



Wydział Chemii
Uniwersytetu Warszawskiego

Prof. dr hab. Renata Bilewicz
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
Tel. (022) 822 0211, fax. (022) 822 5996

Warszawa, 28.07.2022 r.

***Opinia w sprawie osiągnięć naukowych dr Georgija Gocheva
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego
doktora habilitowanego***

Podstawowe dane o Kandydacie

Georgi Gochev obronił w 2009r. pracę doktorską w Instytucie Chemii Fizycznej Bułgarskiej Akademii Nauk w Sofii. Pracę „Thin emulsion films from aqueous solution of polymeric surfactants” wykonał pod kierunkiem Prof. Dotchi Exerowej. Po doktoracie, przez 3 lata pracował jako badacz w Instytucie Chemii Fizycznej Bułgarskiej Akademii Nauk w Sofii, a w latach 2010-2011, w ramach stypendium, pracował w Zakładzie Biomateriałów Instytutu Koloidów i Powierzchni Międzyfazowych Maxa Plancka w Poczdamie. Staże podoktorskie odbył trzykrotnie w latach 2011-2019, w Instytucie Koloidów i Powierzchni Międzyfazowych im. Maxa Plancka w Poczdamie, kolejno w zespołach Prof. R. Millera, Dr. E. Schnecka oraz Prof. B. Braunschweiga. W 2019r. został zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera w Krakowie, gdzie pracuje do dzisiaj.

Ocena ogólnego dorobku naukowego Kandydata

Dorobek publikacyjny Habilitanta oceniam bardzo pozytywnie. Są to 43 prace w czasopiśmie o międzynarodowym obiegu i 9 rozdziałów w 6 książkach. Prace cytowane były 632 razy. Georgi Gochev, Vamseekhrishna Ulaganathan oraz Reinhard

Miller są również współautorami rozdziału wyczerpująco przedstawiającego tematykę pian w encyklopedii Wileya, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2016, 1–31. Zgodnie z wytycznymi do recenzji podaję tu także dane naukowe: sumaryczny IF Habilitanta wynosi 159.57, a indeks Hirscha: 15.

Pierwsze prace Autora w czasie i po doktoracie poświęcone były badaniom stabilności emulsji olej w wodzie z biopolimerów amfifilowych INuTEC i syntetycznych kopolimerów z serii Pluronic, obecnie często używanych do stabilizacji lipidowych nośników leków (B8, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2011). Za stabilizację tych warstw odpowiadały opisane po raz pierwszy przez zespół w Sofii oddziaływania typu pętla do pętli (loop-to-loop) - pewien typ oddziaływań sterycznych (podobnych do brush-to-brush opisanych wcześniej przez de Gennesa). Oddziaływania te są zależne od stopnia modyfikacji hydrofobowej cząsteczek tworzących warstwę. Filmy emulsyjne oraz piankowe są obszarem szczególnego zainteresowania dr Gocheva (praca B9, *Colloids and Surfaces A*). W czasie pierwszego stypendium w zespole prof. Millera, Habilitant brał udział w konstrukcji oryginalnego instrumentu do badań koalescencji pęcherzyków i był także współautorem kilkunastu prac dotyczących białek, surfaktantów i ich mieszanin. Metody rozpraszania neutronów oraz fluorescencji rentgenowskiej (SWXF) poznał w laboratorium dr. E. Schnecka i wykorzystał do badań struktury mono- i dwuwarstw lipidowych i lipopolimerów na stałych podłożach. Skonstruował też odpowiednie naczynie do badań i wykazał przydatność metody SWXF w badaniach układów zaadsorbowanych na stałych podłożach, w szczególności ustalenia orientacji cząsteczek białka - kazeiny (B34). Pokazując w swym Autoreferacie i pracach wyższość metody SWXF nad innymi, stosowanymi w badaniach struktur międzyfazowych, ich grubości czy orientacji molekuł, dr Gochev nie wspominał o połączonych metodach AFM lub STM z metodą PMIRRAS, które dostarczają równie wartościowych informacji na poziomie molekularnym, pozwalają określić orientację cząsteczkową oraz właśnie grubość warstw.

W czasie trzeciego pobytu naukowego w Niemczech, tym razem w grupie B Braunschweiga, Habilitant zajął się badaniami ładunku powierzchniowego warstw adsorpcyjnych i określeniem wpływu jonów metali w roztworze na ten ładunek (B20 i B30, prace w czasopiśmie *Langmuir* oraz *Soft Matter*). Wśród prac grupy B, wykonanych poza osiągnięciem habilitacyjnym, uważam te prace za istotne, bowiem Autor próbuje w nich wyjaśnić naturę wpływu jonów metali, takich jak Ca^{2+} czy jonów trójwartościowych, na strukturę warstw białkowych.

Dr Gochev przedstawiał rezultaty swoich badań w 5 wykładach konferencyjnych i 8 ustnych komunikatach.

Dr Gochev ma zdolność współpracowania z różnymi naukowcami i w różnych środowiskach naukowych, jednak w niemal wszystkich wyraźnie zaznacza swoją specjalność: badania warstw molekularnych na granicach faz, szczególnie w obecności białek. Brał udział w 8 projektach naukowych europejskich i NCN. Obecnie jest szczególnie zainteresowany ważnymi problemami agregacji białek, powstawaniem nanocząstek oraz włókien białkowych i temu poświęcony jest interesujący przegląd B31 (w *Advances in Colloid and Interface Science*, 2020) oraz złożony projekt Sonaty Bis.

Habilitant jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma *Colloids and Interfaces* oraz *Advances in Colloid and Interface Science*, co także jest dowodem rozpoznawalności w środowisku chemików zajmujących się koloidami, pianami i zjawiskami powierzchniowymi.

***Ocena jednotematycznego cyklu publikacyjnego zgłoszonego
przez Kandydata do postępowania habilitacyjnego***

Materiały habilitacyjne dr Gocheva zawierają niezbędne dokumenty z listą prac ujętych w rozprawie, pełną listą prac i wystąpień konferencyjnych, określeniem udziału współautorów, przebiegiem pracy zawodowej i opisem działalności naukowej. W moim zestawie dokumentów Habilitanta, brakuje informacji o działalności typowo dydaktycznej, popularyzacyjnej i organizacyjnej na rzecz instytucji, w której habilitant jest zatrudniony i to wymaga wyjaśnienia.

Cykl publikacji zgłoszony jako osiągnięcie naukowe do postępowania habilitacyjnego p.t. „Kompleksowy, teoretyczno-eksperymentalny opis wpływu warunków fizykochemicznych na stabilność pian stabilizowanych cząstkami białek.”, obejmuje 9 wieloautorskich prac naukowych opublikowanych w latach 2013-2021 w bardzo dobrych czasopismach naukowych dotyczących koloidów i warstw molekularnych na powierzchniach międzyfazowych. Georgi Gochev jest w 5 z nich pierwszym autorem, a w 7 jest autorem korespondencyjnym. W tych 7 pracach jego wkład można uznać za dominujący na podstawie opinii własnej i oświadczeń współautorów.

Wybrany jako osiągnięcie cykl publikacji jest bardzo spójny – dotyczy bowiem właściwości warstw adsorpcyjnych β -laktoglobuliny na powierzchni woda-powietrze

oraz reologii pian i roli białka stabilizującej pianki i emulsje w zależności od pH. Wiedza uzyskana z tych badań ma bezpośrednie przełożenie na zastosowania układów pianowych i emulsji w procesach i produktach przemysłowych, jak zwalczanie pożarów, flotacja, różne procesy rozdzielania, produkcja detergentów, kosmetyków oraz leków i ogólnie zastosowania w medycynie.

Autoreferat należy czytać po angielsku – jego tłumaczenie na polski jest okropne. Habilitant, w sposób przejrzysty i ciekawy, omawia w angielskiej wersji Autoreferatu historię badań powierzchni międzyfazowej gaz-ciecz oraz pian, a także badań nad koagulacją białek na międzyfazach. Omawia stan wiedzy na temat procesu adsorpcji białek i mechanizmów stabilizacji cienkich filmów przez białko oraz podaje dane literaturowe dotyczące wpływu pH na strukturę warstw. Warto zaznaczyć, że w całym autoreferacie Autor równolegle omawia swoje wyniki oraz dyskutuje wyniki innych autorów i przedstawiane w nich interpretacje danych, zgadzając się z nimi lub im zaprzeczając. Dowodzi to zarówno doświadczenia Habilitanta jak i zaufania do wyników swoich pomiarów.

Cel naukowy badań podjętych przez Habilitanta jest jasny – wiele problemów związanych z adsorpcją białek na międzyfazach, ich strukturą, agregacją, wpływem ładunku zależy od pH oraz stężenia białka i wymagało wyjaśnienia i badań zarówno różnymi metodami eksperymentalnymi, jak i zastosowania teoretycznych modeli termodynamicznych by opisać badane zjawiska. W badaniach starzonych pęcherzyków w roztworach białka β -laktoglobuliny, na podstawie zmian izoterm ciśnienia powierzchniowego zaproponowano tworzenie się początkowo monowarstw, a następnie dwuwarstw na granicy międzyfazowej (H1-H3). Stabilność i grubość warstw pianowych zależała od pH (odległości od punktu izoelektrycznego białka) i mocy jonowej. Aparatura do nowocześniejszych badań eksperymentalnych była dostępna w laboratoriach niemieckich, w których Habilitant przebywał; badania neutronowe prowadził w Instytucie Laue-Langevin w Grenoble, a co także warto podkreślić, wysokiej jakości białko - β -laktoglobulinę uzyskał z laboratorium na Uniwersytecie Technicznym w Monachium (od U. Kulozik). Czystość białka, jak słusznie zauważa Autor, ma bardzo istotny wpływ na strukturę i ładunek warstwy adsorpcyjnej. W pracy H7, na podstawie pomiarów elipsometrycznych oraz neutronowych Autor stwierdził, że w roztworach o różnych pH, ale niskich stężeniach w roztworze powstaje cienka monowarstwa, w wyniku rozwijania się dimerów, w których białko występuje w fazie

objętościowej. Jednakże przy pH 5, czyli w pobliżu punktu izoelektrycznego i wysokich stężeniach białka, warstwy są niejednorodne i składają się z asymetrycznych dwuwarstw: pierwszej dobrze zorganizowanej monowarstwy i drugiej luźnej złożonej z nieuporządkowanych, ale też niezdisocjowanych dimerów białka. Wskazywały na to wyniki pomiarów grubości warstw metodą NL i elipsometrii, a potwierdziły badania reologiczne i analiza powierzchniowego modułu dylatacyjnego. Są to oryginalne wyniki Autora i praca H7 (J. Phys. Chem. B, 2019) według mnie ma duże znaczenie w rozwoju badań warstw adsorpcyjnych na międzyfazach woda/powietrze i ogólnie pracy z białkami na granicach faz, także metodą Langmuira-Blodgett, którą się sama zajmuję.

W badaniach wpływu pH, Autor wykorzystywał zarówno powierzchnie stacjonarne: woda/powietrze (praca H7) jak i niestacjonarne - wznoszącego się pęcherzyka w roztworze (praca H4, Colloids and Surfaces A, 2016). Unikalna metoda poruszającego się pęcherzyka rozwinięta przez Małyse i współpracowników, pozwalająca wyznaczyć profile lokalnej szybkości poruszania się pęcherzyka, umożliwiła Habilitantowi określenie wpływu pH na szybkość wznoszenia pęcherzyka w roztworach β -laktoglobuliny (praca H4), przy czym Habilitant stosował ją w instytucie Maxa Plancka w Poczdamie razem z doktorantem przeszkolonym właśnie w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni w Krakowie. Rezultaty badań stabilności pian i warstewek piankowych w zależności od pH, przedstawione np. w pracach H3 i H8, wskazują, że mimo pewnych podobieństw do warstw adsorpcyjnych, są to układy bardziej złożone i możliwości przewidywania stabilności pian nie zostały jeszcze określone. Autor ma zamiar kontynuować te badania po habilitacji.

Podsumowaniem przewidywań teoretycznych i wyników eksperymentalnych dotyczących charakterystyki międzyfazowej β -laktoglobuliny, jest ostatnia praca w zestawie habilitacyjnym (praca H9, Colloids and Interfaces, 2021), w której przeprowadzono szczegółową analizę parametrów adsorpcji białka oraz właściwości warstw uzyskanych poniżej i powyżej stężenia krytycznego, odpowiadającego tworzeniu dwuwarstw. Potwierdza ona zjawisko pierwotne - rozwijanie się cząsteczek globularnego białka w spłaszczone struktury, tworzące monowarstwy o stężeniu nadmiarowym i organizacji zależnej od ładunku białka. Praca, ze względu na zamieszczone dane teoretyczne i eksperymentalne, daje najpełniejszy obraz zachowania białka na powierzchni woda/powietrze.

Materiał eksperymentalny zebrany w ramach tej habilitacji, logiczny sposób jego uporządkowania i krytyczna analiza budzą moje uznanie - Autor dostarczył swoją pracą ważnych informacji na temat cienkich filmów adsorpcyjnych, oraz grubszych, bardziej heterogenicznych układów wielowarstwowych.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzującego naukę

Nie znalazłam w materiałach danych na temat dorobku dydaktycznego, organizacyjnego lub popularyzującego naukę, co może być prawdopodobnie związane z charakterem zatrudnienia Habilitanta do tej pory. Dorobek dydaktyczny ogranicza się więc do opieki nad doktorantami (Ulaganathan i Won) i magistrantami (Retzlaff), którzy następnie występują jako współautorzy dobrych publikacji Habilitanta, Wskazuje to na umiejętność efektywnej współpracy dr Gocheva z młodszymi naukowcami.

Dr Gochev recenzował jedną pracę doktorską w Sewilli i 27 publikacji w wiodących czasopismach naukowych oraz był zaproszonym edytorem specjalnego numeru Colloids and Interfaces (MDPI) w 2020/2021r, pt. "Heterogeneous Interfacial Layers – Implications in Thin Liquid Films and Soft Colloids".

Habilitant dotąd uczestniczył w grantach NCN i innych jako wykonawca, a nie kierownik. Złożony ostatnio własny projekt na badania, w formie grantu Sonata BIS 11, nie został chyba zakwalifikowany do finansowania.

Podsumowanie

Reasumując, uważam, że całokształt dorobku naukowego, rozległe doświadczenie uzyskane w trakcie pobytów w najlepszych laboratoriach głównie Niemiec, a przede wszystkim oryginalny wkład w rozwój dyscypliny w dziedzinie warstw adsorpcyjnych, uzasadniają wystąpienie do Rady Naukowej o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Gochevowi. Wnoszę więc o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów przewodu.

