

Gdańsk, 10 lutego 2024 r.

Opinia

w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych
w dyscyplinie nauki chemiczne

Habilitantka: dr Mariola Brycht, Wydział Chemii Uniwersytetu Łódzkiego

Tytuł osiągnięcia naukowego: „Materiały elektrodowe na bazie wybranych odmian alotropowych węgla do zastosowań w elektroanalizie”

1. Podstawa prawna przeprowadzonej oceny

Podstawę prawną wykonanej oceny stanowi wniosek Pani dr Barbary Brycht z dnia 05.07.2023 r. w sprawie wszczęcia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Ocena została wykonana na zlecenie Komisji Habilitacyjnej Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego.

2. Przebieg pracy zawodowej Habilitantki

Tytuł zawodowy magistra chemii Pani Mariola Brycht uzyskała w dniu 16.06.2011 na Wydziale Chemii Uniwersytetu Łódzkiego na podstawie złożonej i obronionej pracy zatytułowanej: „Woltamperometryczne badania acibenzolar-S-methylu z użyciem elektrody rteciovej HMDE i elektrody srebrnej z odnawialnym filmem amalgamatu srebra Hg(Ag)FE”. Promotorem pracy magisterskiej był prof. dr hab. Witold Ciesielski z Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego. Pierwszy stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie chemii Pani mgr Mariola Brycht uzyskała w dniu 16.09.2015 z wyróżnieniem na Wydziale Chemii Uniwersytetu Łódzkiego. Postawą uzyskania stopnia naukowego doktora była praca zatytułowana: „Elektrody nowej generacji jako narzędzie do woltamperometrycznego oznaczania wybranych związków biologicznie czynnych”. Promotorem tej pracy była Pani prof. dr hab. Sławomira Skrzypek z Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego natomiast kopromotorem była Pani prof. Valéria Guzsvány z Serbskiego Uniwersytetu w Nowym Sadzie.

Po uzyskaniu stopnia zawodowego magistra chemii w dniu 01.11.2015 Pani Mariola Brycht została zatrudniona na etacie asystenta w Zakładzie Elektroanalizy i Elektrochemii (Katedra Chemii

Nieorganicznej i Analitycznej) Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego. Zatrudnienie na tym etacie trwało do dnia 01.02.2018 roku. W tymże dniu, już jako doktor nauk chemicznych Pani Mariola Brycht została zatrudniona na etacie adiunkta. Miejscem zatrudnienia jest niezmiennie Zakład Elektroanalizy i Elektrochemii Katedry Chemii Nieorganicznej i Analitycznej UŁ. Na stanowisku adiunkta Pani dr Barbara Brycht jest zatrudniona dotychczas. W międzyczasie Pani doktor w okresie od 01.09.2018 do 31.08.2019 roku odbyła staż podoktorski w Katedrze Chemii Analitycznej Uniwersytetu Karola w Pradze.

3. Aktualność problematyki naukowej

Od dawna obserwuje się wykorzystanie sensorów elektrochemicznych do wykrywania różnych biologicznych układów redox. To zainteresowanie wynika z relatywnie niskich kosztów takowych sensorów, prostej metodyki i czułości wykorzystywanych technik elektrochemicznych. W tym obszarze na szczególną uwagę zasługują sensory na bazie węgla ze względu na kinetykę procesu przeniesienia ładunku, stabilność i biokompatybilność. Tradycyjnie materiałem bazowym sensorów węglowych jest węgiel szklisty, włókna węglowe i grafit pirolityczny. Ostatnio obserwowany jest gwałtowny wzrost zainteresowania nanomateriałami węglowymi takimi jak: arkusze grafenowe, nanorurki węglowe, materiały węglowe o wysokiej zawartości węgla sp^3 niemodyfikowane i modyfikowane. Materiały te charakteryzują się dużą powierzchnią właściwą, wykazują interesujące zdolności adsorpcyjne, wysoką aktywność elektrokatalityczną, wysoką biokompatybilność i relatywnie dużą szybkość procesu przenoszenia elektronów w porównaniu do wielu tradycyjnych materiałów węglowych.

Do grupy najbardziej atrakcyjnych nanomateriałów węglowych należy grafen, który jest uważany za podstawowy element budulcowy materiałów grafitowych. Habilitantka opisuje podstawowe metody obróbki, ze szczególnym uwzględnieniem zredukowanego tlenek grafenu, który jest dostępnym, wyjściowym i niedrogim materiałem zasadniczym. Habilitantka zwraca uwagę na wykorzystanie grafenu do konstrukcji sensorów bio-elektrochemicznych. Ten kierunek jest niezmiernie aktualny i podlega gwałtownemu rozwojowi. W ostatnim czasie ukazało się szereg fundamentalnych prac przeglądowych. Gan i Hu oraz Chen i Chatterjee zaprezentowali szeroką gamę analiz bio-elektrochemicznych w oparciu o sensory na bazie grafenu. Liu i współpracownicy dokonali przeglądu modyfikacji powierzchni grafenu i porównali grafen z innymi materiałami, w tym z nanorurkami. Należy zauważyć, że nanorurki węglowe to zwinięte arkusze grafenu. Nanorurki przybierają różne formy. Występują w postaci pustych rurek jednościennej, przez dwuścienne, aż po wielościenne, które mają różną grubość i różne przewodnictwo elektronowe. Dlatego zachowanie fizykochemiczne grafenu powinno się rozważać w odniesieniu do struktury przestrzennej.

Jednym z głównych kierunków badań i rozwoju są przewodzące elektrody diamentowe do zastosowań elektrochemicznych. Impuls do takich przedsięwzięć dały specyficzne cechy materiałów nowej generacji. Tymi cechami są: szerokie okno potencjałowe, niskie prądy tła, inercja chemiczna i trwałość mechaniczna. Przewodzące elektrody diamentowe wnoszą detekcję elektrochemiczną w nowe obszary i rozszerzają ich użyteczność na anality, których oznaczenie nie było możliwe przy zastosowaniu konwencjonalnych materiałów elektrodowych. Zsyntetyzowano i scharakteryzowano różne typy elektrod diamentowych, polikrystaliczne, mikrokystaliczne, nanokrystaliczne i ultrananokrystaliczne. Szczególnie interesująca jest synteza warstw diamentu domieszkowanego borem (BDD) poprzez chemiczne osadzanie z fazy gazowej na różnych podłożach. W czworościennej sieci diamentu każdy atom węgla jest kowalencyjnie związany ze swoimi sąsiadami, tworząc niezwykle wytrzymałą strukturę krystaliczną. Niektóre atomy węgla w siatce są podstawione borem, aby zapewnić przewodność elektryczną. Strategie modyfikacji elektrod diamentowych za pomocą domieszek są ważne w celu nadania nowych właściwości lub poprawy wydajności elektrod diamentowych. Możliwa jest także biofunkcjonalizacja warstw diamentowych. To umożliwia aplikacje elektrod diamentowych domieszkowanych borem w zastosowaniach bioanalitycznych.

W literaturze wyróżnia się dwa główne nurty badań elektrod na bazie węgla sp^3 . Jeden nurt to wytwarzanie elektrod ich domieszkowanie oraz ich charakterystyka fizykochemiczna. Drugi nurt to aplikacja elektrod węglowych sp^3 do zastosowań analitycznych złożonych, specyficznych często

aktywnych biochemicznie związków. Zwykle tym działaniom prześwieca dążenie do stworzenia dedykowanych, czułych sensorów analitycznych.

Wiedza na temat elektrod na bazie węgla sp³ jest już bardzo dobrze rozwinięta i ugruntowana. Przykładem jest praca przeglądowa McCreery'ego: Richard L. McCreery, Advanced carbon electrode materials for molecular electrochemistry, Chemical Reviews, 108(2008) 2646 – 2687, 2250 cytowań

Przedstawione przeze mnie w formie skrótowej kwestie przejawiają się dobitnie w pracy Habilitantki. W świetle przedstawionego wprowadzenia, osiągnięcie dr Marioli Brycht wpisuje się w aktualny i szybko rozwijający się nurt badań analitycznych wykorzystujących różne nanomateriały węglowe.

4. Ocena bibliometryczna

Jakkolwiek osiągnięć naukowych nie można skwantyfikować, tym bardziej trudno porównywać parametry bibliometryczne w różnych dyscyplinach. Stanowią one jednak miarę odbioru prac w określonym środowisku. I tak, dorobek naukowy Pani dr Marioli Brycht zestawiony w bazie naukowej SCOPUS ELSEVIER obejmuje 44 pozycje, z których 41 to prace oryginalne, 2 prace przeglądowe i jedna pozycja książkowa. Prace te były cytowane 783 (bez autocytowań współautorów) do 574 odwołania naukowe). Osiągnięty indeks Hirscha to 18/14.

Dane te wskazują na dużą aktywność i pozytywny odbiór prac naukowych w środowisku analitycznym. Nie wnikając w wartość merytoryczną prac, osiągnięte wskaźniki potwierdzają i dokumentują aspiracje Pani dr Marioli Brycht do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego

Do zaopiniowania Habilitantka przedstawiła 11 prac, z czego 9 to publikacje w uznanych czasopismach naukowych wydawnictwa Elsevier, jedna publikacja została wydana przez oficynę Wiley, ostatnia pozycja to opracowanie monograficzne. Oceniany pakiet publikacji jest spójny tematycznie.

Wszystkie prace są wieloautorskie. Pani dr Mariola Brycht przedstawiła w ramach materiałów habilitacyjnych stosowne oświadczenia współautorów. Oświadczenia te dokumentują znaczący, a często sprawczy udział w badaniach Habilitantki.

5. Ocena merytoryczna

Przedstawione do oceny materiały rozpoczyna publikacja H1 poświęcona badaniom pestycydu metabromuronu na modyfikowanych elektrodach węglowych sp². Jest to związek należący do grupy fenylomoczników. **Metabromuron** jest związkiem aktywnym herbicydów o nazwach handlowych takich jak: PROMAN 500SC, Metobrom 500SC, MANDRYL 500SC. Preparaty te posiadają własności chwastobójcze. Zatem opracowanie metody analitycznej jest istotne z punktu widzenia gospodarki rolnej. Metabromuron po raz pierwszy został zanalizowany ilościowo, elektrochemicznie przez Habilitantkę. W tym celu stosowane były ultraśladowe elektrody grafitowe oraz ich wersje modyfikowane grafenem. Jednocześnie poza cyklicznymi pomiarami chronowoltamperometrycznymi została dokonana analiza nanoskopowa i impedancyjna. W tej publikacji nacisk położono na prace preparatywne elektrod, które w następnie były wykorzystane do analizy ilościowej Metabromuronu.

Następna praca z cyklu elektrod grafitowych H2 poświęcona jest wykorzystaniu grafitu pirolitycznego modyfikowanego płatkami grafenu. Na tej elektrodzie badano **kwasi oksolinowy**, który należy do grupy (chinolonów) chemoterapeutyków bakteriobójczych. Badania przeprowadzono metodą chronowoltamperometrii cyklicznej wraz z oceną nanoskopową i impedancyjną. Kwasi oksolinowy wydany jest z ludzkiego organizmu w moczu. Wzbogacone próbki moczu badano według opracowanej autorskiej procedury.

Monografia zatytułowana „Elektrody pastowe na bazie zredukowanego tlenku grafenu w analizie voltamperometrycznej wybranych pestycydów” H3, stanowi swoiste podsumowanie wykorzystania elektrod węglowych sp^2 w praktyce analitycznej. W mojej ocenie wartościowa jest zaprezentowana preparatyka elektrod węglowych.

Elektrody pastowe na bazie zredukowanego tlenku grafenu są obiektem badań zaprezentowanych w czwartej publikacji habilitacyjnej H4. W badaniach fizykochemicznych wykorzystano całą paletę technik, takich jak FTIR, TEM, XRD, SEAD, AFM oraz CV i EIS. Nie wszystkie metody zapewniły pozyskanie ważnych informacji. Użyteczność elektrochemiczna wytworzonych elektrod, testowana była poprzez przeprowadzenie modelowej reakcji $[Fe(CN)_6]^{-4}/[Fe(CN)_6]^{-3}$. Po zoptymalizowaniu, opracowane elektrody z powodzeniem zostały zastosowane do oznaczania środka antyseptycznego i dezynfekującego, **4echloroe3,5edimetylofenolu**

Piąta publikacja H5 wpisuje się w nurt prac przedstawionych wcześniej. W tym przypadku elektrody pastowe na bazie zredukowanego tlenku grafenu dedykowane były oznaczeniu **naptalamu**, który jest herbicydem o szerokim spektrum działania. Zwykle stosuje się go w postaci soli sodowej, ponieważ jest ona bardziej rozpuszczalna. Naptalam nie jest szczególnie toksyczny ale może stanowić zagrożenie dla wód gruntowych. Stąd idea opracowania sensora elektrochemicznego do jego szybkiego oznaczenia i/lub monitorowania. Podobnie jak w poprzednich opracowaniach wykorzystano elektrody pastowe na bazie zredukowanego tlenku grafenu oraz całą paletę technik pomiarowych takich jak: FTIR, TEM, SAED, AFM, CV i EIS. Ta praca jest bliźniaczo podobna do prac wcześniejszych. Habilitantka przedstawiła zalety elektrod zbudowanych z termicznie zredukowanej pasty z tlenku grafenu, do których należą poziom wykrywalności i czułość. Zwracam uwagę, że oznaczenie przewodności, kinetyki reakcji przeniesienia ładunku, pojemności podwójnej warstwy elektrycznej itp. wymaga znajomości rzeczywistej, elektrochemicznej powierzchni. Powierzchnie szacowane na podstawie prądów testowych reakcji elektrodowych $[Fe(CN)_6]^{-4}/[Fe(CN)_6]^{-3}$ zależą od relacji wielkości geometrycznej reagenta i porowatości elektrody. Powierzchnia widziana przez $[Fe(CN)_6]^{-4}$ i widziana przez naptalam to dwie różne kwestie.

Kolejna publikacja H6 to propozycja Habilitantki wykorzystania elektrod pastowych na bazie zredukowanego termicznie tlenku grafenu do oznaczenia środka grzybobójczego **biksafenu**. Związek ten po raz pierwszy poddano badaniom elektrochemicznym przez Habilitantkę. Zastosowane zostały takie techniki jak: chronowoltamperometria cykliczna i chronowoltamperometria prostokątna. W skutek procedur optymalizacyjnych osiągnięto poziom wykrywalności 30-40 nmoli/litr. Podjęto próby oceny selektywności. Jest to niesłychanie ważny parametr w przypadku analizy złożonych rzeczywistych matryc analitycznych.

W siódmej publikacji H7 Habilitantka odchodzi od elektrod na bazie termicznie zredukowanego tlenku grafenu. Tym razem elektrodą badaną jest elektroda na bazie węgla sp^3 , elektroda diamentowa domieszkowana borem. Elektroda ta została wykorzystana do oznaczenia leku, którego substancją czynną jest **imatynib**, lek przeciwnowotworowy z grupy inhibitorów kinaz białkowych. Kinazy białkowe to enzymy, które fosforylują inne białka w komórce i w ten sposób regulują ich aktywność. W komórkach prawidłowych aktywność kinaz białkowych jest ściśle regulowana, natomiast w komórkach nowotworowych często wymyka się spod kontroli i jest nadmierna. W badaniach elektrochemicznych imatynib wykazuje dobrze wykształcony pik anodowy przy potencjale $E_{Ag/AgCl} \sim 1,0V$. Lek ten wcześniej badany był na wiszącej elektrodzie rtęciowej. Zastąpienie elektrody rtęciowej elektrodą diamentową dało wyniki na tym samym poziomie oznaczalności. Elektroda diamentowa domieszkowana borem jest zatem alternatywą dla elektrody rtęciowej. Habilitantka sugeruje wykorzystanie opracowanej elektrody do badań poza laboratoryjnych jako czułego sensora elektrochemicznego. Jest to z pewnością frapujące, ale wymaga oceny odtwarzalności a przede wszystkim wymaga wyznaczenia współczynników specyficzności w odniesieniu do rzeczywistej matrycy jakim jest ludzki mocz.

Ulepszona procedura woltamperometrycznego wykrywania **fenheksamidu** na elektrodach diamentowych domieszkowanych borem za pomocą fali prostokątnej zaprezentowana jest w ósmej publikacji H8. Wybór analitu jest nieprzypadkowy. Fenheksamid jest fungocydem eliminującym wczesne stadia rozwoju patogenów grzybowych, zanim infekcja rozprzestrzeni się na pozostałą roślinność. Jest to związek powszechnie stosowany do zabezpieczenia warzyw i owoców. Istotne jest zatem monitorowanie tego związku w artykułach spożywczych. Habilitantka do oceny ilościowej tego związku zaproponowała elektrodę diamentową domieszkowaną borem zamiast konwencjonalnych elektrod na bazie grafenu. Charakterystykę elektrochemiczną elektrody uzyskano na drodze pomiarów modelowej reakcji $[Fe(CN)_6]^{-4}/[Fe(CN)_6]^{-3}$. Na podstawie mierzonych prądów tej reakcji szacowano powierzchnię elektrochemiczną. Chronowoltamperometria prostokątna została wykorzystana do oceny pozostałego na skórkach jagody i borówki **fenheksamidu**. Opracowanie metodyki analitycznej mają dodatkowe znaczenie ze względu na unormowania i wymagania prawne Unii Europejskiej.

Anodowo obrabiane elektrody diamentowe domieszkowane borem były wykorzystywane we wcześniejszych pracach Habilitantki. W publikacji H9 ten typ elektrod został wykorzystany do analizy **4-chloro-3-metylofenolu**. Jest to uznany i powszechnie stosowany środek bakteriobójczy i konserwujący. W badaniach chronowoltamperometrycznych daje dobrze wykształcony, powtarzalny pik anodowy przy potencjale $E_{Ag/AgCl}$ od 1,0V do 1,2V. Habilitantka przeprowadzała badania elektrochemiczne tego związku na elektrodzie diamentowej domieszkowanej borem w obecności i nieobecności kationowego środka powierzchniowo czynnego. Elektrody przed oznaczeniami poddane były wstępnej obróbce anodowej. Dodatek bromku cetylotrimetyloamoniowego przy wartościach pH wyższych niż 9,0 ze względu na jego elektrostatyczne oddziaływanie z anionem fenolanowym skutkowało wzrostem piku anodowego. Ten efekt nie jest dla mnie do końca jasny. Zwracam uwagę, że poza prądami faradajowskimi w układach chronowoltamperometrycznych płyną prądy stałe niefaradajowskie $i_{NF} = C \frac{dE}{dt}$ gdzie C jest pojemnością warstwy + pojemność adsorpcyjna. Wielkość tych prądów zależy od szybkości skanowania. W tym przypadku $\frac{dE}{dt} = 0,1V/s$. Zakładając dodatkowo, że $C \sim mF$ to prądy niefaradajowskie mogą mieć istotny wpływ na rejestrowany globalny prąd. Warto odnotować, że adsorbujący się środek powierzchniowo czynny także może dać odpowiedź w postaci piku tensometrycznego.

Publikacja H10 to problematyka w świecie analityków dobrze zakorzeniona. Habilitantka jak wielu innych poprzedników stosujących różne metody analityczne, podejmuje się problemu wykrywania **dopaminy**. Ze względu na biokompatybilność, elektrody diamentowe domieszkowane borem z sukcesem stosowane są do wykrywania substancji neurochemicznych. Naturalnym jest więc założenie, że elektrody na bazie diamentu domieszkowanego borem mogą być skutecznym narzędziem w detekcji dopaminy. Znaczenie tej analizy podkreśla rola dopaminy jaką ona spełnia w organizmie ludzkim. Dopamina jest rodzajem neuroprzekaźnika monoaminowego. Jest wytwarzana w mózgu i działa jako przekaźnik chemiczny, przekazując wiadomości między komórkami nerwowymi w mózgu, mózgiem i resztą ciała. Dopamina działa również jako hormon, który wytwarzany jest przez nadnercza i jest także neurohormonem uwalnianym przez przysadkę mózgową. Rozumiem, że wybór tego analitu nadaje dodatkowego znaczenia pracom analitycznym Habilitantki.

Badanych było przez Habilitantkę szereg elektrod diamentowych domieszkowanych borem. Różniły się one sposobem wytwarzania (różne sposoby osadzania warstwy), stanem powierzchni (różny stopień rozwinięcia powierzchni) oraz obróbką powierzchniową. Najlepsze wyniki w detekcji uzyskano przeprowadzając pomiary elektrochemiczne w buforowanej soli fizjologicznej, stosując odpowiednią obróbkę powierzchniową elektrody diamentowej dotowanej borem. W publikacji H11 Habilitantka przedstawia charakterystykę morfologiczną, widmową i elektrochemiczną trzech porowatych elektrod BDD o różnej grubości określonej przez liczbę osadzonych warstw (2, 3 i 5).

Warstwy osadzano na drodze chemicznej z fazy gazowej wspomaganą plazmą mikrofalową na rusztowaniach opartych na nanowłóknach SiO₂. Pani dr Mariola Brycht udokumentowała wzrost szybkości przeniesienia ładunku wraz ze wzrostem liczby warstw diamentowych. Zwiększenie liczby warstw skutkowało także wzrostem pojemności elektrycznej, ale co najważniejsze zwiększenie liczby warstw zwiększało jakość detekcji dopaminy. Ważnym czynnikiem, jak prawie zawsze w przypadku badania elektrod na bazie węgla sp³ jest obecność węgla sp². Z mojej oceny wynika, że znaczące

ograniczanie zawartości węgla grafenowego sp^2 skutkuje prawie zawsze pogorszeniem cech użytkowych elektrod diamentowych domieszkowanych borem. Z prac przedstawionych do oceny wynika, że Habilitantka podziela mój pogląd.

6. Podsumowanie

Wprowadzenie do praktyki nowej generacji materiałów węglowych o różnej architekturze i różnych charakterystykach fizykochemicznych dało nowy impuls rozwojowy elektroanalizie. Ten nurt rozwija Habilitantka. Wszystkie prace przedstawione do oceny zwierają jeden główny aspekt, wykorzystanie w badaniach analitycznych elektrod węglowych nowej generacji sp^2 lub sp^3 .

Pani doktor wybrała niezwykle istotne, żywotne i nośne społecznie analityki aktywne biochemicznie. W pracach skupiła się na wykazaniu aktywności elektrochemicznej, faradajowskiej tych analitów na specjalnie spreparowanych elektrodach węglowych typu sp^2 i sp^3 . Habilitantka wykazała jednoznacznie, że ma opanowany warsztat badawczy. Zademonstrowała wykorzystanie szeregu różnych technik badawczych oraz umiejętność interpretacji wyników. Z pewnością posiada odpowiednią wiedzę pozwalającą na dyskusję naukową na wysokim poziomie. Przedstawione do oceny publikacje dokumentują już osiągniętą samodzielność naukową.

W pracy Habilitantki zabrakło mi jednak kilku aspektów. Po pierwsze, to porównania wyników uzyskiwanych na drodze elektrochemicznej z wykorzystaniem elektrod węglowych w stosunku do wyników uzyskiwanych innymi metodami analitycznymi. Pogłębiona dyskusja dobrych i słabszych stron zaproponowanych sposobów oznaczeń w stosunku do innych uznanych metod umożliwiłaby ocenę wartości, użyteczności elektrod węglowych w szerszej perspektywie.

W przypadku elektrod węglowych kluczowa jest ich odtwarzalność. Kłopotliwa jest także do uzyskania powtarzalność wyników elektrochemicznych. W tym względzie oczekiwałbym pogłębionych analiz statystycznych. Poziom istotności statystycznej jest jednym z najważniejszych aspektów analizy danych nie tylko w chemii analitycznej.

7. Rekomendacja

Mimo moich uwag, mogę jednoznacznie stwierdzić, że dr Mariola BRYCHT spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, w brzmieniu określonym Ustawą o Stopniach i Tytule Naukowym z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 27 września 2017 r., poz. 1789, tekst jednolity) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku (Dz. U. 2011 Nr 196, poz. 1165). Mogę z całą odpowiedzialnością zarekomendować Komisji nadanie stopnia doktora habilitowanego Pani Marioli BRYCHT w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.