

Dr hab. Joanna Kujawa, prof. UMK
Wydział Chemii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Toruń, 19.07.2022

RECENZJA

osiągnięcia naukowego **dr. Goergia Gocheva** zatytułowanego „**Kompleksowy, teoretyczno-eksperymentalny opis wpływu warunków fizykochemicznych na stabilność pian stabilizowanych cząstkami białek**” w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

Podstawą recenzji dorobku naukowo-badawczego dr. Goergi Gocheva było pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie prof. dr. hab. inż. Roberta Nowakowskiego informujące, że zgodnie z decyzją RDN Nr. Z6.4000.165.2021.2.EW z dnia 3 stycznia 2022 roku oraz uchwałą nr 4/121/2022 z dnia 28 kwietnia 2022 roku Rada Naukowa Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk powołała mnie na recenzenta w komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne wszczętym na wniosek dr. Goergia Gocheva.

Recenzja została przygotowana, po otrzymaniu pisma z dnia 17.05.2022 r od prof. dr hab. Małgorzaty Witko – Dyrektora Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Podstawą przygotowania recenzji była dokumentacja przygotowana przez kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego (dokumenty przesłane drogą elektroniczną oraz na płycie CD, wszystkie pliki w formacie pdf): wniosek dr. Goergia Gocheva z dnia 21.12.2021 o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego; Załącznik 1 – dane wnioskodawcy (dokument w wersji polskiej i angielskiej); Załącznik 2 – autoreferat (dokument w wersji polskiej i angielskiej); Załącznik 3 – wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny (dokument w wersji polskiej i angielskiej); kopie publikacji (H1-H9); kserokopię dyplomu doktorskiego w wersji oryginalnej, bułgarskiej wraz z tłumaczeniem przysięgłym na język angielski (dokument zalegalizowany - apostille); tłumaczenie przysięgłe dyplomu doktorskiego na język polski; oświadczenie o uznaniu dyplomu w Polsce przygotowany przez Narodową Agencję Wymiany

Akademickiej; oświadczenia współautorów publikacji (H1-H9) określające indywidualny wkład każdego z nich w ich powstanie.

Informacje wstępne

Dr Georgi Gochev tytuł naukowy magistra chemii uzyskał w roku 2002 na Wydziale Chemii Uniwersytetu Sofijskiego „St. Kliment Ohridski”, Sofia, Bułgaria. Pracę dyplomową zatytułowaną „Surface tension of aqueous solutions of pharmaceutical substances based on alveolar surfactant” przygotował pod kierunkiem prof. Christiana Vassilieffa i prof. Zdravko Lalcheva. Studia doktoranckie zrealizował w Bułgarskiej Akademii Nauk w Sofii (Bułgaria). W roku 2010 uzyskał stopień naukowy doktora nauk chemicznych w dziedzinie chemia fizyczna (na podstawie przysięgłego tłumaczenia dyplomu doktorskiego na język polski). Praca doktorska "Emulsion films stabilized by polymeric surfactants" została przygotowana pod kierunkiem prof. Dotchi Exerowej (członek Bułgarskiej Akademii Nauk).

W trakcie dotychczasowej pracy zawodowej dr Gochev był zatrudniony w kilku zagranicznych ośrodkach naukowych, co ma istotne znaczenie dla międzynarodowej kariery. W latach 2004-2007 związany był z Instytutem Chemii Fizycznej, Bułgarskiej Akademii Nauk w Sofii (Bułgaria), początkowo na stypendium doktorskim (do czerwca 2007), a potem został zatrudniony na stanowisku badawczym (do października 2010). Od czerwca 2010 do lipca 2017 związany był z Instytutem Koloidów i Powierzchni Międzyfazowych im. Maxa Plancka w Poczdamie (Niemcy), odbywając staże w ramach stypendiów: krótkoterminowy staż naukowy w ramach projektu COST-STSM-ECOST-D43-230210-000000 „Interfacial properties of protein-surfactant mixed layers at the water-hexane interface and corresponding emulsion films”; 8-miesięczny staż między 2010 i 2011; 2 staże 2-miesięczne w roku 2014 i 2017 oraz dwa staże podoktorskie zrealizowane w ramach prestiżowych projektów finansowanych z Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Pierwszy staż typu postdoc dr Gochev odbył w latach 2011-2014 w grupie dr hab. R. Millera - projekt tandemowy „Influence of proteins on the formation and stability of foams” DFG-199448917, w klastrze: Protein foams in food production, DFG/AiF-Cluster 5). Drugi staż miał miejsca między kwietniem 2015 i marcem 2017 w grupie dr. E. Schneck’a, projekt “The Physics of Non-Specific Interactions between Biomembranes, DFG-256222543”. Trzeci staż podoktorski (09.2017 – 1.2019) Habilitant zrealizował w grupie prof. B. Braunschweiga w Westfaelische Wilhelms-Universitaet WWU Münster, (Münster, Niemcy) biorąc udział w projekcie European Research Council, Starting Grant “Structure-Property Relations in Aqueous Foam and Their Control on a Molecular Level” (ERC-638278). Obecnie (począwszy od grudnia 2019) jest zatrudniony na stanowisku adiunkta

w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN w Krakowie. Ponadto, jest również adiunktem (zatrudniony od stycznia 2011) w Instytucie Chemii Fizycznej – Bułgarska Akademia Nauk, Sofia, Bułgaria w zakładzie Powierzchni i Koloidów.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant posiada bardzo dobrze udokumentowany dorobek naukowy z każdego odbytego stażu (wszystkie przedstawione prace będące podstawą osiągnięcia naukowego H1-H9 opatrzone są podwójną afiliacją).

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym dr. Goergia Gocheva, stanowiącym podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego był cykl dziewięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych wydanych w latach 2013-2021, zatytułowany „Kompleksowy, teoretyczno-eksperymentalny opis wpływu warunków fizykochemicznych na stabilność pian stabilizowanych cząstkami białek”. Wszystkie prace opublikowane zostały w czasopismach z listy JCR, w tym dwie prace w czasopismach płatnych z grupy MDPI. Sumaryczny współczynnik oddziaływania (Impact Factor, IF) dla całego cyklu wynosił 23,400 (współczynniki IF wg roku wydania prac) ze średnią 2,600. Czasopisma posiadały wartość współczynnika IF między 2,354 i 4,384 (IF w roku wydania publikacji). Prace te były cytowane 194 razy (bez autocytowań) wg bazy Scopus z dnia 19.12.2021. Wszystkie prace są pracami wieloautorskimi, a ilość współautorów wynosi od 4 do 9. Istotne jest, że Habilitant jest w siedmiu pracach autorem korespondencyjnym i w pięciu pierwszym autorem, co świadczy o wiodącym jego udziale w zainicjowaniu i wykonaniu prac. Wkład w powstawanie prac jest zawarty w przedziale od 10% (H2) do 80% (H3 i H9).

Tematyka badań przedstawiona jako osiągnięcie naukowe wpisuje się w światowy nurt badań nad adsorpcją białek na miękkich powierzchniach międzyfazowych. Przeprowadzone badania zostały wykonane z wykorzystaniem zróżnicowanych metod badawczych (również bardzo zaawansowanych wymagających użycia pomiarów synchrotronowych) oraz obliczeniowych. Nowatorskie i bardzo skrupulatne podejście do tematu pozwoliło zdobyć zupełnie nowe informacje, przyczyniając się do poszerzenia dyscypliny naukowej.

Wyselekcjonowane publikacje, zostały podzielone i zaprezentowane w bardzo logiczny sposób pokazując drogę rozwoju badań i przejście od bardziej ogólnych do coraz bardziej szczegółowych (włączając prace eksperymentalne i obliczeniowe). Sposób prezentacji, opis i obrany kierunek badań pokazuje bardzo dobre rozpoznanie tematu i dojrzałość naukową, co jest oczekiwane na tym poziomie kariery naukowej. Opis zaprezentowany w autoreferacie zawiera szczegółowy wstęp, który w bardzo merytoryczny sposób wprowadza w tematykę

badan. Przegląd literatury opatrzone jest komentarzami Habilitanta, co pokazuje jego wielką swobodę w poruszaniu się w badanej tematyce. Habilitant we wprowadzeniu zdefiniował luki badawcze i zadał bardzo istotne pytanie, m.in. „jaki jest dokładny mechanizm stabilizacji pianek przez białka i jak można go kontrolować, aby zaprojektować pianki białkowe o regulowanych właściwościach i stabilności.” Pytanie to i poszukiwanie na nie odpowiedzi było myślą przewodnią osiągnięcia naukowego.

Z powodzeniem dr Gochev znalazł odpowiedzi na podstawione pytanie, które pozwoliły znacząco poszerzyć dyscyplinę. Jednym z ważniejszych elementów było określenie wpływu pH na dynamikę adsorpcji i reologię dylatacyjną warstw adsorpcyjnych BLG na powierzchni W/A (woda/powietrze), a w szczególności udowodnienie, że równanie stanu w zakresie $\Pi(\Gamma)$ lub $E(\Pi)$ jest zależne od pH. Bardzo wartościowym i nowatorskim było rozszerzenie badań do układu powierzchni W/A – cienkie filmy piankowe – pianka, pokazując zmiany w fizykochemii powierzchni od skali nano (pojedyncza powierzchnia), poprzez pojedynczy film piankowy, aż do skali makro (pianka makroskopowa).

Takie kompleksowe podejście wymagało również posiadania bardzo szerokiego warsztatu badawczego, wykorzystującego zaawansowane metody instrumentalne, analityczne jako również teoretyczne. Choć dostępna jest ograniczona liczba metod do badania warstw adsorpcyjnych na miękkich powierzchniach międzyfazowych, dr Gochev dostosował, jak i poszerzył to spektrum. Z technik eksperymentalnych zaimplantowane zostały, metoda tensometrii i reometrii dylatacyjnej powierzchni (analiza profilu kropla/pęcherzyk, ocena modułu dylatacyjnego powierzchni z wkładami sprężystymi – zachowanie energii i lepkości – rozpraszanie energii); metoda wznoszącego się pęcherzyka (umożliwia precyzyjną analizę dynamicznej warstwy adsorpcyjnej (DAL), która wymaga innej analizy niż warstwa adsorpcyjna na nieruchomej powierzchni międzyfazowej). W przypadku metody wznoszącego się pęcherzyka, należy zaznaczyć, że Habilitant nadzorował pracę konstrukcyjną układu pomiarowego realizowane wraz z doktorantem V.Ulaganathanem w Instytucie Koloidów i Powierzchni Międzyfazowych im. Maxa Plancka w Poczdamie (Niemcy). Kolejną techniką była spektroskopia generowania sumarycznych częstotliwości wibracyjnych (SFG) wykorzystana do badania wpływu pH roztworu na stan naładowania elektrycznego warstw adsorpcyjnych BLG. Do precyzyjnego wyznaczenia pokrycia adsorpcyjnego (Γ) Habilitant wykorzystał elipsometrię i reflektometrię neutronową (w dwóch wodnych kontrastach izotopowych: woda dopasowana o kontrastu powietrza i D_2O). Należy podkreślić, że reflektometria neutronowa jest techniką dostępną na liniach synchrotronowych, co wymagało dodatkowego aplikowania o czas pomiarowych (beam time, w ramach wizyt badawczych) jak również posiadania odpowiedniego

przygotowania do pracy z promieniowaniem. Dr Gochev był autorem dwóch takich wniosków i realizatorem badań. Metoda cienkiego filmu ciekłego (TLF) posłużyła do oceny grubości pojedynczych filmów TLF oraz pomiaru ciśnienia rozłączającego Π . Dodatkowo do analizy otrzymanych wyników pomiarowych zastosowano model teoretyczny adsorpcji białek, co umożliwiło porównanie jednocześnie kilku parametrów (m.in. izotermę adsorpcji $\Gamma(c)$) i precyzyjne dopasowanie teorii i wyników eksperymentalnych (badania w pracy H9 – opis warstwy adsorpcyjnej BLG przy różnych wartościach pH 3,5 i 7).

Zaprezentowana rozprawa habilitacyjna skupia się przede wszystkim na wyjaśnieniu, w jaki sposób pH wpływa na mechanizmy stabilizacji pianek z modelowego białka BLG oraz na potwierdzeniu lub uzasadnieniu tej zasady. Prace zarówno badawcze jak i teoretyczne opisane w cyklu artykułów naukowych [H1–H9] dostarczyły niezwykle ważnych i nowatorskich danych:

- zostało wykazane, że cząsteczkowy ładunek elektryczny netto $|Z|(pH)$ kuleczek BLG w roztworze jest głównym czynnikiem, determinującym właściwości odpowiednich warstw adsorpcyjnych na granicy faz W/A roztworu oraz grubości cienkich filmów piankowych;
- na podstawie czułych pomiarów spektroskopowych, Habilitant udowodnił bezpośrednio słuszność (dla BLG), założonej korelacji między stanem naładowania warstwy adsorpcyjnej białka a $Z(pH)$;
- pokazał, iż równanie stanu warstw adsorpcyjnych BLG jest silnie zależne od $|Z|(pH)$ [H9], jest to kluczowe osiągnięcie i mające bardzo istotny wpływ na rozwój dyscypliny;
- zostało wykazane, że rozwijanie się globulek BLG po adsorpcji jest silnie zależne od $|Z|(pH)$ i koreluje z zawartością globulek w środowisku objętościowym roztworu;
- Habilitant dzięki implementacji narzędzi obliczeniowych i pomiarów synchrotronowych rozwiązał strukturę molekularną warstw adsorpcyjnych BLG z rozdzielczością subnanometryczną, pokazując, że heterogeniczne warstwy międzyfazowe BLG mają dyskretną strukturę wielocząsteczkową;
- udowodniono, że tworzenie podwarstwy jest możliwe nie tylko przy $pH \rightarrow pI$, ale również przy $pH \neq pI$, a moduł dylatacyjny E może być efektywnie wykorzystany do detekcji tego zjawiska;
- wyznaczono precyzyjnie grubość monowarstwy ($\approx 1,6$ nm) i udowodniono, że jest praktycznie niezależna od pH;
- biorąc pod uwagę warstwy czarnych filmów Newtona (NFB) z BLG, stwierdzono że wtórna podwarstwa jest nieistotna w procesie tworzenia BLG-NBF i nie wpływa na jego strukturę. Ponadto, Habilitant udowodnił, że BLG-NBF charakteryzuje się



grubością w granicy 5–6 nm i złożony jest z dwóch przylegających monowarstw BLG oddzielonych roztworem elektrolitu ciekłokrystalicznego;

- zaprezentowano, że stabilność BLG-NBF określa stabilność pianki BLG (przeniesienie ze skali nano do mikro).

Dorobek naukowy

Na dorobek naukowy dr. Goergia Gocheva składają się 43 prace (36 prac oryginalnych i 7 artykułów przeglądowych), z czego 36 opublikowanych po doktoracie (29 prac oryginalnych i 7 artykułów przeglądowych). Wszystkie prace znajdują się w bazie JCR. Sumaryczny współczynnik oddziaływania (IF) zgodny z rokiem opublikowania prac wynosi 159,57. Na liście czasopism, w których opublikowane zostały artykuły są pozycje dobre i bardzo dobre, takie jak *Advances in Colloid and Interface Science* ($IF_{2021} = 15,19$), *Journal of Colloid and Interface Science* ($IF_{2021} = 9,965$), *Food Hydrocolloids* ($IF_{2021} = 11,504$), *Current Opinion in Colloid and Interface Science* ($IF_{2021} = 8,209$), *Langmuir* ($IF_{2021} = 4,331$), *Soft Matter* ($IF_{2021} = 4,046$). Prace były cytowane 632 razy (bez autocytowań) wg bazy Scopus (stan na 19.12.2021), na podstawie danych zawartych w załączniku 3. Obecnie ilość ta zwiększyła się do 693 (bez autocytowań) wg bazy Scopus (stan na 19.07.2022). Index Hirsha wynosi 16. Ponadto dr Gochev jest współautorem 9 rozdziałów w 6 książkach i 1 encyklopedii. Habilitant wygłosił wykład plenarny, 2 wykłady na zaproszenie, 2 wykłady typu keynote oraz 8 prezentacji ustnych na konferencjach międzynarodowych. Jego osiągnięcia zostały docenione na arenie międzynarodowej, czego wyrazem jest powierzanie recenzji publikacji naukowych w międzynarodowych czasopismach (30 recenzji zweryfikowanych w bazie Publons).

Jak wynika z przedłożonej dokumentacji dr Goergi Gochev uczestniczył w realizacji 8 projektów, w tym bardzo prestiżowych mających finansowanie z 6 programu ramowego (FP6) 2008-2010 (FP6 NANOPHEN (INCO-CT-2005-106696), DFG 2011–2014: projekt tandemowy "Influence of proteins on the formation and stability of foams" (DFG-199448917 within DFG/AiF-Cluster 5) oraz 2015-2017 "The Physics of Non-Specific Interactions between Biomembranes" (DFG-256222543); czy ERC 2017–2019 "Structure-Property Relations in Aqueous Foam and Their Control on a Molecular Level" (ERC-638278). Obecnie jest wykonawcą w dwóch projektach z NCN 2020 "W poszukiwaniu efektywnych i przyjaznych środowisku spieniaczy i emulgatorów - ilościowy opis stabilności cienkich filmów ciekłych w roztworach 'zielonych' surfaktantów" (NCN OPUS 2017/25/B/ST8/01247) oraz z NAWA 2019 "Smart liquid/gas interfaces with photo-switchable surfactants" (NAWA-DAAD grant

PPN/BIL/2018/1/00093). Szkoda, że do tej pory Habilitant nie kierował żadnym projektem naukowym, ale plany takie zostały zamieszczone w dokumentacji.

Istotnym elementem rozwoju naukowca, poszerzającym zarówno wiedzę jak i umiejętności są staże w innych ośrodkach badawczych, w tej kwestii dr Gochev ma imponujący dorobek poczyniony od krótkoterminowego stażu naukowego w 2010 "Interfacial properties of protein-surfactant mixed layers at the water/hexane interface and corresponding emulsion films" under COST-STSM-ECOST-D43-230210-000000 odbytego w Instytucie Maxa Plancka w Poczdamie (Niemcy) do realizacji 3 staży typu postdoc w prestiżowych ośrodkach pod opieką ekspertów z dziedziny. Na podkreślenie zasługuje imponujący efekt 3 letniego stażu podoktorskiego w grupie dr hab. Millera w Instytucie Maxa Plancka w Poczdamie, tj. wydanie 17 artykułów naukowych, w tym 5 przeglądowych w tematyce warstw międzyfazowych i cienkich filmów ciekłych oraz 5 rozdziałów w książkach prestiżowych wydawnictw. Praca w grupie badawczej dr hab. Millera umożliwiła Habilitantowi zdobycie doświadczenia w dziedzinie dynamiki i reologii warstw adsorpcyjnych na granicy faz ciecz/ciecz jak również w dziedzinie badania białek, surfaktantów, cząstek stałych oraz mieszanin białko/surfaktant i białko/polimer. Dodatkowo był zaangażowany w prace konstrukcyjne instrumentu do badania zderzeń i koalescencji między dwoma pęcherzykami lub dwiema kroplami, wykorzystywanego w jego badaniach naukowych do wyznaczania koalescencji pęcherzyków roztworami BLG. Kolejne dwa staże podoktorskie dały możliwości rozwoju i zaznajomienia się między innymi z metodami powierzchniowo czułymi opartymi na rozpraszaniu neutronów i promieniowania rentgenowskiego oraz fluorescencji rentgenowskiej fali stojącej (SWXF). Staż w grupie prof. Braunschweiga, przyczynił się do rozwinięcia zainteresowań w tematyce wpływu jonów trójwartościowych na właściwości powierzchni białek.

Dorobek organizacyjny i dydaktyczny

Na podstawie danych zawartych w dokumentacji, wskazano, że dr Gochew nie pracował na stanowisku dydaktycznym. Jednakże, należy wskazać, że podczas staży podoktorskich pełnił rolę opiekuna nad dyplomantami (magistranci i doktoranci). W roku 2013 był recenzentem pracy doktorskiej Luis Marii Pérez-Mosquedy z Uniwersytetu w Sewilli (Hiszpania). A ponadto w 2014 członkiem międzynarodowego komitetu ekspertów przy obronie pracy doktorskiej tej samej doktorantki.

Działalność organizacyjna związana jest z pracą redaktora w czasopiśmie "Colloids and Interfaces" (MDPI) (od lutego 2020) oraz pracą redaktora gościnnego w wydaniu specjalnym tego czasopisma "Heterogeneous Interfacial Layers – Implications in Thin Liquid Films and Soft

Colloids" (2020/2021). Ponadto od stycznia 2021 jest członkiem rady redakcyjnej prestiżowego czasopisma "Advances in Colloid and Interface Science" (Elsevier, IF₂₀₂₁ = 15,19).

Wniosek końcowy

Reasumując, całość rozprawy habilitacyjnej dostarcza nowych, bardzo ciekawych i istotnym rezultatów badań, które przyczyniły się do rozwoju dyscypliny naukowej. Biorąc pod uwagę poziom badań, aktywność Habilitanta, a w szczególności odbycie kilku staży w renomowanych ośrodkach zagranicznych i realizacja projektów badawczych, rozprawa spełnia kryteria i wymogi formalne stawiane rozprawom habilitacyjnym (art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 ze zm.). W związku z powyższym, wnoszę o dopuszczenie dr. Georgia Gocheva do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.

