



**Prof. dr hab. inż. Juliusz Pernak**

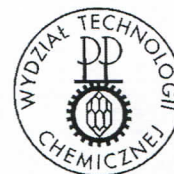
POLITECHNIKA POZNAŃSKA, WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ

INSTYTUT TECHNOLOGII I INŻYNIERII CHEMICZNEJ

ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań

tel.(61) 665 3682 fax (61) 665 3649

e-mail: juliusz.pernak@put.poznan.pl



Poznań, 25.09.2017

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Sławomira Jana Drozdka

pt. *Synteza i właściwości nanonośników polimerowych dla zastosowań teranostycznych*

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Sławomira Drozdka powstała na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, pod promotorstwem prof. dr hab. inż. Kazimierzy Wilk, przy udziale promotora pomocniczego dr inż. Urszuli Bazylińskiej. Wykonana praca doktorska jest integralnie związana z uprawianą tematyką naukową Pani Profesor i wpisuje się w zakres badań naukowych prowadzonych w Zakładzie Technologii Organicznej i Farmaceutycznej Politechniki Wrocławskiej.

Doktorant postawił sobie ambitny cel, polegający na opracowaniu nowych nanonośników polimerowych z rdzeniem olejowym do koenkapsulacji czynników terapeutycznych z czynnikami diagnostycznymi. Możliwe to okazało się dzięki opracowaniu metodyki badawczej z wykorzystaniem metody nanoprecypitacji oraz metody emulsyjno-dyfuzyjnej. Jednocześnie zostały wybrane techniki badawcze pozwalające prawidłowo wyznaczyć właściwości fizykochemiczne oraz morfologię syntezowanych produktów. Zaplanowany został również aspekt praktycznego zastosowania otrzymanych nanoukładów. Po zapoznaniu się z rozprawą

doktorską stwierdzam, że postawiony cel został osiągnięty na bardzo dobrym poziomie naukowym.

Przedstawiona do recenzji praca została wykonana w ramach grantu OPUS, przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki **2012/05/B/ST4/00095**, o tytule: „Wielofunkcyjne nanonośniki dla teranostyki i ich oddziaływanie ze światłem”.

Mgr Sławomir Drozdek zawarł treść swoich badań w monografii doktorskiej liczącej 136 stron, co moim zdaniem jest prawidłową objętością. Składa się ona z następujących części: spisu symboli i oznaczeń, streszczenia, części teoretycznej, celu i założeń pracy, części doświadczalnej, dyskusji wyników, wniosków, zestawienia cytowanego piśmiennictwa i załączników.

Wyniki stanowiące część rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w następujących czasopismach: *Langmuir*, *Colloid and Polymer* i *Journal of Physical Chemistry C*. Sygnalizowana w streszczeniu praca autorów: Michał Chudy, Elżbieta Jastrzębska, Katarzyna Tokarska, Magdalena Bułka, Sławomir Drozdek, Łukasz Lamch, Kazimiera A. Wilk, Zbigniew Brzózka, jest po pozytywnych recenzjach dla *Biosensors and Bioelectronics* (Impact Factor = 7,78). Ranga naukowa wszystkich czterech czasopism jest bardzo wysoka. Prace w nich zgłoszone do opublikowania są szczegółowo analizowane przez wybitnych naukowców. Doktorant w monografii kilkakrotnie odwołuje się do nich.

Ponadto w Jego dorobku jest polski patent. Autor monografii na stronie dziewiątej o tym patencie pisze „patent o zasięgu międzynarodowym”. Jak to zinterpretować włącznie z zapisem PL407664 i PL224603?

Część teoretyczna obejmuje 44% całości pracy. Omówione zostały nanonośniki w technologii farmaceutycznej, koenkapsulacje czynników diagnostycznych i terapeutycznych w układach koloidalnych oraz technologiczne i farmaceutyczne aspekty nanonośników.



Poruszane zagadnienia są bardzo dobrze opracowane. Dokładnie zapoznają czytelnika z tematyką rozprawy doktorskiej, co uzasadnia tak obszerną część literaturową. Cytowane piśmiennictwo zostało zestawione w oddzielnej części zatytułowanej *Literatura*. Łącznie cytowane są 230 pozycje. Wybór publikacji jest uzasadniony, dobrze przemyślany i wskazuje na opanowanie bogatego piśmiennictwa z obszaru wybranej dziedziny.

Do tej części mam prośbę o wyjaśnienie zacytowanych dwóch pozycji: 154 i 155.

Część doświadczalna obejmuje: materiały, metody badawcze, charakterystykę fizykochemiczną nanonośników oraz mikroskopowe techniki obrazowania. Na uwagę zasługuje fakt współpracy z zespołami badawczymi macierzystej uczelni (szczególnie z grupą naukową prof. Marka Samocia z Wydziału Chemicznego), jak i Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, z wykorzystaniem drogiej aparatury naukowej zakupionej w ostatnich latach. Jest również udokumentowana współpraca z Katedrą i Zakładem Biochemii Lekarskiej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu. Ostatecznie współpraca ta zaowocowała wspólnymi publikacjami.

Drugą obszerną częścią pracy obejmującą 32% całości monografii stanowi dyskusja wyników. Część dotycząca syntezy obejmuje nanonośniki otrzymane metodą nanoprecypitacji międzyfazowej przeznaczonych do koenkapsulacji organicznych czynników diagnostycznych i terapeutycznych oraz nanonośniki syntezowane metodą emulsyjno-dyfuzyjną w kierunku koenkapsulacji nieorganicznych czynników diagnostycznych i organicznych terapeutyków. Produkty po zdefiniowaniu zostały użyte w ustaleniu ich właściwości teranostycznych.

Doktorant z dużą starannością opracował najkorzystniejsze warunki otrzymania zaplanowanych nanonośników. Przekonywujący jest dobór odpowiednich biokompatybilnych substratów oraz ustalony stosunek fazy organicznej do fazy wodnej. Poprawna jest również charakterystyka otrzymanych nanokapsuł pod kątem rozmiaru, polidispersyjności i wartości

potencjału zeta. Jak wynika z zamieszczonych danych syntezowane produkty były stabilne w czasie podczas przechowywania bez dostępu światła.

Doktorant we wniosku drugim na stronie 119 napisał, że „wydajność procesu koenkapsulacji, w oparciu o różne kombinacje polimerów i faz olejowych, pozostaje charakterystyczna dla danego układu”. Przy opisie reakcji podajemy wydajność, selektywność i czas osiągnięcia stanu równowagowego w stałej temperaturze. Proszę o wyjaśnienie, czy w przeprowadzonych syntezach można te wielkości określić? Jednocześnie nasuwa się pytanie, czy w wybranych metodach powstają produkty uboczne?

Podczas czytania monografii zastanawiałem się, czy ligand stabilizujący heksadecyloaminę z kwasem oleinowym nie jest przypadkowo protonową cieczą jonową, a może jest parą jonową? Odpowiedź na to pytanie może poprawić interpretację uzyskanych wyników, a może otworzy nowy obszar badawczy.

W nowatorski charakter pracy doktorskiej wpisuje się synteza nowych nanonośników załadowanych hydrofobowymi kropkami kwantowymi z cytostatykiem, jak i nanoukładów, w których enkapsulowano kropki kwantowe z fotouczulaczem. Ponadto wykazanie w badaniach *in vitro*, że syntezowane nanonośniki są efektywnymi bezpiecznymi dla komórek nanoteranostykami. Z uznaniem odnotowałem współpracę doktoranta z grupami naukowymi środowiska wrocławskiego.

Generalnie użyte w monografii nazewnictwo związków chemicznych jest zgodne z obowiązującymi kryteriami. Pojawił się siarczan cynku (II) i tlenek krzemu (IV) zamiast siarczan cynku(II) i tlenek krzemu(IV) czy dodecylamina, heksadecylamina zamiast dodecyloamina, heksadecyloamina. Podany wzór mitoksantronu w tabeli 2.11 nie jest kompletny. W tabeli 4.1 na stronie 60 jest wyszczególniony polioksyetylenowany olej rącznikowy, znany mi jako olej rycynowy, wraz z wzorem strukturalnym. Czy przedstawiona struktura jest poprawna?



W monografii czas jest podawany w sekundach i godzinach, niepotrzebnie został w opisach podany w h.

Doktorant udowodnił, że potrafi planować eksperymenty, budować stanowiska badawcze na bardzo dobrym poziomie naukowym i wnikliwie oceniać uzyskane wyniki, wyprowadzając poprawne wnioski. Pokazał, jak można realizować pracę doktorską od pomysłu do aplikacji. Jestem pod wrażeniem wykonanej pracy eksperymentalnej i interpretacji uzyskanych wyników.

**Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska spełnia wymogi ustawy z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z 16 kwietnia 2003 r.) „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” i wnioskuję do Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Pana mgr. inż. Sławomira Jana Drozdka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

**Doceniając dokonania Doktoranta, uzyskane wyniki oraz fakt ich opublikowania w renomowanych czasopismach naukowych (sumaryczny IF czterech opublikowanych prac wysoki 18,64) upoważnia mnie do przedłożenia wniosku o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.**

