

Dr hab. Wojciech Fabianowski

Warszawa, 30 XII 2018

Wydział Chemiczny

Politechnika Warszawska

Noakowskiego 3; 00 664 Warszawa

Tel. (022) 234 7670; kom. 0603980373

e-mail wofab@ch.pw.edu.pl

Opinia o rozprawie doktorskiej mgr Angeliki Kwiatkowskiej
pt. "Nanomodyfikacja membran i nanoenkapsulacja materiału biologicznie aktywnego
dla celów biomedycznych"

Praca pt. " Nanomodyfikacja membran i nanoenkapsulacja materiału biologicznie aktywnego dla celów biomedycznych" została przedłożona przez mgr Angelikę Kwiatkowską Radzie Naukowej Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk jako rozprawa doktorska. Promotorem pracy jest dr hab. inż. Ludomira Granicka, profesor PAN.

Praca przedstawiona jest w formie rozbudowanego, ponad 60-stronicowego wstępu, wprowadzenia, dwóch rozdziałów zawierającego szerokie omówienie zagadnień związanych z bioenkapsulacją materiału biologicznie aktywnego (rozdział 1) i nanotechnologią w służbie inżynierii biomedycznej (rozdział 2), zwarte 15 stronicowe omówienie wykonanych prac, dyskusję otrzymanych wyników, podsumowanie i bibliografię. W drugiej części zatytułowanej Bibliografia podanych jest w postaci 5 Załączników *Charakterystyka technik makro i mikroenkapsulacji materiału biologicznie aktywnego; Polimery stosowane do współpracy z materiałem biologicznie aktywnym; Wzory strukturalne materiałów membranowych* oraz 4 publikacje stanowiące rozprawę doktorską oraz *Oświadczenia* współautorów. Mgr Angelika Kwiatkowska jest współautorką wszystkich omawianych artykułów i w trzech z nich, przede wszystkim w tym według mnie najlepszym „*Stabilized nanosystem of nanocarriers with an immobilized biological factor for anti-tumor therapy*” (Plos One, February 6, 2017) jest wymieniana jako pierwszy autor. Wszystkie artykuły były publikowane w czasopismach *peer-reviewed* a zatem zostały już poddane ocenie i ewentualnej korekcie niemniej ponieważ zostały umieszczone w rozprawie doktorskiej zostaną również omówione pod kątem przydatności merytorycznej do omawianej pracy doktorskiej. Układ pracy jest zatem dość nietypowy ale dla czytelnika jasny i przekonujący.

Część pierwsza to rozbudowane wprowadzenie, zawierające przemyslenia mgr Angeliki Kwiatkowskiej a część druga to formalnie zszywka z artykułów ale też wzbogacona o zwięzłe skróty podkreślające osiągnięte wyniki.

W współczesnej technice i w badaniach naukowych można wyróżnić kilka takich wiodących zagadnień, wybranych „*hot topics*”, na których koncentruje się większość wykonywanych ówczesnie prac badawczych. Oczywiście każdy może mieć swoją własną listę „preferowanych kierunków badawczych” i tak się dzieje na przykład w niektórych krajach. Na przykład w USA młodzi badacze są skoncentrowani na nowych technikach i programach komputerowych, problemach AI, sposobach generowania energii a szczególnie jej gromadzenia a starsze pokolenie preferuje nowe metody diagnostyki medycznej, bardziej skuteczne i korzystne metody leczenia chorób zwłaszcza nowotworowych, sposoby dozowania leków, możliwości transplantologii i hodowli komórkowych, tworzenie nowych lub regeneracja tkanek. Jedna grupa ma zapał młodości, druga grupa decyduje o funduszach. Rzadko się zdarza, że komuś uda się połączyć te dwa podejścia, zaangażowanie nanotechnologii do rozwiązywania współczesnych problemów medycznych. W rozprawie doktorskiej mgr Angeliki Kwiatkowskiej mamy właśnie do czynienia z takim przypadkiem. Można by powiedzieć *chapeaux bas*. Zwłaszcza, że teraz ich nie ma a kiedyś były pomocne problemy węzłowe i pozwalały na ukierunkowanie i ważnych tematycznie zagadnień i zapewnić ich finansowanie.

Ważnym zagadnieniem współczesnej zarówno technologii na skalę przemysłową jak i nanotechnologii, na poziomie nanometrycznym pojedynczych komórek, są problemy selektywnego transportu, rozpoznania i rozdziału. W Naturze nie są do tego celu stosowane procesy technologiczne jak rafinacja, destylacja frakcjonowana, wymagające podwyższonej temperatury i obniżonego ciśnienia. Wszystko rozgrywa się w temperaturze 37°C, w roztworze wodnym i przy normlanym ciśnieniu przy pomocy biwarstw tworzących błonę komórkową a dokładniej wbudowanych w nie selektywnych protein kanałowych. Poznanie tych mechanizmów, zrozumienie działania a potem opracowanie metod ich powtarzania, odtwarzania lub nawet ulepszania ma kluczowe znaczenie w współczesnej medycynie. Obecnie trudno spodziewać się na przykład opracowania nowych leków, nowych substancji biologicznie aktywnych i wynika to głównie z kosztowych badań aprobujących FDA. Wykorzystanie już znanych substancji, ich selektywne docelowe nakierowanie, skontaktowanie z chorymi lub innymi wybranymi komórkami to są współczesne wyzwanie i w tym kierunku warto podążać. Przedłożona rozprawa doktorska mgr Angeliki Kwiatkowskiej dobrze wpisuje się w ten właśnie kierunek badań.

Analizując już sam spis treści jak i omówienie poszczególnych treści rozdziałów pozornie pokrywa się z typowymi opracowaniami na temat inżynierii materiałowej. To, co wyróżnia pracę doktorską mgr Angeliki Kwiatkowskiej to dojrzałość treści, waga przedstawianych przemysłów. Widać, że PT Autorka wie co pisze, w odróżnieniu od podobnych prac, gdzie Autorzy piszą co wiedzą. Tekst opracowania czyta się nie tylko z ciekawością ale i z autentycznym szacunkiem dla przemysłów PT Autorki. Oczywiście, że zdarzają się też niedociągnięcia ale zostanie to dalej omówione w niniejszej recenzji.

Zaskoczył mnie fragment na str 14 Wprowadzenia. Czytałem z zainteresowaniem, zwłaszcza akapit o *...okazie zdrowia i Królu Młodości w sześćdziesiątej ósmej wiosnie życia...*(bo akurat wtedy miałem tyle samo ale nie byłem ani okazem ani Królem...) kto jest autorem tego ciekawego SF fragmentu. Okazało się, że jest to próbka niewątpliwego talentu literackiego PT Autorki. Oraz, co jest ważniejsze, wymieniony w rozdziale *Biotoniczny człowiek – co przyniesie przyszłość*, str 15 – 17 pokazuje, że PT Autorka dobrze rozumie współczesne możliwości i wyzwania i jednocześnie też ograniczenia, jakie winny być stawiane wszystkim możliwym poszukiwaniom.

Przedstawiona rozprawa doktorska mgr Angeliki Kwiatkowskiej charakteryzuje się dwiema cechami: po pierwsze dojrzałością przedstawionych sformułowań, wyważenie argumentów pro i kontra, brak egzaltacji, nadaktywności literackiej a raczej chłodne, wyważona ocena faktów. I druga cecha, pozornie odległa a jednak też związana z pierwszą cechą – estetyka pracy. Prawie nie ma drobnych literówek, ładnie dobrana czcionka, czytelne rysunki, nawet wyjątkowej jakości papier sprawia wrażenie, że mamy raczej do czynienia z wydawnictwem albumowym a nie z rozprawą doktorską. Ta druga cecha jest związana – upraszczając - z pierwszą – dobre treści są ładnie opakowane. Gratuluję mgr Angelice Kwiatkowskiej dojrzałości w argumentacji (na przykład rozdział o toksyczności nanomateriałów str 44 – 50) przedstawionej w estetycznej formie. Opisane rozważania dotyczące leków, nanocząstek, sposobów dozowania, zapobieganiu zakażeniom są prawie kompletne i można je tylko uzupełnić drobnymi uwagami. Przykładowo opisując możliwości wprowadzenia nowych leków (str 51 rozdział 2.4.1) można uzupełnić o koszty wprowadzenia a dokładniej dopuszczenia nawet tylko do prób klinicznych przez FDA nie znanych wcześniej substancji jako czynniki lecznicze są obecnie liczone już nie w mln USD ale sięgają mld USD i z tego też powodu gros prac poświęconych jest nowym formom podawania leków a nie nowej strukturze chemicznej. Dodatkową cechą wyróżniającą pracę mgr Angeliki Kwiatkowskiej jest wielotorowość (str 60, 61) zainteresowań – systemem dozowania leków do komórek nowotworowych; funkcjonalizacji powierzchni tworzyw sztucznych (w tym

przypadku głównie poli(chlorku winylu)) w celu zapewnienia właściwości antybakteryjnych; sterowanie procesem adhezji komórek poprzez konstrukcję silnie spolaryzowanej cienkiej warstwy na podłożu poliuretanowym; szczególnie cenna współpraca z genetykami z Uniwersytetu Warszawskiego w poszukiwaniu nowych dróg do doprowadzenia do apoptozy komórek nowotworowych. Konstrukcja cienkich warstw polielektrolitowych z polietylenoiminy i kwasu hialuronowego z wbudowanymi (jak rodzynki w cieście) kompleksami transferyny to obiecująca metoda do opracowania nowych dróg terapeutycznych. Do tych wszystkich rozważań poza oceną aktywności biologicznej ważne są pomiary fizykochemiczne. Pełnią one rolę pomocniczą, bo decydująca rola należy się odpowiedzi biologicznej ale wyniki z prac doświadczalnych i technik instrumentalnych dają cenne wskazówki w wyborze właściwej metodyki postępowania. Mgr Angelika Kwiatkowska stosuje szereg metod badawczych wspomnianych na stronach 64 – 74 jak FTIR, TEM, SEM, HRTEM, EDX, AFM, pomiary dyfuzji, cytometria przepływowa i warto tutaj dodać, że metody te są zwykle żmudne, czasochłonne, wrażliwe na sposób przygotowania próbek, otrzymanie poprawnych wyników i właściwa ich interpretacja wymaga poza oczywiście własną wiedzą indywidualnych zdolności manualnych, czystości lub umiejętności współpracy z operatorami, co też jest ważne i wymagają pewnych cech osobowych. Nie każdy z badaczy daje rady sprostać tym wymaganiom a odnoszę wrażenie, że mgr Angelika Kwiatkowska dała sobie rady. Część pierwsza zakończona jest porządnie wykonaną bibliografią zawierającą 258 publikacji podanych w pełnej wersji źródłowej i z kompletnymi tytułami. Jest też jedna moja publikacja [100] w dodatku nie oceniona krytycznie.

Z obowiązku recenzenta muszę jednak wykazać pewne braki czy inne literówki, na jakie natrafiłem w pracy pani mgr Angeliki Kwiatkowskiej. Na stronie iv pojawia się (i potem też w pracy i w jednym z oświadczeń) *suport*, dla mnie to niepoprawny anglicyzm, wolałbym podkład, nośnik. Na tej samej stronie pojawia się niewymieniony w wykazie stosowanych skrótów LLO. Na str v winno być poli(chlorku winylu). Trochę omyłek znajduje się na str viii i ix (*Wykaz stosowanych skrótów*), chyba był pisany już w dużym pośpiechu bo DDS to nie system kontrolowanego dozowania leków (winno być CDR); HEMA to metakrylan 2-hydroksyetylu tylko; MMA to metakrylan metylu; MSDS to pewnie Material Safety Data Sheet; PMMA to poli(metakrylan metylu); PTFE to politetrafluoroetylen; PPS to raczej poli(siarczek fenylenu) a nie PSS. Na str 32 winno byćukładu poli(glikolu etylenowego)....; na str 34 ...materiałów wielkocząsteczkowych...; na str 36 ...magnetycznych nanocząstek żelaza (Fe_3O_4)... oaz ...politetrafluoroetylen (PTFE)...; na str 42 w tabeli 1...polikaprolakton...; na str 56 ...winno być ... poli(metakrylanu metylu)...; na str

59 i 60 ...plastyfikowanym poli(chlorkiem winylu)...; na str 60 ...oraz nanoenkapsulacji...; na str 64 nie ...siły adhezji.. ale ..energia adhezji.. bo podana wartość jest w J a nie w N; podawanie wartości kąta zwilżania z dokładnością do setnych części jest przesadą, winno być z dokładnością do 0.5^0 ; na str 73 winno być ...wynosi 150 kDa... (dodanie spacji); na str 95 zamiast w tytule *Ekstruzja (wyciskanie)* winno być *Ekstruzja (wytłaczanie)* oraz dalej w tekście ...powstają tzw. Dżety (ang. jets)...; na str 99 winno być ...np. polidimetylosiloksanu (PDMS)... W ogóle ten fragment należałoby nieco zmienić, PDMS nie jest reaktywny, nie jest termo ani chemoutwardzalny, jest obojętny chemicznie. Dopiero modyfikowany PDMS, z wbudowanymi grupami OH; OC_2H_5 ; $\text{CH}=\text{CH}_2$; H jest reaktywny a szczególnie chemoreaktywny (na przykład Sylgard 184), w wyniku reakcji addycji i w konsekwencji połączenia łańcuchów zawierających grupy winylowe i wodór i ta reakcja katalizowana jest nie tyle przez temperaturę co związki platynooorganiczne. Na str 102 zamiast ..do ogrzewania pistoletu drukarki.. winno być ...do ogrzewania głowicy, dyszy.... Na str 103 winno być ..powierzchnię superhydrofobową wykorzystano modyfikowany polistyren.. bo kąt zwilżania dla zwykłego PS wynosi około 90^0 . Koniecznie trzeba tutaj dodać, że te wszystkie wyszczególnione literówki wynikają z mojego wrodzonego malkontenctwa, bo szczerze mówiąc, praca jest wyjątkowo porządnie zredagowana, pięknie wydrukowana na dobrym błyszczącym papierze i pod względem edytorskim jest bez zarzutu.

Praca doktorska mgr Angeliki Kwiatkowskiej składa się jak to już wspomniano wcześniej z dwóch zasadniczych części. Pierwsza to szeroki przegląd wykonanych prac na tle osiągnięć uzyskanych przez innych badaczy oraz zestawu Załączników. Załączniki same w sobie są pełnoprawnymi rozdziałami, są rodzajem skondensowanego przewodnika po tak szerokiej dziedzinie wiedzy jakim są nanomateriały, nanotechnologie testowane i stosowane w współczesnej medycynie. Załącznik 1 to – *Charakterystyka technik makro- i mikroenkapsulacji materiału biologicznie aktywnego*. Sam pomysł treści tego załącznika ciekawy, szybko rozwijające się techniki zwłaszcza konstruowania i charakteryzowania cienkich warstw, powierzchni nie są powszechnie znane ani też nie są często jeszcze opisane w tradycyjnych materiałach książkowych. Często są to zapożyczenia z innych dziedzin, na przykład z mikroelektroniki. Warto byłoby zebrać je w szerszy sposób i opublikować w postaci książkowej na przykład w serii *Biomateriały* wydawanych przez PAN. Ale konieczne jest uzupełnienie opisów stosowanych technik (mikroekstruzja, fotolitografia...) diagramami, poglądowymi rysunkami opisującymi daną technikę. Wtedy dopiero staje się to w pełni zrozumiałe. W całym Załączniku 1 nie ma ani jednej ilustracji. Na 33 podanych referencji nie ma ani jednego rysunku. To rzeczywiście niedopatrzenia na szczęście łatwe do uzupełnienia.

W Załączniku 2 – *Polimery stosowane do współpracy z materiałem biologicznie aktywnym* - niestety jest więcej zastrzeżeń. Ten załącznik wygląda na niedopracowany, brakuje krótkiego wprowadzenia. Jest to widoczne, bo sam załącznik zaczyna się od tabeli 6 aż do tabeli 9 i zawiera 260 (podano 261) referencji. Szkoda dla mnie, że nie przypomniano książki dr Danuty Kalińskiej „*Tworzywa sztuczne w medycynie. WNT 1970*” gdzie wymieniono podział ze względu na miejsce stosowania wyrobów polimerowych w technice medycznej (zewnętrzny, kontakt bezpośredni krótkotrwały, kontakt bezpośredni długotrwały) i ze względu na znaczenie praktyczne i ekonomiczne. Największe znaczenie mają polimery wielkotonazowe stosowane w kontakcie zewnętrznym (wężyki, torebki, pojemniki na mocz, pojemniki kałowe z szpatułką przymocowana do pokrywki, rękawiczki, folie osłonowe i torebki, pojemniki na leki. Nie są z punktu widzenia publikacyjnego ani z punktu widzenia zdobywania punktów do kolejnych tytułów naukowych tak spektakularne osiągnięcia jak na przykład materiał atrombogenny na sztuczne zastawki dosercowe ale z punktu widzenia praktyki lekarskiej, pomaganiu w przywracaniu zdrowia czy wręcz normalnej praktyki lekarskiej mają nieocenione i niestety często pomijane znaczenie. Również w urządzeniach medycznych kontaktujących się z pacjentem ponad połowa zastosowań to sztuczna nerka i takich opisów „porządkujących”, oddzielających rozwiązania znane, stosowane od tych też ważnych ale wciąż na etapie laboratoryjnym dla mnie w tym załączniku 2 zabrakło. Za to zgromadzono tam ogromną wiedzę specjalistyczną i dobry zbiór referencji i też warto byłoby, gdyby ten załącznik znalazł się w postaci odrębnego artykułu przeglądowego. W Załączniku 3 – *Wzory strukturalne materiałów membranowych* – podobnie jak w załączniku 2 zabrakło kilku słów wprowadzenia i uporządkowania zawartych wzorów. Należałoby oddzielić wzory polimerów syntetycznych, wielkotonazowych jak PP; modyfikowany PS czyli PSS; dodać PCW; od dalszych syntetycznych specjalistycznych jak PEO; PNIPAm; PEI oraz polimery pochodzenia naturalnego jak celuloza, agaroza. Wzór MDI to nie jest PU, to jeden z dwóch głównych substratów. Sądzę, że ten załącznik 3 warto mieć w swoim komputerze ale nie powinien się znaleźć w publikacji doktorskiej. Podobnie jest z Załącznikiem 5 – znalazł się w rozprawie doktorskiej z powodów formalnych ale dla czytelnika jest moim zdaniem całkowicie zbędnym i wręcz niestosownym. Skoro Autor publikacji uważa za stosowne podanie jako współautora osobę X to trzeba mieć zaufanie to osoby Autora i zgodzić się z tym. Bo zaufanie to układ 0;1 – albo się je ma albo nie ma. „Chowanie” się za „oświadczenia” jest według mnie zbędne. Cenny dla mnie na przykład jest sam fakt współpracy z profesorem A. Chwojnowskim czy dr C. Wojciechowskim i nie potrzebuję wyjaśnień, że pomógł ...redagować manuskrypt... czy przygotować ...suport...(cokolwiek by to znaczyło). W

Załączniku 4 podano publikacje stanowiące rozprawę doktorską. Pierwszy artykuł „*Stabilized nanosystem of nanocarriers with an immobilized biological factor for anti-tumor therapy*” autorstwa A. Kwiatkowskiej, L.H. Granickiej, A. Grzechkiewicz, R. Stachowiak, M. Kamiński, Z. Grubek, J. Bielecki, M. Strawski, M. Szklarczyk został opublikowany w Plos One, February 6, w 2017 roku. To liczące się w świecie naukowym czasopismo, o IF = 4.492 przyjmuje tylko najlepsze opracowania z dziedziny tak ważnej jaką jest medycyna i ochrona zdrowia ludzkiego realizowane z powołaniem się na może w ostatnich latach nadmiernie eksploatowane ale wciąż znaczące słowo „nano”. To duże wyróżnienie dla mgr Angeliki Kwiatkowskiej, że współautorzy zdecydowali się na umieszczenie właśnie jej nazwiska jako pierwszego autora. Jest też to bezpośredni dowód na wkład mgr Angeliki Kwiatkowskiej w powstanie tego opracowania świetnie wpisującego się w strategię CDR. Zaproponowano czynnik leczniczy pochodzenia biologicznego, jego kontrolowane dozowanie i uwalnianie wymuszające apoptozę komórek nowotworowych. Został sprawdzony w działaniu in vitro. Mam nadzieję, że ten ważny temat będzie po uzyskaniu odpowiednich zezwoleń kontynuowany z współautorstwem lekarzy pracujących w lecznictwie zamkniętym i będzie to również tematem kolejnej tak ważnej publikacji.

W artykule drugim „*Gold Nanoparticle – Modified Poly(vinyl chloride) Surface with Improved Antimicrobial Properties for Medical Devices*” autorstwa A. Kwiatkowskiej, L.H. Granickiej, A. Grzechkiewicz, R. Stachowiak, P. Bącal, K. Sobczak, M. Darowski, M. Kozarski, J. Bielecki opublikowanego w Journal Biomedical Nanotechnology vol. 14, 1 – 11 w roku 2018. To liczące się w świecie naukowym czasopismo posiada wyjątkowo wysoki IF = 5.287 Ciekawy pomysł zapewnienia właściwości antybakteryjnych za pomocą nanocząstek Au osadzonych na rurkach kraniowych wykonanych z poli(chloru winylu). Ważny temat bo wyroby z PCW znajdują szerokie zastosowanie w technice medycznej, sam poli(chlorek winylu) to jeden z podstawowych polimerów stosowanych w wyrobach I stopnia (kontakt zewnętrzny) i II stopnia (krótkotrwały kontakt bezpośredni). Zapobieganie zakażeniom bakteryjnym i wynikającym stąd powikłaniom to jeden z poważnych wciąż nie do końca rozwiązany problem współczesnej medycyny.

W artykule trzecim, „*Nanothin polyelectrolyte layers for biotechnological applications*” autorstwa A. Kwiatkowskiej, L.H. Granickiej, A. Grzechkiewicz, A. Chwojnowski, C. Wojciechowski opublikowany został w Desalination and Water Treatment, vol. 64, 260 – 265 w 2017 roku. Wartość IF tego czasopisma wynosi 1.631. Wykorzystano możliwości budowy specyficznego „opłaszczania” komórek metodą LbL wciąż nie do końca wykorzystanej koncepcji budowy warstw polielektrolitowych autorstwa G. Dechera i J.

Schmitta. Ciekawa praca, zwłaszcza, że filmy polielektrolitowe zbudowane z polilizyny-alginianu i polilizyny-polietylenoiminy nie wykazywały cytotoksyczności w stosunku do linii komórkowej WEHI – 164. Temat pracy rozwojowy, raz, że grupa boczna aminowa w lizynie może być wykorzystana do „doczepiania” kolejnych receptorów czy innych aktywnych biochemiczne cząstek, po drugie filmy osadzono na poliuretanie – polimerze wyjątkowo często stosowanym w współczesnej zwłaszcza zaawansowanej technice medycznej.

W artykule czwartym „*The membrane composite with silver nanoparticles for fibroblastic cell growth sustaining*” autorstwa M. Drabik, B. Kazimerczak, M. Antosiak – Iwańska, A. Kwiatkowska, L. Granicka opublikowanym w *Desalination and Water Treatment*, vol. 101, 70 – 76 w 2018 roku. Wartość IF tego czasopisma wynosi 1.383. Praca dotyczy otrzymania podkładów zapewniających wzrost i różnicowanie się komórek adhezyjnych eukariotycznych przy jednoczesnym zapewnieniu właściwości antybakteryjnych. Bardzo przydatne przy leczeniu wszelkiego rodzaju ran, nacięć skóry czyli w plastrach, bandażach. Podobnie jak w artykule poprzednim wykorzystano do modyfikacji powierzchniowej cienkie warstwy polielektrolitowe z wbudowanymi nanocząstkami Ag.

Łączna wartość IF z czterech artykułów wynosi 12.793. Warto dodać, że wszystkie omawiane prace były wykonane w krajowych laboratoriach, przy dobrej współpracy naukowców z IBiB i kilku wydziałów Uniwersytetu Warszawskiego. To znaczy, że można prowadzić prace badawcze na wysokim poziomie w warunkach krajowych. Jest to też bardzo ładny wynik publikacyjny, dobrze odzwierciedlający osiągnięcia mgr Angeliki Kwiatkowskiej. Wymienione wcześniej pewne niedostatki w żaden sposób nie pomniejszają wartości pracy ani nie zmieniają wcześniej przedstawionych ocen dorobku. Mgr Angelika Kwiatkowska wykonała bardzo dużą pracę doświadczalną, sukcesem są zwłaszcza prace dotyczące oddziaływań warstwy polielektrolitowej – żywe komórki, w sposób zwięzły i logiczny wszystko opracowała i opublikowała. Pani mgr Angelikę Kwiatkowską wykazała się dużymi zdolnościami eksperymentatorskimi, dużą sprawnością i przenikliwością w interpretacji wyników, a zwłaszcza zdolnościami do eleganckiego i przekonującego sposobu przekazywania otrzymanych rezultatów. Pani mgr Angelika Kwiatkowska jest dobrze przygotowana do prowadzenia samodzielnych badań i rozwiązywania ambitnych zadań. Dlatego jestem przekonany, że rozprawa ta spełnia ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane pracom tego rodzaju i wnoszę o dopuszczenie pani mgr Angelikę Kwiatkowską do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Praca doktorska z reguły jest poważnym przedsięwzięciem i zwykle zawiera wyniki licznych prac doświadczalnych wraz z ich omówieniem. Słabiej jest z znalezieniem ogólnych

zależności i w ogóle z szerszą interpretacją opisywanych zjawisk. Przejście od szczegółu do ogółu jeżeli ma być wartościowym opisem jest trudne i rzadko mi się zdarza czytać prace doktorskie, gdzie to jest spełnione. Aczkolwiek wszystkie prace, z których pisałem recenzje spełniały warunek podstawowy – były dobrym opisem wykonanych doświadczeń. W przypadku pracy doktorskiej mgr Angeliki Kwiatkowskiej mamy do czynienia z tym rzadkim i przez to cennym przypadkiem osoby dokonującej poważnych, przemyślanych uogólnień. Dlatego z przekonaniem wnioskuję nie tylko o dopuszczenie ale też o wyróżnienie tej właśnie rozprawy doktorskiej.



(Wojciech Fabianowski)