Najpierw było to zanieczyszczenie o charakterze lokalnym, ograniczonym do stosunkowo małego obszaru. Wraz z globalizacją okazało się, że zanieczyszczenia nie znają pojęcia granic i przemieszczają się po całym świecie. Przykładowo herbicydy niezbędne do masowej produkcji żywności przemieszczają się błyskawicznie i są obecne nie tylko w produktach spożywczych, ale nawet w wodzie dostarczanej do indywidualnych odbiorców. Środki uniepalniające (ang. fire retardants) i plastyfikatory z polimerów są z biegiem czasu wypłukiwane i również przedostają się do wód powierzchniowych. Do pewnego czasu ciekawostką była również obecność środków farmaceutycznych w wodzie pitnej. Wkrótce udowodniono, że wykorzystywane systemy oczyszczania ścieków, a także uzdatniania wody przesyłanej następnie do wodociągów miejskich nie są wystarczająco efektywne aby w 100% usunąć farmaceutyki z wody. Nie są także w stanie usunąć innych związków jak wspomniane powyżej plastyfikatory, uniepalniacze oraz szereg innego rodzaju ksenobiotyków. Świat naukowców zwrócił więc szczególną uwagę na zagadnienie chronicznego skażenia środowiska mikrozanieczyszczeniami. Wprowadzono nowe wytyczne środowiskowe, nowe normy oraz podjęto próby modyfikacji technik oczyszczania. Wśród szeregu zagadnień związanych z zapewnieniem dostępu do czystej wody wymienić należy analizę i kontrolę wybranych farmaceutyków, a zwłaszcza takich, które są masowo wykorzystywane przez ogromną rzeszę ludzi, a metabolity trafiają do oczyszczalni ścieków. Doskonałym przykładem są niesteroidowe leki przeciwzapalne, które są nadużywane przez każdą grupę wiekową. Ich łatwa dostępność, szybkie działanie i niska cena powodują, że prawie każdy z nas ma pod ręką jakiś środek

przeciwbólowy. Po zażyciu leku, jego metabolity trafiają systemem kanalizacyjnym do oczyszczalni ścieków, która powinna być w stanie usunąć ilościowo tego rodzaju związki i ich metabolity. Okazało się, że klasyczny osad czynny nie potrafi sprostać temu zadaniu, a wspomaganie jego funkcjonowania stało się tematem badawczym międzynarodowych ośrodków naukowych.

Badania podjęte przez Panią mgr Annę Dzionek dotyczą zwiększenia biodegradacji naproksenu, klasycznego niesteroidowego leku przeciwzapalnego, przez specjalnie wyselekcjonowane szczepy bakteryjne. Ten farmaceutyk został wprowadzony na rynek w połowie lat 70-tych XX wieku. Jest tani, powszechnie dostępny, a jego obecność jest obserwowana w ściekach oraz wodach powierzchniowych. Co więcej, dotychczas jego całkowitą biodegradację opisano tylko dla kilku szczepów bakteryjnych. Dlatego też zaproponowane w niniejszej pracy doktorskiej badania posiadają wiele elementów nowości naukowej i w doskonały sposób współtworzą główny nurt badawczy realizowany przez współczesne środowisko naukowe.

### Formalna ocena pracy doktorskiej

Praca doktorska Pani mgr Anny Dzionek została zrealizowana i przedstawiona jako cykl trzech spójnych tematycznie prac doświadczalnych oraz jednej pracy przeglądowej, opublikowanych na łamach następujących czasopism z listy filadelfijskiej:

- Dzionek A., Wojcieszynska D., Guzik U., (2016), *Natural carriers in bioremediation: A review*, **Electronic Journal of Biotechnology**, 23, 28-36, *IF=1,914*
- Dzionek A., Dzik J., Wojcieszynska D., Guzik U., (2018), *Fluorescein Diacetate Hydrolysis Using the Whole Biofilm as a Sensitive Tool to Evaluate the Physiological State of Immobilized Bacterial Cells*, **Catalysts**, 8, 434, *IF=3,444*
- Dzionek A., Wojcieszynska D., Hupert-Kocurek K., Adamczyk-Habrajska M., Guzik U., (2018), *Immobilization of Planococcus sp. S5 Strain on the Loofah Sponge and Its Application in Naproxen Removal*, **Catalysts**, 8, 176, *IF=3,444*
- Dzionek A., Wojcieszynska D., Adamczyk-Habrajska M., Guzik U., (2020), *Enhanced Degradation of Naproxen by Immobilization of Bacillus thuringiensis B1(2015b) on Loofah Sponge*, **Molecules**, 25, 872, *IF=3,267*

Wszystkie wymienione powyżej czasopisma są bardzo dobrze rozpoznawalne w środowisku mikrobiologów/biotechnologów zajmujących się zagadnieniami środowiskowymi i cieszą się dobrą opinią. Ponadto należy zwrócić uwagę na fakt, że we wszystkich pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, a to zwyczajowo odpowiada roli osoby wykonującej większość badań laboratoryjnych. Znajduje to pełne potwierdzenie w oświadczeniach współautorów (przedstawionych na stronach 99-104), zgodnie z którymi udział mgr Anny Dzionek zawiera się w zakresie 70-85%.

Ponieważ we współczesnym świecie realizacja zaawansowanych badań możliwa jest wyłącznie pod warunkiem posiadania odpowiednich środków finansowych, należy podkreślić rolę dwóch projektów Narodowego Centrum Nauki, które umożliwiły prowadzenie prac badawczych:

- Guma ksantanowa jako materiał do pułapkowania szczepów zdolnych do biotransformacji naproksenu, **Preludium**, 2017/25/N/NZ9/00422, kierownik - **Anna Dzionek**
- Wpływ immobilizacji na aktywność metaboliczną oraz wrażliwość na niesteroidowe leki przeciwzapalne wybranych szczepów bakterii zdolnych do ich rozkładu, **Opus**, 2018/29/B/NZ9/00424, kierownik - **Urszula Guzik**

Warto zwrócić uwagę, że pod względem formalnym niniejszy doktorat oparto na bardzo czytelnym zestawie czterech opublikowanych artykułów, co w jednoznaczny sposób umożliwia ocenę zakresu wykonanych przez Doktorantkę prac badawczych. Równocześnie cztery opublikowane artykuły to wynik bardzo dobry, odpowiadający specyfice prowadzonych badań oraz czasowi ich realizacji. Ponadto liczba artykułów również odpowiada średniej liczbie prac włączanych do analogicznych rozpraw doktorskich w międzynarodowym środowisku naukowym. W sposób szczególny należy wyróżnić kierowanie przez Doktorantkę projektem Preludium finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki.

Praca doktorska liczy 104 strony. Na stronie tytułowej zawarto informacje o źródłach finansowania badań, choć w bardzo skrótovej formie. Następnie umieszczono stronę z podziękowaniami, a na kolejnej stronie prosty i czytelny spis treści. Cel pracy sformułowano poprawnie, wskazując na potrzebę intensyfikacji procesów biodegradacyjnych poprzez zastosowanie komórek immobilizowanych. Wyodrębniono również cele poboczne takie jak:

- charakterystyka metaboliczna biofilmu,
- optymalizacja warunków immobilizacji,
- charakterystyka nośnika oraz unieruchomionych mikroorganizmów,
- opracowanie modelu rozkładu naproksenu przez immobilizowane szczepy bakteryjne oraz określenie wpływu immobilizacji na ten proces,
- określenie wpływu wprowadzenia immobilizowanych mikroorganizmów do złoża biologicznego na rozkład naproksenu.

Następnie Doktorantka przedstawiła zwarty, jednak nadal bardzo czytelny, czterostronicowy opis materiałów i metod wykorzystanych w badaniach. Na kolejnych siedmiu stronach umieszczono syntetyczne omówienie wyników badań przedstawionych w opublikowanych artykułach naukowych wraz ze spisem wykorzystanej literatury (dodatkowe pięć stron).

W dalszej części pracy zamieszczono pełne wersje czterech opublikowanych artykułów naukowych wraz z dodatkowymi danymi (**Supplementary Information**). Na stronie 92 znajduje się podsumowanie w formie wniosków.

W pracy umieszczono, zgodnie z wymogami, trzystronicowe streszczenie w języku polskim i jego odpowiednik w języku angielskim. Całość pracy zamyka sześć stron oświadczeń dotyczących udziału współautorów w artykułach naukowych stanowiących podstawę postępowania o nadanie stopnia doktora.

Doktorantka posługuje się poprawnym stylistycznie językiem, a podczas lektury pracy nie dostrzegłem literówek oraz innych uchybień stylistycznych poza jednym:

Str. 93 „... szczepy bakteryjne charakteryzujące się zwiększonymi możliwościami degradacyjnymi naproksenu. Celem pracy doktorskiej była immobilizacja szczepów bakteryjnych zdolnych do degradacji naproksenu.” – za dużo powtórzeń w sąsiadujących zdaniach.

### Ocena merytoryczna pracy doktorskiej

Rozpoczynając ocenę merytoryczną niniejszej pracy doktorskiej należy zwrócić uwagę na bardzo dobre przygotowanie teoretyczne Doktorantki do realizacji prac badawczych. Wśród cytowanych prac znajdują się pozycje podstawowe, a zdecydowaną większość stanowią prace nowe, z ostatnich lat. Warto również podkreślić umiejętną selekcję, dzięki której Doktorantka wyeliminowała prace o nikomej wartości naukowej. Niestety takich prac nie brakuje w bazach naukowych, a ich jedynym pseudo-osiągnięciem jest szerzenie wątpliwości. Biorąc pod uwagę wnikliwe studia literaturowe, nie jest niczym niezwykłym fakt, że Doktorantka potrafiła bardzo trafnie zorientować się w obecnym stanie wiedzy, co w konsekwencji doprowadziło do realizacji ciekawych badań. Warto podkreślić, że cztery przedstawione w doktoracie prace są komplementarne.

Studia literaturowe wraz z selekcją prac wartościowych pozwoliły na opublikowanie pierwszej pracy o charakterze przeglądowym:

- Dzionek A., Wojcieszńska D., Guzik U., (2016), *Natural carriers in bioremediation: A review*, **Electronic Journal of Biotechnology**, 23, 28-36, *IF=1,914*

W powyższej pracy Doktorantka dokonała zgrabnego przedstawienia dostępnych nośników wykorzystywanych do immobilizacji mikroorganizmów wraz z opisem podstaw samej immobilizacji. Wydaje się, że taki sposób realizacji doktoratu, w którym poszukiwania i ewaluacja dostępnej literatury prowadzą do powstania pracy przeglądowej jest bardzo trafny i w naturalny sposób przygotowuje doktoranta do dalszych etapów pracy laboratoryjnej. W kolejnej pracy:

- Dzionek A., Dzik J., Wojcieszńska D., Guzik U., (2018), *Fluorescein Diacetate Hydrolysis Using the Whole Biofilm as a Sensitive Tool to Evaluate the Physiological State of Immobilized Bacterial Cells*, **Catalysts**, 8, 434, IF=3,444

Doktorantka dokonała modyfikacji testu pozwalającego na ocenę stanu fizjologicznego immobilizowanych komórek wraz z jego praktyczną weryfikacją. Dopiero w następnym etapie w pełni charakteryzuje degradację naproksenu przez immobilizowane komórki *Planococcus* sp. S5 w pracy:

- Dzionek A., Wojcieszńska D., Hupert-Kocurek K., Adamczyk-Habrajska M., Guzik U., (2018), *Immobilization of Planococcus sp. S5 Strain on the Loofah Sponge and Its Application in Naproxen Removal*, **Catalysts**, 8, 176, IF=3,444

Ostatnim, najbardziej zaawansowanym etapem badań była bioaugmentacja złoża biologicznego immobilizowanymi komórkami *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) opisana w pracy:

- Dzionek A., Wojcieszńska D., Adamczyk-Habrajska M., Guzik U., (2020), *Enhanced Degradation of Naproxen by Immobilization of Bacillus thuringiensis B1(2015b) on Loofah Sponge*, **Molecules**, 25, 872, IF=3,267

Jak widać, każda kolejna praca stanowi duży naukowy krok do przodu, a jej powstanie uwarunkowane było wynikami i doświadczeniami zdobytymi w poprzedniej pracy. Dlatego też wszystkie cztery prace składają się w komplementarną całość. Jest to wręcz modelowy przykład zestawu publikacji składających się na doktorat. Całościowo badania charakteryzują się wieloma elementami nowości naukowej, co zdaniem Recenzenta zadecydowało o przyznaniu środków finansowych w ramach projektu Preludium. Równocześnie badania spełniają w 100% kryterium badań podstawowych, a jedynym ich celem jest zdobycie nowej wiedzy. Elementy praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników mają więc znaczenie drugorzędne, choć mam nadzieję, że zarówno Doktorantka jak i Promotor odpowiednio zadbali o ochronę patentową swoich prac.

Szczegółowa analiza załączonych prac badawczych nasunęła Recenzentowi pewne komentarze, sugestie i pytania:

- Praca 1; Wydaje się, że Tabela 1 mogłaby być skonstruowana w inny sposób. Metale nie podlegają procesom biodegradacji, a ich bioremediacja opiera się na innych założeniach i związana jest albo z przeprowadzeniem w formę nierozpuszczalną lub ekstrakcję ze skażonego środowiska. Stąd też włączenie metali do dużej grupy związków organicznych wydaje się nie najlepszym rozwiązaniem. Warto również nie stosować procentowego podawania danych, gdyż różne są wyjściowe stężenia badanych związków. W konsekwencji jeden autor mógł operować dziesiątkami gramów danej substancji a drugi miligramami, co uniemożliwia porównanie efektywności procesów. Dużym ułatwieniem dla czytelników byłoby podanie warunków prowadzenia eksperymentów w skrótovej formie bezpośrednio w tabeli wraz z podaniem najważniejszych wniosków płynących z danego raportu. Jest to bardzo istotne dla czytelników i przekłada się na liczbę przyszłych cytowań pracy przeglądowej.
- Praca 2; Zastosowanie pianki poliuretanowej jest oczywiście pewnego rodzaju standardem i jak słusznie podaje Doktorantka jest preferowane w przypadku substancji o charakterze hydrofobowym. Czy jednak poliuretan jest optymalnym materiałem w odniesieniu do zastosowań środowiskowych? Jak wygląda kwestia potencjalnej biodegradacji poliuretanów? Czy podlegają biodegradacji i jakich metabolitów należy się spodziewać? Jakie jest działanie takich metabolitów w odniesieniu do mikroflory potencjalnie kolonizującej powierzchnię takich nośników.
- Praca 2; Bardzo pozytywnie oceniam dokonaną modyfikację testu opisującego stan fizjologiczny immobilizowanych komórek wykorzystującego hydrolizę diocetanu fluoresceiny. Pominięcie etapu odrywania biofilmu od nośnika wraz z analizą nienaruszonego biofilmu jest bardzo dobrym i oszczędzającym czas rozwiązaniem. Wydaje się, że Doktorantka maksymalnie wykorzystała dostępny warsztat metodyczno-aparaturowy aby przetestować wiarygodność stosowanej metody badawczej. Nasuwa się pytanie: jakimi błędami obarczone jest szacowanie przyrostu biomasy w biofilmie za pomocą pomiaru grawimetrycznego? Jakie inne metody można by zastosować? W tym miejscu proszę o uzasadnienie dlaczego tak prosta metoda okazała się być najbardziej optymalną.

- Praca 2; Czy Doktorantka oszacowała czas jaki jest potrzebny aby biofilm porastający nośnik osiągnął dojrzałą postać, w której pojawiają się komórki w formie planktonowej ?
- Praca 2; Doktorantka stwierdziła: „Badania nad wpływem immobilizacji szczepu *Planococcus* sp. S5 na aktywność enzymów zaangażowanych w rozkład naproksenu wykazały, że immobilizacja nie spowodowała zmiany szlaku jego degradacji.” Czy mógłbym prosić o rozwinięcie antytezy zakładającej, że immobilizacja szczepu wpływa na zmianę szlaku degradacyjnego ? Hipotetycznie - jakie zmiany wchodziłyby w rachubę i na co należałoby zwrócić uwagę ?
- Praca 2; Która z metod, zdaniem Doktorantki, jest bardziej efektywna podczas indukowania biofilmu na nośniku ? Stosowanie niewielkiej liczby komórek wraz z wykorzystaniem układu przepływowego lub bioreaktora czy może zastosowanie dużej liczby komórek w układzie stacjonarnym ? Czy teraz z perspektywy czasu Doktorantka prowadziła hodowle w sposób opisany w metodyce prac, czy może wykorzystywałaby bioreaktor czy układ przepływowy ?
- Praca 3; Warto by pokusić się o wykorzystanie opisu matematycznego obserwowanych procesów biodegradacyjnych. Prosty model byłby w stanie zredukować opis do najważniejszych różnic przez co można by bardziej je wyeksponować.
- Praca 3; Jak słusznie podaje Doktorantka: „The significant increase in the efficiency of the naproxen biodegradation by immobilized S5 cells was most probably caused by the synthesis of large amounts of EPS, which by sorption and limitation of the substrates diffusion increased the tolerance of the strain to the drug.” Wydaje się celowym przeanalizowanie ilości wytwarzanych EPS w czasie tworzenia biofilmu i skorelowanie tego parametru z ilością biomasy i biodegradacją naproksenu. Kwestia sorpcji ksenobiotyków na EPS jest zdecydowanie tematem na odrębne badania podstawowe.
- Praca 4; Czy zmiana bioróżnorodności nie wynika w dużym stopniu z powodu samoistnego przystosowywania się mikroflory do specyfiki tego konkretnego złoża i warunków ? Może celowym byłoby przedłużenie początkowej fazy adaptacyjnej a dopiero w późniejszym etapie bioaugmentacja wyselekcjonowanym szczepem ? Prosiłbym Doktorantkę o rozwinięcie tego zagadnienia.
- Praca 4; W przypadku bioaugmentacji bardzo często obserwuje się początkową kolonizację danej niszy wraz z intensyfikacją procesów biodegradacyjnych, jednak w następnym etapie występuje spadek czy nawet zanik ekspresji pożądanego genów. Często procesowi towarzyszy eliminacja wprowadzonej bakterii przez mikroflorę autochtoniczną. W przypadku środowiska glebowego okres samoistnego zaniku aktywności wprowadzonych szczepów wynosi w wielu przypadkach około 30 dni. Czy w środowisku wodnym okres 15 dni jest wystarczający aby nastąpiła potencjalna eliminacja wprowadzonego szczepu czy może należało przedłużyć eksperyment ?
- Prace 2, 3 i 4; Warto podkreślić, że Doktorantka prowadzi dojrzałą dyskusję naukową opierając się wyłącznie na faktach. W żadnym momencie nie spekuluje i nie wykazuje tendencji do nadinterpretowania uzyskanych danych. Liczą się tylko fakty potwierdzone naukowo. Chciałbym w szczególny sposób zasygnalizować ten fakt, gdyż zasługuje on na wyróżnienie.

Analizując całościowo zaprezentowany cykl publikacji należy podkreślić bardzo dobrą charakterystykę aktywności metabolicznej immobilizowanych szczepów. Zdecydowanie jest to element o dużym znaczeniu dla środowiska naukowego. Kolejnym atutem jest fakt, że Doktorantka przeprowadziła wszystkie niezbędne badania potrzebne do rozpoczęcia prób w skali półtechnicznej. Realizując badania podstawowe wykazała, że szczep *Bacillus thuringiensis B1(2015b)* może mieć znaczenie praktyczne. Po lekturze całości nasuwa się pytanie czy stosowne patenty zostały zgłoszone przed upublicznieniem wyników prac ?

Jako najważniejsze osiągnięcia niniejszego doktoratu należy uznać:

- opublikowanie pracy przeglądowej, która stanowić będzie łatwe i dostępne źródło podstawowych informacji w zakresie nośników wykorzystywanych w bioremediacji,
- uproszczenie wraz z weryfikacją procedury oceny stanu fizjologicznego immobilizowanych bakterii,
- opis degradacji naproksenu przez immobilizowane komórki *Planococcus* sp. S5 oraz *Bacillus thuringiensis B1(2015b)* wraz ze szczegółową analizą ich metabolizmu,
- analiza bioróżnorodności złoża pod kątem przeżywalności bakterii *Bacillus thuringiensis B1(2015b)*
- równoczesna analiza zmian populacji bakteryjnych i grzybowych.

Po wnikliwym zapoznaniu się z pracą doktorską należy wyróżnić bardzo duży wkład własnej pracy Doktorantki. Należy podkreślić, że jest to praca przemyślana, wymagająca umiejętności praktycznych, oraz

doskonale zinterpretowana. Jest to również wzorcowa praca doktorska zrealizowana w formie zbioru publikacji opatrzonej komentarzem autorskim. Wszelkie uwagi i sugestie jakie nasunęły się Recenzentowi mają charakter wzbogacający pewne fragmenty dyskusji. Bardzo wysoko oceniam ją pod względem merytorycznym i wnoszę do Rady Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o jej wyróżnienie.

### Uzasadnienie wyróżnienia

W niniejszej pracy doktorskiej należy w sposób szczególny zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- doskonale przygotowanie merytoryczne Doktorantki w obrębie tematyki badawczej;
- celny wybór celu pracy wraz z późniejszym wykorzystaniem wiarygodnych i zweryfikowanych technik badawczych, co przekłada się na wiele elementów nowości naukowej oraz w pewnym zakresie również nowatorstwa;
- pozyskanie i kierowanie przez Doktorantkę własnym projektem badawczym – Preludium, NCN;
- merytoryczna i dojrzała dyskusja naukowa poparta we wzorowy sposób własnymi wynikami badań;
- komplementarność wszystkich prac wchodzących w zakres doktoratu.

Wszystkie powyższe elementy składają się na bardzo dobrą, nowoczesną pracę doktorską, która nie jest odtwórcza, ale wnosi dużo elementów nowości naukowej do nauk biologicznych. Ponadto, biorąc pod uwagę bardzo duże zaangażowanie Doktorantki w realizację swoich badań wnoszę o wyróżnienie recenzowanej pracy.

### Wniosek końcowy

Analizując niniejszą pracę doktorską pod kątem aktualności i oryginalności podjętych badań można z całą pewnością stwierdzić, że Autorka z sukcesem odnalazła swoją niszę badawczą, a zrealizowane przez nią badania będą interesujące dla szeregu naukowców zainteresowanych biodegradacją naproksenu, a przede wszystkim analizą efektywności immobilizacji wykorzystywanej do prowadzenia procesów bioaugmentacji oraz bioremediacji.

Reasumując, przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską mgr Anny Dzionek pt. „**Wpływ immobilizacji komórek bakteryjnych na biotransformację naproksenu**” oceniam bardzo pozytywnie oraz stwierdzam, że spełnia ona wszelkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim {określone w art. 31 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity Dz. U z 2017 r., poz. 1789) także w art. 179 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę, które stanowią, że przewody doktorskie, (...), wszczęte i niezakończone przed dniem wejścia w życie ustawy, o której mowa w art. 1, są przeprowadzane na zasadach dotychczasowych, z tym że jeżeli nadanie stopnia doktora, (...), następuje po dniu 30 kwietnia 2019 r. stopień (...) nadaje się w dziedzinach i dyscyplinach określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 5 ust. 3 tej ustawy} i wnoszę o dopuszczenie mgr Anny Dzionek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem,



dr hab. inż. Łukasz Chrzanowski