

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej, dorobku naukowo-badawczego, działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej oraz współpracy zagranicznej dr Krystyny Seifert, sporządzona na zlecenie Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu prof.zw.dr hab.Henryka Koroniaka (pismo UAM – WCH/69/MB/2018/4 z dn. 24.10.2018)**

Dr Krystyna Seifert (ur.1956) jest absolwentką Wydziału Chemii Uniwersytetu im Adama Mickiewicza w Poznaniu. W roku 2003 obroniła rozprawę doktorską pt. „Badania oporności na inhibicję niektórych związków chemicznych w procesie denitryfikacji”, której promotorem był prof. dr hab. Florian Domka.

W roku 1980 mgr Krystyna Seifert została zatrudniona w Zakładzie Kinytyki i Katalizy Wydziału Chemii UAM na etacie naukowo-technicznym, a od 2005 - po obronie pracy doktorskiej do chwili obecnej - pracuje na stanowisku adiunkta.

### Wprowadzenie

Dr Krystyna Seifert ubiega się o stopień doktora habilitowanego na podstawie przedłożonego do recenzji jednotematycznego cyklu publikacji nt. „Microbiologiczne wytwarzanie wodoru jako alternatywnego źródła energii przy wykorzystaniu organicznych substancji odpadowych”, na który składają się następujące prace (w kolejności ich publikacji):

- [H1] **K.Seifert**, M.Waligorska, M.Wojtowski, M.Laniecki: Hydrogen generation from glycerol in batch fermentation process, *International Journal of Hydrogen Energy* 34 (2009) 3671–3678
- [H2] **K.Seifert**, M.Waligorska, M.Laniecki: Brewery wastewaters in photobiological hydrogen generation in presence of *Rhodobacter sphaeroides* O.U.001, *International Journal of Hydrogen Energy* 35 (2010) 4085–4091
- [H3] **K.Seifert**, M.Waligorska, M.Laniecki: Hydrogen generation in photobiological process from dairy wastewater, *International Journal of Hydrogen Energy* 35 (2010) 9624–9629
- [H4] E.Wicher, **K.Seifert**, R.Zagrodnik, B.Pietrzyk, M.Laniecki, Hydrogen gas production from distillery wastewater by dark fermentation, *International Journal of Hydrogen Energy* 38 (2013) 7767–7773
- [H5] R.Zagrodnik, **K.Seifert**, M.Stodolny, M.Laniecki, Continuous photofermentative production of hydrogen by immobilized *Rhodobacter sphaeroides* O.U.001, *International Journal of Hydrogen Energy* 40 (2015) 5062–5073
- [H6] **K.Seifert**, K.Dyba, K.Góra-Marek, M.Stodolny, R.Zagrodnik, M.Laniecki, Fermentative production of hydrogen in presence of modified mesoporous silica SBA-15, *International Journal of Hydrogen Energy* 41 (2016) 19367–19372
- [H7] **K.Seifert**, R.Zagrodnik, M.Stodolny, M.Laniecki, Biohydrogen production from chewing gum manufacturing residue in a two-step process of dark fermentation and photofermentation, *Renewable Energy* 122 (2018) 526-532
- [H8] **K.Seifert**, R.Zagrodnik, M.Stodolny, M.Laniecki, Photofermentative Hydrogen Generation in Presence of Waste Water from Food Industry "BIOGAS" ISBN 978-953-51-0204-5 InTech, Rijeka, 2012

[H9] **K.Seifert**, M.Thiel, E.Wicher, M.Włodarczyk, M.Laniecki, *Microbiological Methods of Hydrogen Generation*, "BIOGAS" ISBN 978-953-51-0204-5 InTech, Rijeka, 2012

Problematyka rozprawy habilitacyjnej dr Krystyny Seifert, związana z poszukiwaniem nowych metod produkcji wodoru, powszechnie uważanego za paliwo XXI wieku, jest bardzo ważna nie tylko z energetycznego, ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia, ale również jest to bardzo atrakcyjny, przyszłościowy i ciekawy naukowy temat badawczy. Na wyniki tych badań jest coraz większe zapotrzebowanie aplikacyjne, gdyż od nich zależy dalszy rozwój przemysłowy, zwłaszcza energetyki mobilnej, elektromotoryzacji, elektroniki i innych technologii, związanych z ogniwami paliwowymi.

Publikacjom, stanowiącym kanwę rozprawy habilitacyjnej, towarzyszy czytelny, logiczny i wyczerpujący komentarz autorski. Wchodzące w skład cyklu artykuły naukowe obejmują lata 2009-2018 i w wraz z zaproponowanym tytułem, oddają kluczowe elementy problemu badawczego i tworzą spójną całość. Wszystkie prace ukazały się w recenzowanych czasopismach indeksowanych, a siedem z nich w międzynarodowych, wysoko notowanych periodykach naukowych z listy filadelfijskiej z wysokimi współczynnikami wpływu (tzw. Impact Factor) – wg. danych ICI Web of Knowledge – wynoszącymi od  $IF = 3.548$  (Int. Journal of Hydrogen Energy) do  $IF = 4.357$  (Renewable Energy). Ich sumaryczna wartość wynosi  $IF = 25.1$ . Prace te były cytowane, aż 236 razy, pomimo ich krótkiej, bo zaledwie 9 letniej dostępności.

Po tej formalnej kwantyfikacji czas skupić się na wartości naukowej przedstawionych do recenzji prac. W pięciu z nich dr Krystyna Seifert jest pierwszym autorem, a jej udział wahający się od 20 do 95% wyniósł średnio 55% , co przy interdyscyplinarnych, wieloosobowych grupach badawczych jednoznacznie dowodzi, że mamy do czynienia z jej własnymi osiągnięciami naukowymi, których poziom został już zweryfikowany przez kilkunastu recenzentów z renomowanych zagranicznych wydawnictw naukowych.

Jako recenzent, którego tematyka badań naukowych tylko częściowo jest zbieżna z zainteresowaniami naukowymi i warsztatem badawczym habilitantki, nie czuję się kompetentny do potwierdzenia wartości naukowych jej publikacji, a tym bardziej do ich podważenia. Niektóre z nich są już od dziewięciu lat obecne w międzynarodowym obiegu naukowym, a ilością cytowań bronią się one same. Wiele informacji z wyników badań naukowych dr Krystyny Seifert być może doczekało się również praktycznego wykorzystania w opracowaniach nowych technologii utylizacji odpadów organicznych, jednak trudno mi je oszacować, gdyż zwyczajowo, przed patentowaniem są to informacje wrażliwe, które są tajemnicą inwestora.

Pozostaje mi więc skupić się na autoreferacie i sprawdzić, czy można go potraktować jako monografię, spinającą w jedną spójną całość siedem załączonych publikacji i dwa rozdziały w książce. Teoretycznie nawet bardzo dobre prace nie zawsze muszą mieć wspólny mianownik, bez którego utworzenie z nich jednego uogólnionego zagadnienia naukowego, mogącego być tematem pracy habilitacyjnej, może być bardzo trudne. Podobnie jak z bardzo dobrej jakości materiału budowlanego nie zawsze musi powstać równie wspaniała budowla.

Dlatego przeanalizowanie tego aspektu, pod kątem przeprowadzenia konfrontacji autoreferatu z treścią poszczególnych publikacji i sprawdzenie ich zbieżności z tezą zawartą w tytule rozprawy habilitacyjnej dr Krystyna Seifert uważam za główne swoje zadanie, jako recenzenta tego postępowania.

### **Ocena rozprawy habilitacyjnej**

Wspólnym mianownikiem cyklu publikacji, na bazie których powstała rozprawa habilitacyjna, są badania zmierzające do opracowania optymalnej taniej i proekologicznej mikrobiologicznej technologii otrzymywania biowodoru. Technologii, która powinna być konkurencyjna do znanych tradycyjnych metod produkcji wodoru w wyniku elektrolizy lub konwersji pary wodnej z węglem, węglowodorami, gazem wodnym lub koksowniczym, które oprócz tego, że są drogie, są dodatkowo szkodliwe dla środowiska. Nic dziwnego więc, że

cały czas trwają intensywne badania, zmierzające do odkrycia nowych alternatywnych technologii jego produkcji, takich jaknp.: termoliza wody z wykorzystaniem energii słonecznej, nuklearnej, elektrycznej, czy chemicznej.

W ten kierunek badań włączyła się również dr Krystyna Seifert, jednak zrobiła to znacznie szerzej, gdyż nie skupiła się tylko na mikrobiologicznej produkcji biowodoru, ale powiązała je z proekologiczną utylizacją: ścieków z przemysłu spożywczego (mleczarskiego, browarniczego, gorzelnianego i cukrowniczego), gliceryny pozostałej po produkcji biodiesla z oleju rzepakowego oraz odpadów organicznych z produkcji gumy do żucia. Wszystkie te odpady są niezmiernie uciążliwe dla społeczności lokalnych, albo w postaci odorów, albo szkodliwych dla środowiska ścieków, powodujących skażenie wód gruntowych i śródlądowych. Dlatego muszą być one utylizowane, co jednak wiąże się z generowaniem znacznych kosztów. Dlatego, gdyby udało się w biogazowniach komunalnych lub zakładowych oczyszczalni ścieków wdrożyć wyniki badań, będące tematem tej habilitacji, wówczas wyprodukowany w nich biowodór, który jest droższy od dotychczas produkowanego biometanu, przechylił by szalę rentowności tych zakładów, ze strat, na stronę zysku.

Tematem nadrzędnym mikrobiologicznych badań dr Krystyny Seifert było poszukiwanie optymalnych warunków prowadzenia fotofermentacji, fermentacji ciemnej i hybrydowej, powyżej wymienionych, różnych rodzajów ścieków pod kątem maksymalizacji wydajności biowodoru oraz jego stężenia w otrzymywanym biogazie. W tym celu określała ona wpływ parametrów technologicznych, takich jak: rozcieńczenie ścieków, ich uzdatnianie (pasteryzacja, wymrażanie, klarowanie, korekta pH), immobilizacja różnych rodzajów bakterii na przebieg procesów przetwarzania zawartych w nich organicznych związków bezpośrednio, lub poprzez: laktozę, sacharozę, glukozę, glicerynę, a ostatnio i celulozę na biowodór.

Załączone do wniosku publikacje charakteryzuje jeden wspólny schemat, typowy wszystkim publikacjom naukowym, a więc zaczynają się wstępem i poprzez omówienie materiałów i metod pomiarowych (eksperymentalnych i analitycznych), uzyskanych rezultatów i dyskusji wyników, kończą się wyciągniętymi wnioskami i wykazem cytowanej literatury. Różnice pomiędzy nimi polegają na tym, że w pracy [H1] treść poszczególnych rozdziałów była podporządkowana glicerynie, a więc prognozom jej zalegania w związku z rozwojem produkcji biodiesla, zastosowanym bakteriom i ich immobilizacji, pożywkom, warunkom prowadzenia procesu (rozcieńczenie, temperatura, czas), opisowi aparatury badawczej i pomiarowej, metodom pomiarowym i wydajnościowym bilansie metabolitów i wodoru w biogazie. Natomiast w publikacji [H2], zamiast ciemnej fermentacji gliceryny z udziałem bakterii rodzaju *Enterobacter*, *Clostridium*, *Bacillus* (ECB), opisano, wykorzystując ten sam schemat, wyniki badań fotofermentacji ścieku piwowarskiego, w obecności *Rhodobacter sphaeroides* (RS). Praca [H3] poświęcona jest również fotofermentacji, ale dokumentuje wyniki uzyskane na ściekach mleczarskich. Ciemna fermentacja powraca w pracy [H4], ale tym razem dotyczy ścieków gorzelnianych. Nową jakość badań ciągłej produkcji wodoru z kwasu jabłkowego wnosi kolejna publikacja [H5], która zamiast na surowcu, skupia się na sposobie immobilizacji bakterii fotofermentacji RS, na różnych gładkich lub porowatych podłożach szklanych (płyta, kulki). Kolejna praca [H6] zajmuje się ponownie badaniem wpływu immobilizacji bakterii ECB na wydajność produkcji wodoru, ale tym razem na mezoporowatej krzemionce SBA-15, modyfikowanej lub niemodyfikowanej jonami  $\text{-HSO}_3$ ,  $\text{-NH}_2$  i  $\text{Al}^{3+}$  i w odniesieniu do okresowej fermentacji ciemnej. Kolejną nową jakość wnosi publikacja [H7], która opisuje fermentację hybrydową, składającą się z fermentacji ciemnej- wstępnej, z której produkty po rozcieńczeniu poddawane są fotofermentacji końcowej. Łączna wydajność otrzymanego w ten sposób wodoru jest wyższa w stosunku do wydajności, gdyby fermentacje te były prowadzone niezależnie. Surowcem w tym przypadku były stałe odpady po produkcji gumy do żucia, a konkretnie guma Talha i

gliceryna, gdyż trzeci składnik tych odpadów - ksylitol nie ulegał mikrobiologicznemu rozkładowi.

Rozdział w monografii [H8] został napisany w takiej samej konwencji jak opisane powyżej publikacje i stanowi twórczą kompilację prac [H2] i [H3], poświęconych fotofermentacji ścieków piwowarskich i mleczarskich o różnym rozcieńczeniu oraz modelowego roztworu kwasu jabłkowego, będącego punktem odniesienia przeprowadzonych badań. W pracy tej przebadano wpływy, ale trochę szerzej niż w pierwowzorach, tych samych czynników wpływających na wydajność powstawania wodoru w fotofermentacji, a więc: sterylizacji w przypadku ścieków piwowarskich, filtrowania ścieków mleczarskich, stężenia ścieków, intensywności ich naświetlania, koncentracji dodanych bakterii i innych czynników. Wyniki tych badań pozwoliły opracować optymalne, z punktu widzenia maksymalnej wydajności wodoru, parametry prowadzenia procesu dla przebadanych ścieków z browaru i mleczarni.

Kolejny rozdział w monografii [H9] jest bardzo ważny i interesujący, gdyż tłumaczy na poziomie molekularnym mechanizmy powstawania biowodoru podczas biofotolizy wody oraz fermentacji ciemnej i fotofermentacji biomasy w obecności odpowiednich mikroorganizmów, takich jak: algi (*Chlamydomonas reinhardtii*, cyjanobakterie (*Anabaena*, *Nostoc*), czy bakterie fotosyntezujące (*Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodospirillum rubrum*), które wytwarzają enzymy Fe-hydrogenazę, Ni-Fe hydrogenazę i nitrogenazę, redukujące protony i utleniające wodór. W pracy tej opisano również mechanizmy metabolizmów komórkowych podczas fotofermentacji z udziałem bakterii RS oraz mechanizm trójetapowego metabolizmu biowęgla fermentacji ciemnej. Doceniając wysoki poziom naukowy tej publikacji wykluczam ją jednak z dalszego analizowania, gdyż burzy mi ona koncepcję recenzowanej przeze mnie rozprawy habilitacyjnej. Założyłem, że rozprawa ta ma w całości charakter eksperymentalny, a pojawiające się w niej drobne akcenty analityczne dotyczą jedynie kinetyki procesów. W żadnej z załączonych publikacji nie ma nawiązania, ani do mechanizmów fermentacji ciemnej, ani fotofermentacji. Oczywiście informacje zawarte w przeglądowej pracy [H9] są dr Krystynie Seifert bardzo dobrze znane, i to nie tylko dlatego, że uczestniczyła w ich zebraniu, uporządkowaniu, przeanalizowaniu i opracowaniu do formy jednej zwartej i spójnej całości, ale przede wszystkim dlatego, że twórczo z informacji tych korzysta w swojej eksperymentalnej pracy naukowej. O czym świadczy przemyślany i świadomy wybór rodzaju fermentacji i zastosowanych mikroorganizmów, opracowany plan badań, dobór warunków, narzędzi i metod pomiarowych, dopasowany każdorazowo do surowców, będących odpadami z różnych działów przemysłu spożywczego.

#### Ocena autoreferatu

Autoreferat moim zdaniem został napisany przejrzyście i poprawnie. Spaja on w jedną całość informacje zawarte w załączonych publikacjach i wypełnia luki informacyjne w nich pominięte, np.: przedstawia zdjęcia reaktora i stanowisk badawczych oraz reakcje zachodzące podczas fotofermentacji i fermentacji ciemnej. Dodatkowo grupując osobno eksperymenty związane z fermentacją ciemną, fotofermentacją i fermentacją hybrydową pozwala je porównać i dostrzec ich zalety i wady. Pomimo pozytywnej oceny tego autoreferatu muszę jednak, w ramach wywiązywania się z obowiązku recenzenta, wypunktować również jego drobne potknięcia i niedociągnięcia, a mianowicie:

- obróbka termiczna ścieku w 120 °C bez podania, że prowadzona była w autoklawie pod ciśnieniem jest informacją niepełną (s.12, 13),
- do przeliczenia klx na  $W/m^2$  ( $9 \text{ klx} = 116 \text{ W/m}^2$ ) potrzebna jest znajomość konkretnej długości fali, a tej nie podano (s.12, 15),
- jednostka " 2.95 IH2/reaktor " jest niezrozumiała (s.15),

- .... jonami  $\text{-HSO}_3$ ,  $\text{-NH}_2$  and  $\text{Al}^{3+}$  (H6). - przeoczenie (s.16),
- Y – wydajność substratowa: jakiego substratu dotyczy HBU, HAc czy  $\text{H}_2$ ? (s.16),
- rozbieżności pomiędzy oznaczeniami, w autoreferacie jest VS/l bez wyjaśnienia, a w publikacjach [H1] i [H4] z wyjaśnieniem, ale VSS/l (s.17),
- nazwę 1,3-PD rozszyfrowałem, jako 1,3-propanodiol, natomiast 1,3-DL już mi się nie udało (s.17),
- publikacje [H8] i [H9] mają w autoreferacie ten sam numer ISBN 978-953-51-0204-5,
- szkoda, że autoreferat nie kończy się podsumowaniem całości przeprowadzonych badań i wnioskami, które ze ścieków z przemysłu spożywczego są najbardziej przyszłościowe z punktu widzenia otrzymywania wodoru. Przy czym kryterium oceny powinno uwzględniać roczną ich ilość, wydajność i sprawność konwersji i orientacyjne koszty wytwarzania.

Do publikacji też mam kilka drobnych uwag:

- ( $R^2 > 9310$ ) ? w pracy [H1] (s.3677),
- brak rysunku stanowisk badawczych w pracach [H1]-[H4], [H6] ,
- brak opisu i odnośnika nr.15 na Rys.1 w pracy [H5] (s.5064),
- w równaniu (1) i w oznaczeniach brak informacji o "e" dotyczy to pracy [H1] (s.3672) oraz [H7] (s.527),
- " $\text{H}_2/\text{g VS}$  and  $3.6\text{-}5.6 \text{ mmol H}_2/\text{g VS}$ , respectively" to zdanie z pracy [H7] (s.528) jest dla mnie niezrozumiałe.

Reasumując stwierdzam, że zestaw publikacji dr Krystyny Seifert stanowi jeden, spójny i naukowo wartościowy temat badawczy, wyodrębniony z szerokiego wachlarza zagadnień związanych produkcją biowodoru. Temat ten, ze względu na znaczenie praktyczne, wartość naukową, ilość zdobytej wiedzy i włożonej pracy oraz zakres, znaczenie i rangę uzyskanych wyników, a także odzew naukowy, w postaci ilości cytowań, spełnia wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym. Drobne błędy, przeoczenia i niedociągnięcia, głównie techniczne, są oczywiste, gdyż w mniejszym lub w większym stopniu towarzyszą one każdej naszej działalności, jako że są one obligatoryjnie wpisane w naturę ludzką.

### **Ocena dorobku badawczo-naukowego**

Dorobek naukowy dr Krystyny Seifert obejmuje: 18 publikacji z listy JCR, 8 publikacji w recenzowanych czasopismach punktowanych przez MNiSzW, 8 komunikatów. O randze tego dorobku świadczy 236 cytowań oraz wysoki indeks Hirscha  $\text{IH} = 9$ .

### **Wniosek końcowy**

Na podstawie dokonanej recenzji rozprawy w formie autoreferatu oraz dorobku naukowego stwierdzam, że zarówno rozprawa, jak i cały dorobek dr Krystyny Seifert spełniają wszystkie kryteria i wymagania *Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytułach Naukowych oraz o Stopniach i Tytułach w Zakresie Sztuki* (Dz. U. nr 65 z dnia 16.04.2003 poz.595 z późniejszymi zmianami) oraz zawarte w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, z dnia 1 września 2011 r., w szczególności przedstawione w paragrafie 3, pkt. 4, ust. a oraz w paragrafach 4-5. W związku z powyższym zwracam się do Dziekana i Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu i. Adama Mickiewicza w Poznaniu o przyznanie dr Krystynie Seifert stopnia doktora habilitowanego.