

dr hab. inż. Iwona Kłosok-Bazan prof. P.O.  
Katedra Techniki Ciepłej i Aparatury Przemysłowej  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Opolska

Opole, 18.12.2021

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Weroniki Augustyn pt.

### **”Aktywność biobójcza ditlenku chloru w wieloskładnikowych preparatach dezynfekcyjnych”**

w Dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej

wykonanej pod kierunkiem Promotorów

dr hab. inż. Joanny Kalki, prof. PŚ oraz dr hab. inż. Wiesława Herczuch

#### **1. Podstawa prawna recenzji**

Podstawą wykonania recenzji była uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej z dnia 19.10.2023 przekazana pismem z dnia 6.11.2023 o numerze RIE-BD.512.76.2023, podpisanym przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusin.

#### **2. Ogólna charakterystyka rozprawy**

Rozprawa doktorska mgr inż. Weroniki Augustyn pt. ” *Aktywność biobójcza ditlenku chloru w wieloskładnikowych preparatach dezynfekcyjnych*” jest 160 stronicowym opracowaniem, które zostało przygotowane w sposób bardzo staranny i przejrzysty.

Na początku pracy znajduje się spis treści oraz wykaz ważniejszych skrótów i symboli, a następnie zaprezentowano 8 interesujących rozdziałów. Dysertację kończy streszczenie, bibliografia, a także spis tabel i rysunków. Bibliografia obejmuje 150 poprawnie opisanych i trafnie dobranych pozycji literaturowych, z czego 17 % to najnowsze publikacje,

obejmujące okres ostatnich 5 lat. Doktorantka opiera swoją bibliografię na pozycjach publikowanych w języku angielskim, zaledwie 7 zacytowanych pozycji jest napisanych w języku polskim. Podczas pisania dysertacji powołano się także na obowiązujące akty prawne oraz normy, co jest niezwykle istotne, ze względu na fakt, iż realizowany doktorat jest doktoratem wdrożeniowym. Zacytowano także jedną współautorską publikację Doktorantki z roku 2022, w tematyce związanej z badaniami opisanymi w dysertacji. Ostatnia strona to dodatek: wykaz dorobku naukowego. Doktorantka jest współautorką 7 publikacji naukowych oraz 4 wystąpień konferencyjnych.

Podsumowując, można stwierdzić, że układ pracy jest zgodny z przyjętymi zasadami redagowania prac doktorskich, a dorobek doktorantki wystarczający do uzyskania stopnia doktora.

### **3. Ocena szczegółowa rozprawy**

Rozprzestrzeniający się od początku roku 2020 wirus SARS-CoV stał się problemem numer jeden współczesnego świata. Bezpieczeństwo biologiczne, zachowanie reżimu sanitarnego, walka i metody ograniczające rozprzestrzenianie się epidemii to tematy nieschodzące z ust polityków, przedstawicieli służby zdrowia, mikrobiologów, ale także zwykłych obywateli. Chociaż zabiegi zmierzające do ograniczenia rozwoju mikroorganizmów chorobotwórczych stosowano od dawnych czasów, w ostatnich latach problem ten zyskał zupełnie nowy wymiar. Nowego znaczenia nabrał również problem tzw. dezynfekcji powierzchni. Jak słusznie zauważa Doktorantka, obok obszaru weterynaryjnego, przetwórstwa żywności czy też sektora użyteczności publicznej najbardziej wymagający w tym aspekcie jest obszar medyczny. Rosnący nacisk na stosowanie środków dezynfekujących do odkażania środowiska jest niewątpliwie konsekwencją ogólnoświatowej epidemii, ale także występowania mikroorganizmów coraz bardziej odpornych na dostępne na rynku środki przeciwdrobnoustrojowe. Przy tym wszystkim trzeba również pamiętać, że stosowane środki dezynfekcyjne mogą stanowić zagrożenia dla środowiska naturalnego, stąd ważne jest aby stosować takie środki, które mają ograniczony wpływ na środowisko naturalne. Dla każdego ze stosowanych środków należałoby wykonać ocenę właściwości toksycznych i ekotoksycznych, aby ściśle rozpoznać i określić ich wpływ na środowisko naturalne.

W pracy Doktorantka podejmuje się opracowania oraz zbadania aktywności biobójczej preparatów dezynfekujących oraz myjąco-dezynfekcyjnych na bazie dwutlenku chloru. Dla

przygotowanych preparatów dokonano oceny właściwości toksycznych i ekotoksycznych. Jednocześnie, ze względu na brak dostępnych prostych technik, Doktorantka opracowała metodę oznaczania zawartości dwutlenku chloru w produktach oraz sposób kalibracji spektrofotometrycznej metody oznaczania zawartości ClO<sub>2</sub> gazowego w powietrzu.

Należy uznać, iż wybrana przez Doktorantkę tematyka pracy jest interesująca, nie tylko z utylitarnego punktu widzenia, ale wnosi również znaczący wkład w poznanie skuteczności preparatów dezynfekcyjnych przygotowany na bazie ClO<sub>2</sub>, w ograniczaniu rozprzestrzeniania się mikroorganizmów patogennych. Podjęcie tego tematu uważam za ciekawe, a podkreślenia wymaga fakt, że obszar podjętych badań wpisuje się w najnowsze trendy nauki światowej zmierzający do ograniczenia rozprzestrzeniania się substancji chorobotwórczych w środowisku.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Augustyn składa się z 8 rozdziałów, poprzedzonych interesującym wstępem, w którym obok wprowadzenia do problemu, opisano krótko cel badawczy oraz uzasadnienie wyboru tematu.

Rozdział pierwszy poświęcono dwutlenkowi chloru, jako głównej substancji wykorzystanej do przygotowania preparatów dezynfekcyjnych. Omówiono jego właściwości fizykochemiczne i zastosowania, a także metody jego otrzymywania i oznaczania.

Drugi rozdział wprowadza do tytułowego zagadnienia „Aktywności biobójczej” definiując problemy współczesnej dezynfekcji, aktywność biologiczną dwutlenku chloru oraz omawiając metody wymagane w Unii Europejskiej służące do określania skuteczności biobójczej środków.

W rozdziale trzecim określono poprawnie tezę główną pracy oraz tezy cząstkowe.

W rozdziale czwartym określono cel i zakres pracy, który zilustrowano w formie graficznej, co znacznie pomaga w jego zrozumieniu i uporządkowaniu.

W rozdziale piątym bardzo przejrzyście opisano metodykę pracy badawczej. Część eksperymentalna została zaplanowana bardzo konsekwentnie przy pomocy dobrze dobranych oraz aktualnych (nowoczesnych) metod badawczych z wykorzystaniem bardzo dobrze wyposażonego zaplecza badawczego. Metodyka została podzielona na właściwe dobrane i opisane podrozdziały tj. metodykę oznaczania dwutlenki chloru w roztworach wodnych; metodykę oznaczania gazowego dwutlenku chloru w powietrzu; metodykę badań preparatywnych; metodykę badań skuteczności biobójczej; metodykę szacowania

toksyczności i ekotoksyczności preparatów użytkowych oraz metodykę badań aplikacyjnych i metodykę analiz statystycznych.

W rozdziale szóstym omówiono wyniki uzyskanych badań. Uzyskane wyniki przedstawiono bardzo czytelnie w formie graficznej i tabelarycznej. W mojej opinii najważniejszym etapem badań były badania preparatywne. Ze względu na fakt, że praca realizowana jest jako doktorat wdrożeniowy, szczegółowy skład preparatów użytkowych jest własnością firmy MEXEO i nie został przedstawiony w pracy. W odniesieniu do tej części nasuwa się jednak pytanie, które należałoby wyjaśnić podczas obrony pracy (pytanie 2, w części 5. Zagadnienia do wyjaśnienia w czasie obrony). Pozostałe badania były uzupełnieniem dla przygotowania preparatów tzn. przygotowaniu metod analitycznych, których niewątpliwy brak uniemożliwiał rzetelne monitorowanie stężenia  $\text{ClO}_2$ , tak w roztworach wodnych jak i powietrzu. Połączenie metody miareczkowej oraz spektrofotometrycznej i jej weryfikacja jest niewątpliwie nowym podejściem do problemu. Dla wytworzonych preparatów zbadano skuteczność biobójczą. Wyznaczono stężenia biobójcze i wykazano, że dodatek związków powierzchniowo czynnych zwiększa podatność na działanie biobójcze  $\text{ClO}_2$ , ze względu na poprawę zwilżania powierzchni. W pracy brakuje mi niestety badań toksyczności i ekotoksyczności wytworzonych preparatów. Wartości te zostały jedynie oszacowane. Wykazano, że żaden z otrzymanych preparatów nie spełniał klasyfikacji w klasie toksyczności ostrej oraz przewlekłej w stosunku do środowiska wodnego. W odniesieniu do tego problemu zadano pytanie do wyjaśnienia w trakcie obrony pracy doktorskiej (pytanie 4). W trakcie badań wykazano skuteczność dezynfekcji z wykorzystaniem gazowego  $\text{ClO}_2$ , maseczek ochronnych oraz fartuchów RTG. Do tej części odnoszą się pytania 5 i 6, również do wyjaśnienia w trakcie obrony.

Godnym podkreślenia jest bardzo szeroki zakres przyjętych badań i ich pracochłonność. Badania są przemyślane i konsekwentnie realizowane, a kolejne etapy wynikają z poprzednich, co jest m.in. związane z koniecznością ustalania warunków dalszych analiz.

Rozdział siódmy to dyskusja wyników. Doktoranta szczegółowo omówiła wyniki uzyskanych badań, odnosząc je do najnowszej literatury światowej.

W rozdziale ósmym sformułowano 12 wniosków ogólnych dotyczących najważniejszych osiągnięć wynikających z przeprowadzonych badań. Świadczą one o realizacji

wyznaczonego przez Doktorantkę celu badań. Zdaniem Recenzenta jeden z wniosków wymaga szerszego wyjaśnienia (pytanie 7) podczas obrony.

Podsumowując, struktura zaprezentowanej rozprawy jest prawidłowa. Autorka bardzo przejrzysto przedstawiała przegląd zarówno całej pracy, jak i kolejnych rozdziałów i podrozdziałów. Z analizy przedłożonej dysertacji jasno wynika, że Doktorantka uzyskała efekty kształcenia przewidziane wg Polskich Ram Kwalifikacji dla ósmego (doktoranckiego) poziomu kształcenia, tj. posiada umiejętność opracowania koncepcji badań, zdolność do planowania i wykonywania eksperymentów badawczych, a także opracowywania wyników i konfrontowania ich z wynikami innych badaczy.

#### **4. Uwagi edycyjne**

Doktorantka przygotowała pracę w sposób bardzo staranny. Moja uwaga dotyczy drobnej sprawy jaką jest nazewnictwo, zapewne poprawne, ale jednak niespójne. W jednym miejscu Doktorantka używa słowa ditlenek, w innym dwutlenek. Myślę, że ta druga forma jest bardziej poprawna biorąc pod uwagę, że dysertacja oceniana zostaje w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

#### **5. Zagadnienia do wyjaśnienia w czasie obrony:**

1. Jaka jest w Pani opinii luka badawcza, którą wypełnia przedstawiona do oceny praca doktorska?

2. W rozdziale 5.3. Metodyka badań preparatywnych pisze Pani, że przystąpiono do tworzenia receptur następujących produktów: ARMEX 5 MD; ARMEX 5 foam; ARMEX 5 WC; ARMEX 2000 ultraczysty; ARMEX 5vH.

Czym różnią się wymienione powyżej preparaty od tych zamieszczonych w wykazie produktów biobójczych zamieszczonych na stronie?

<https://bip.urpl.gov.pl/pl/biuletyny-i-wykazy/produkty-biob%C3%B3jczy>

ARMEX 5 - stabilizowany roztwór ditlenku chloru (poz. 724)

ARMEX 2000 - aktywny roztwór ditlenku chloru (poz. 808),

które zostały zarejestrowane przez firmę MEXEO Wiesław Hreczuc w 2005 roku.

3. W tabeli 7 przedstawiono czynniki chorobotwórcze, wobec których przeprowadzono badania. Zaprezentowano także szereg norm wykorzystanych w badaniach.

Jaki był klucz doboru czynników chorobotwórczych, dla których przeprowadzono badania?

4. W rozdziale 5.5 Metodyka szacowania toksyczności i ekotoksyczności preparatów użytkowych doktorantka pisze, że wyznaczenie parametrów granicznych dla właściwości toksykologicznych i ekotoksykologicznych uzyskanych preparatów dokonano na podstawie metod obliczeniowych. Co Pani sądzi o wykorzystaniu metod bioindykacyjnych do takich analiz?

Testy takie stanowią jednak podstawowe narzędzie oceny negatywnych skutków lub zapobiegania degradacji środowiska, szczególnie w odniesieniu do środowiska wodnego.

5. W rozdziale 5.6 opisano metodykę badań aplikacyjnych. Czy i jak długo, po aplikacji dwutlenek chloru, w szczególności w odniesieniu do maseczek, nieprzyjemny zapach pozostał w dezynfekowanym materiale?

6. Czy podczas badania odporności chemicznej materiału fartuchów na oddziaływanie gazowego ClO<sub>2</sub>, uwzględniono wielokrotne poddawanie fartucha procesowi dezynfekcji, a jeżeli nie, to czy badanie było wykonane bezpośrednio po wyjęciu z komory dezynfekcji czy też po określonym czasie kontaktu z warunkami atmosferycznymi oraz czy zbadano potencjalny wpływ dwutlenku chloru na charakter? Dodatkowo czy w przypadku fartuchów zbadano właściwości materiały służące zabezpieczeniu przed promieniowaniem?

7. We wnioskach Doktorantka pisze „Zastosowanie w składzie opracowanych preparatów prekursora i aktywatora oraz wykorzystane techniki aktywacji *in situ* pozwala na stabilne i bezpieczne przechowywanie tych preparatów do momentu ich wykorzystania”. Nie do końca zgadzam się z tym wnioskiem, gdyż w rozdziale 6 str. 97 Doktorantka pisze, że „na podstawie oceny przeprowadzonych analiz ustalono terminy ważności”, a zatem powinno we wniosku powinna się również znaleźć ta informacja.

## 6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Weroniki Augustyn pt. *”Aktywność biobójcza ditlenku chloru w wieloskładnikowych preparatach dezynfekcyjnych”* zrealizowanej pod kierunkiem dr hab. inż. Joanny Kalki, prof. PŚ oraz dr hab. inż. Wiesława Herczuch w pełni odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim w myśl Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z póź. zm.). Doktorantka wykazała się dobrą znajomością tematu, zrealizowała postawione sobie cele badawcze i umiejętnie zinterpretowała uzyskane wyniki, wnosząc nowe dane dotyczące aktywności biobójczej preparatów na bazie dwutlenku chloru oraz jego wpływu na środowisko naturalne.

Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej o dopuszczenie mgr inż. Weroniki Augustyn do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze uzyskania stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę podjętą tematykę, wpisującą się w nurt najnowszych badań oraz szeroki zakres dobrze zaplanowanych i konsekwentnie zrealizowanych badań oraz wnikliwą analizę uzyskanych wyników, a także znaczący wkład w poszerzenie dotychczasowej wiedzy, wnoszę do Wysokiej Rady o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Weroniki Augustyn pt. *”Aktywność biobójcza ditlenku chloru w wieloskładnikowych preparatach dezynfekcyjnych”*.

*Wioletta Kozłowska*