

Gdańsk, 26 stycznia 2018

Prof. dr hab. inż. Adriana Zaleska-Medynska, prof. zw
Katedra Technologii Środowiska
Wydział Chemii
Uniwersytet Gdański
e-mail: adriana.zaleska@ug.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Rokickiej
pt. *Fotokatalizatory TiO₂/C – preparatyka, właściwości i zastosowanie do dezynfekcji wody*
promotor: dr hab. inż. Agata Markowska-Szczupak
promotor pomocniczy: dr inż. Ewelina Kusiak-Nejman

Organizmy patogenne obecne w wodzie pitnej mogą być przyczyną zachorowań lub zgonów. Stąd obserwujemy intensywny rozwój technologii uzdatniania wody a w tym szczególnie metod dezynfekcji. Klasyczne metody dezynfekcji takie jak chlorowanie powodują formowanie ubocznych produktów dezynfekcji a także wpływają niekorzystnie na właściwości organoleptyczne wody przeznaczonej do celów spożywczych. Jedną z dostępnych technologii stosowanych do dezynfekcji wody, w której powstają aktywne formy tlenu, jest fotokataliza heterogeniczna w obecności TiO₂.

Praktycznym aspektem badań prowadzonych przez mgr Paulinę Rokicką było opracowanie metody otrzymywania fotokatalizatorów na bazie TiO₂ modyfikowanych monosacharydami oraz disacharydem, celem otrzymania fotokatalizatorów wykazujących podwyższoną reaktywność w reakcji dezynfekcji pod wpływem promieniowania słonecznego. Praca obejmowała zbadanie wpływu rodzaju sacharydu na właściwości powierzchniowe oraz aktywność fotokatalizatorów typu C-TiO₂. Ponadto badania obejmowały określenie wpływu fotokatalizatorów C-TiO₂ na sprawność enzymów stresu oksydacyjnego wytwarzanych przez *Escherichia coli* i *Staphylococcus epidermidis*. W tym odniesieniu, tematyka dysertacji jest bardzo aktualna i wypełnia zapotrzebowanie na badania w zakresie zastosowania fotokatalizy heterogenicznej do usuwania mikroorganizmów z fazy wodnej.

Dysertacja wykonana na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie liczy 171 stron, 82 rysunki, 27 tabel oraz 320 pozycji literaturowych. Dysertacja ma tradycyjny układ: wprowadzenie, opracowanie literaturowe, cel pracy, część eksperymentalna, wyniki i wnioski, wykaz referencji, a także dorobek naukowy Doktorantki.

Omówienie literatury przedmiotu jest merytorycznie poprawne i uwzględnia zarówno przegląd metod dezynfekcji wody jak również podstawy fotokatalizy heterogenicznej w obecności TiO_2 . Doktorantka omówiła podstawy teoretyczne procesu fotokatalizy, wpływ właściwości fizykochemicznych TiO_2 na jego aktywność, a także wpływ domieszkowania na aktywność fotokatalityczną ditlenku tytanu. Za szczególnie wartościowe uważam ostatnie podrozdziały przeglądu literatury, w których Doktorantka omówiła najważniejsze praktyczne zastosowania produktów na bazie TiO_2 a także przeciwdrobnoustrojowe właściwości TiO_2 . Pewnym mankamentem tej części pracy jest brak podsumowania przeglądu literatury, który wskazywałby nowatorskie podejście w rozwiązywanym problemie naukowym.

Cele szczegółowe pracy obejmowały m.in. badanie mechanizmu inaktywacji bakterii w procesie fotokatalitycznym a także określenie wpływu modyfikacji TiO_2 na jego aktywność przeciwdrobnoustrojową.

Badania objęły:

- Preparatykę fotokatalizatorów modyfikowanych monosacharydami i disacharydem;
- Charakterystykę otrzymanych fotokatalizatorów (m.in. powierzchnia właściwa, morfologia, struktura krystaliczna, zawartość węgla);
- Ocenę aktywności fotokatalitycznej poprzez zbadanie efektywności tworzenia rodników hydroksylowych;
- Badania szybkości inaktywacji bakterii *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus epidermidis* w obecności otrzymanych fotokatalizatorów aktywowanych promieniowaniem z zakresu UVA oraz UV-Vis;
- Badania wpływu fotokatalizatorów typu C- TiO_2 na sprawność enzymów stresu oksydacyjnego (katalaza i dysmutaza ponadtlenkowa) wytwarzanych przez *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus epidermidis*;
- Badania efektywności inaktywacji wybranych mikroorganizmów na powierzchni cementu modyfikowanego fotokatalizatorem C- TiO_2 .

Do najważniejszych osiągnięć pracy stanowiących jednocześnie element nowości naukowej zaliczam:

- Zbadanie wpływu typu oraz ilości wybranych sacharydów na właściwości powierzchniowe i fotokatalityczne modyfikowanego TiO_2 ;
- Zbadanie mechanizmu inaktywacji bakterii w procesie fotokatalitycznym, w tym zbadanie wpływu procesu fotokatalitycznego na aktywność enzymów wybranych mikroorganizmów.

Część doświadczalna została dobrze zaplanowana, prezentacja i omówienie wyników są przeprowadzone poprawnie. W pracy znalazłam nieliczne błędy edytorskie oraz pewne nieścisłości. Poniżej wymieniono najważniejsze pytania oraz uwagi dotyczące dysertacji:

1. W podsumowaniu pracy (rozdział wnioski) brakuje mi odniesienia do poszczególnych hipotez badawczych postawionych w rozdziale 4.
2. Z opisu zamieszczonego w rozdziale 5.2.3 wynika, że otrzymane fotokatalizatory nie były przemywane / płukane po procesie syntezy hydrotermalnej. To oznacza że ewentualne produkty rozpadu prekursorów węgla mogły pozostawać na powierzchni fotokatalizatorów i wpływać m.in. za zawyżenie stężenia CO₂ w fazie gazowej podczas badania stopnia mineralizacji bakterii.
3. Z Tabeli 6 wynika, że rodzaj zastosowanego prekursora węgla (tj. fruktoza, glukoza lub sacharoza) nie wpływały na powierzchnię właściwą otrzymanego TiO₂ (wpływa temperatura oraz ilość używanego prekursora). Co więcej z Tabeli 6 wynika, że wzrost zawartości prekursorów węgla od 1 do 10% powoduje spadek powierzchni właściwej w przypadku fotokatalizatorów wygrzewanych w temperaturze 100°C, natomiast odwrotna tendencja jest obserwowana dla fotokatalizatorów wygrzewanych w temperaturze 150 i 200°C (tj. wzrost zawartości prekursorów węgla od 1 do 5% powoduje wzrost powierzchni właściwej, podczas gdy dalszy wzrost zawartości sacharydów do 10% powoduje wzrost lub spadek powierzchni właściwej. Z czego wynika to zjawisko?
4. Czy zastosowana metoda modyfikacji powodowała domieszkowanie TiO₂ czy raczej jego modyfikację powierzchniową?
5. Z czego wynika wysoka aktywność modyfikowanych fotokatalizatorów w reakcji generowania rodników hydroksylowych pod wpływem promieniowania UV-Vis?

Wszystkie powyższe uwagi mają przede wszystkim charakter dyskusyjny i nie pomniejszają wartości poznawczej i aplikacyjnej rozprawy. Rozprawa cechuje się dobrym poziomem naukowym, przedstawione wyniki badań są spójne a większość przeprowadzonych badań została opublikowana w postaci artykułów oraz patentów/ zgłoszeń patentowych. Praca ma istotne zalety metodyczne i stanowi oryginalne osiągnięcie Doktorantki w zakresie wyjaśnienia mechanizmu inaktywacji bakterii w procesie fotokatalitycznym. Doktorantka zaprezentowała dużą sprawność i samodzielność w prowadzeniu badań eksperymentalnych i interpretacji wyników tych badań. Przeprowadzone badania eksperymentalne pozwoliły Jej na osiągnięcie celu pracy zdefiniowanego na początku rozprawy.

Opublikowany dorobek mgr Pauliny Rokickiej obejmuje 5 artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w JCR, 3 inne artykuły, 1 zgłoszenie patentowe oraz 14 doniesień na konferencjach krajowych i zagranicznych.

Reasumując, przedstawiona mi do recenzji rozprawa pt. „Fotokatalizatory TiO_2/C – preparatyka, właściwości i zastosowanie do dezynfekcji wody” jest dowodem umiejętności samodzielnego prowadzenia badań. Rozprawa spełnia warunki określone w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym stawiane pracom doktorskim (Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym z późn. zm.). W związku z tym wnioskuję do Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie mgr Pauliny Rokickiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Adriana Zaleska-Medynska