



Wojskowa
Akademia
Techniczna

Instytut
Optoelektroniki 

płk dr hab. inż. Bartłomiej Jankiewicz, prof. WAT

Warszawa, dn. 22.12.2025 r.

Instytut Optoelektroniki

Wojskowa Akademia Techniczna

ul. gen. S. Kaliskiego 2

00-908 Warszawa

RECENZJA

pracy doktorskiej Pani mgr Katarzyny Bednarczyk

pt. **„Badanie przemian kwasu taninowego w koloidach nanocząstek srebra”**

przygotowanej w Katedrze Technologii i Chemii Materiałów
Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego pod kierunkiem promotora dr hab. Katarzyny
Ranoszek-Soliwody, prof. UŁ

Podstawa prawna opracowania recenzji:

*Recenzja została wykonana na podstawie uchwały Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne z dnia 29 października 2025 roku, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późn. zm.), na zlecenie Przewodniczącego Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne Pana prof. dr. hab. Rafała Głowackiego z dnia 29 października 2025 r. oraz pracy doktorskiej pt. **„Badanie przemian kwasu taninowego w koloidach nanocząstek srebra”**.*

1. Ogólna charakterystyka pracy doktorskiej

Praca doktorska mgr Katarzyny Bednarczyk została wykonana w Katedrze Technologii i Chemii Materiałów Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego pod kierunkiem Pani dr hab. Katarzyny Ranoszek-Soliwody, prof. UŁ. Praca podejmuje ciekawą tematykę badawczą, jaką są zachodzące w czasie przemiany kwasu taninowego stabilizującego nanocząstki srebra otrzymane z jego zastosowaniem. Mając na uwadze właściwości fizykochemiczne, a przede wszystkim właściwości przeciwdrobnoustrojowe, nanocząstek srebra i kwasu taninowego, ich połączenie daje nanomateriał o dużym potencjale aplikacyjnym w medycynie. Przedstawione i opisane w pracy badania oraz analizy mieszczą się w obszarze tematycznym dyscypliny nauki chemiczne.

2. Ocena pracy doktorskiej

Ocena układu pracy doktorskiej oraz informacje o jej poszczególnych częściach składowych

Przekazana do oceny praca doktorska mgr Katarzyny Bednarczyk obejmuje łącznie 120 stron. W ujęciu ogólnym rozprawę charakteryzuje przejrzysty układ typowy dla prac doktorskich oraz właściwy podział treści na rozdziały. Pierwsza część rozprawy licząca 37 stron obejmuje cztery rozdziały zawierające analizę aktualnego stanu wiedzy w zakresie tematyki badawczej doktoratu, opis metod charakterystyki nanocząstek funkcjonalnych oraz uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej. Opis wyników uzyskanych przez Autorkę poprzedza przedstawienie celu, tezy oraz zakresu pracy badawczej. Kolejne sześć rozdziałów liczące łącznie 54 strony stanowią opis badań przeprowadzonych przez Autorkę. Rozdziały te obejmują opis zastosowanych materiałów i metod, opis optymalizacji metod badawczych, wyniki badań, oraz podsumowanie i wnioski końcowe. W ostatnim rozdziale rozprawy (10 stron) znajduje się wykaz literatury, na którą powołuję się Autorka. Wykaz literatury poprzedza wykaz dorobku naukowego Autorki. Streszczenia pracy w języku polskim i angielskim znajdują się na początku pracy. W tekście zawarte są również rysunki (67) i tabele (3), spis treści oraz spis ważniejszych symboli i akronimów.

Ocenę zastosowanego piśmiennictwa w ramach pracy doktorskiej

Bibliografia składa się z 134 pozycji związanych z tematyką pracy i obejmuje głównie artykuły publikowane w języku angielskim. Autorka prawidłowo, z kilkoma wyjątkami, dobrała pozycje literaturowe, a większość z cytowanych publikacji została opublikowana w ciągu ostatnich 10 lat. Pewne zarzuty można mieć do kilkukrotnego nieprawidłowego (numery cytowań w tekście przesunięte względem numerów prawidłowych cytowań zamieszczonych w spisie literatury) przypisania odnośników literaturowych w tekście, co być może spowodowane było kolejnymi edycjami pracy doktorskiej. W kilku przypadkach cytowane artykuły nie odpowiadają treści tekstu pracy doktorskiej. Przykładowo we wstępie teoretycznym Autorka pisze o właściwościach przewodzących i magnetycznych nanocząstek, a cytowane artykuły [5-6] przynajmniej na podstawie tytułów dotyczą właściwości antybakteryjnych nanocząstek. W co najmniej jednym przypadku, Rysunki 14 i 15 oraz związany z nimi tekst bazujący na artykule [97] a nie jak błędnie napisano [96]. Ponadto Autorka w tym przypadku powołuje się na artykuł, którego wartość merytoryczna jest wątpliwa, a co jest wyraźnie zasygnalizowane przez Edytora w wersji internetowej artykułu. W pracy naukowej niezwykle istotna jest krytyczna analiza i związana z nią ocena wiarygodności i rzetelności źródeł, a w tym przypadku zabrakło tego Kandydatce.

Wskazanie oraz ocenę celu pracy kandydata

Podstawowym celem pracy badawczej Kandydatki było zbadanie przemian chemicznych kwasu taninowego w środowisku koloidalnym nanocząstek srebra oraz określenie ich wpływu na właściwości fizykochemiczne i biologiczne układu. Doktorantka sformułowała jedną ogólną tezę badawczą o następującym brzmieniu „Kwas taninowy ulega przemianom w koloidach nanocząstek srebra wytwarzanych metodą redukcji chemicznej z wykorzystaniem cytrynianu sodu wpływając na aktywność biologiczną nanocząstek funkcjonalnych”.

W mojej ocenie cel i teza badawcza rozprawy zostały sformułowane poprawnie i adekwatnie do podjętej tematyki pracy. Postawiony cel pracy jest zasadny i ostatecznie został zrealizowany, a teza badawcza została udowodniona.

Wskazanie oraz ocenę zastosowanych metod badawczych

W ramach realizacji prac badawczych, których wyniki stały się podstawą przygotowania przedłożonej pracy doktorskiej, Kandydatka zastosowała szereg metod badawczych, które w mojej ocenie zostały dobrane prawidłowe. Zastosowane metody zostały omówione wstępnie w rozdziale trzecim, a także bardziej szczegółowo wraz z uzasadnieniem ich użycia w rozdziale piątym. Autorka do badania układów koloidalnych zawierających nanocząstki srebra otrzymywane z wykorzystaniem kwasu taninowego i cytrynianu sodu zastosowała zestaw metod i technik analitycznych, które umożliwiają analizę zarówno metalicznego rdzenia nanocząstek, jak i związków obecnych w fazie ciekłej. Kształt i wielkość rdzenia nanocząstek, a także wytrącone krystality zbadła za pomocą mikroskopii elektronowej. Średnica hydrodynamiczna i rozkład wielkości oraz ładunek powierzchniowy/potencjał zeta nanocząstek zostały zbadane metodami dynamicznego (DLS) oraz elektroforetycznego rozpraszania światła (ELS). Właściwości optyczne otrzymanych nanocząstek srebra określono z zastosowaniem spektroskopii UV–Vis. Obecność grup funkcyjnych i oddziaływania ligand–metal oraz zmiany układu zachodzące w czasie badano za zastosowaniem spektroskopii FT-IR. Jakościowy profil związków fenolowych oraz ich przemiany badano z zastosowaniem chromatografii cienkowarstwowej (TLC) oraz chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS). Całkowitą zawartość wolnych grup hydroksylowych Autorka określiła z zastosowaniem metody Folina–Ciocâlțu.

Należy w tym miejscu wspomnieć, iż część badań została wykonana w ramach współpracy badawczej z innymi instytucjami naukowymi w Polsce w ramach wspólnego projektu badawczego. Badania z wykorzystaniem chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS) przeprowadzono we współpracy z Polską Akademią Nauk w Łodzi, natomiast badania aktywności wirusobójczej przeprowadzono we współpracy

z Wojskowym Instytutem Higieny i Epidemiologii im. gen. Karola Kaczkowskiego w Warszawie.

Ocenę części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań

Wyniki badań eksperymentalnych przeprowadzonych metodami opisanymi w rozdziale piątym, szóstym i siódmym (optymalizacja wybranych metod), zostały scharakteryzowane w rozdziałach ósmym i dziewiątym, a następnie podsumowane we wnioskach końcowych w rozdziale dziesiątym. W rozdziale szóstym opisane zostały czynności zmierzające do określenia optymalnych warunków prowadzenia analiz z zastosowaniem chromatografii cienkowarstwowej, która stosowana była do analizy przemian kwasu taninowego. W rozdziale siódmym opisano prace nad optymalizacją metody Folina-Ciocalteu do oznaczania całkowitego stężenia wolnych grup hydroksylowych w układzie na poszczególnych etapach otrzymywania i kondycjonowania nanocząstek srebra stabilizowanych kwasem taninowym. Rozdział ósmy poświęcony był badaniom nad otrzymywaniem nanocząstek srebra z zastosowaniem kompleksu kwasu taninowego oraz cytrynianu sodu oraz charakterystyką otrzymywanych nanocząstek oraz kompleksu tuż po syntezie oraz w trakcie kondycjonowania. W tym celu stosowane były metody omówione w rozdziałach 5-7. Ogólnie omówienie wyników badań w rozdziale 8 zostało zrealizowane w sposób poprawny, choć i tu Autorka nie omieszkiała popełnić pewnych błędów, które wymienię w dalszej części recenzji. Wspomnę tylko, że w tytułach niektórych podrozdziałów wspomniane były metody, którymi jakoby Autorka badała otrzymywane układy, a w treści podrozdziałów brakowało już opisów wyników badań tymi metodami. W rozdziale dziewiątym Autorka opisała wyniki badań dotyczących aktywności biologicznej otrzymanych nanocząstek funkcjonalnych, które realizowała w ramach projektu we współpracy z Wojskowym Instytutem Higieny i Epidemiologii. Opisane rezultaty potwierdziły aktywność wirusobójczą otrzymywanych układów kwas taninowy-nanocząstki srebra wobec wirusów HSV-1 i HSV-2. Jednakże, czytając ten rozdział nie byłem do końca pewien, jakie związki czy układy decydują o tej aktywności. W rozdziale dziesiątym Autorka podsumowała uzyskane wyniki i przedstawiła najważniejsze wnioski końcowe, które sformułowała na podstawie analizy uzyskanych wyników.

Rozdziały rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników potwierdzają dobrą organizację zaplanowanych i przeprowadzonych badań, dobór odpowiednich metod badawczych oraz umiejętność systematyzowania działań prowadzących do uzyskania zaplanowanego celu. Aczkolwiek mam pewne zarzuty co do formy opisu uzyskanych wyników badań, jak również analizy otrzymywanych wyników. Swoje wątpliwości i uwagi zawarłem w dalszej części recenzji.

Informację dotyczącą praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

W ramach swojej pracy badawczej Kandydatka otrzymywała układy nanocząstek srebra stabilizowane kwasem taninowym oraz badała zachodzące w czasie przemiany kwasu taninowego. Mając na uwadze właściwości fizykochemiczne, a przede wszystkim właściwości przeciwdrobnoustrojowe, nanocząstek srebra i kwasu taninowego, ich połączenie daje nanomateriał o dużym potencjale aplikacyjnym w medycynie. Potencjał ten został wykazany w badaniach nad aktywnością wirusobójczą wytworzonego nanomateriału wobec wirusów HSV-1 i HSV-2. Kandydatka pokazała również, że kondycjonowanie układu nanocząstki srebra-kwas taninowy w istotny sposób wpływa na aktywność układu wobec wyżej wymienionych wirusów.

Ocenę czy rozprawa doktorska zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Pani mgr Katarzyna Bednarczyk zrealizowała cel swojej pracy i zweryfikowała jej tezę. Uwzględniając ich naukowy charakter stwierdzam, że prace badawcze przeprowadzone przez Autorkę stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w szczególności w zakresie wytwarzania nanomateriałów funkcjonalnych o dużym potencjale aplikacyjnym w medycynie.

Ocenę czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej

W mojej ocenie praca dobrze wpisuje się w dyscyplinę nauki chemiczne i zasadniczo napisana jest poprawnie z punktu widzenia metodyki. Przedstawione przez Panią Katarzynę Bednarczyk przegląd literatury, opis metod badawczych, przeprowadzonych badań oraz dyskusja wyników pomimo pewnych uwag przedstawionych przeze mnie w dalszej części recenzji wskazują również, że Autorka posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie nauki chemiczne, jak również umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Informacje o ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie:

Praca ogólnie jest napisana poprawnym językiem, choć zdarzają się pewne niedoskonałości, niepoprawne lub nieprecyzyjne określenia, oraz błędy stylistyczne i edycyjne. Stosowane pojęcia i terminologia nie budzą większych zastrzeżeń, choć i tu Kandydatka popełniała błędy. Poniżej zamieściłem uwagi dotyczące zarówno strony edycyjnej rozprawy, jak i uwagi dyskusyjne. Uwagi do strony edycyjnej nie wpływają na osiągnięcie naukowych celów pracy, jednak w mojej ocenie przekładają się na odbiór

rozprawy. Wymienione poniżej uwagi uważam za bardzo istotne z punktu widzenia pisania tekstów naukowych, w tym artykułów.

Uwagi do strony edycyjnej rozprawy:

- literówki, niepoprawne formy słów - np. Rys. 21. Widma FI-IR;
- stylistyka - np. str. 11 – „W początkowych badaniach nad nanocząstkami metalicznymi główny nacisk kładziono na analizę rdzenia metalicznego – jego skład chemiczny, rozmiar, kształt i struktura krystaliczna [10].”; str. 13 – „Klasyczne przykłady to metoda Turkevicha (cytrynian sodu jako reduktor i stabilizator) oraz metoda Brust–Schiffrin (redukcja w dwufazowym układzie wodno-organicznym z tiolami jako stabilizatorami) [13, 16].”; str. 40 – „Zasada metody DLS opiera się na....”;
- niepoprawne określenia np. „...nanocząstki w ich naturalnym, uwodnionym stanie,..” na str. 39;
- Rys. 27 – znaczki średnicy cząstek są nieczytelne;
- Brak podziałek na osiach OX i OY na Rysunkach z widmami i wykresami – Podziałki są niezbędne, ponieważ nadają one wykresowi znaczenie ilościowe i umożliwiają odczytanie konkretnych wartości oraz interpretację danych;
- Wiele Rysunków jest słabej lub bardzo słabej jakości, co sprawia, że w niektórych przypadkach ciężko jest z nich odczytać zawarte informacje (np. Rys. 58);
- Str. 61 – W ostatnim zdaniu Kandydatka odnosi się do Rysunku 26, a powinna chyba odnosić się do Rysunku 32;
- Str. 64 – Autorka dwukrotnie popełniła identyczny błąd we wzorze nadmanganianu potasu;
- Odnośniki [5-6] dotyczą właściwości antybakteryjnych i niekoniecznie odnoszą się do właściwości przewodzących czy magnetycznych;
- błędne odnośniki literaturowe do rysunków oraz tekstu – przykład Rysunki 14 i 15;
- niejednolite i błędne formatowanie odnośników literaturowych – przykładowo Autorka zamiast tytułów czasopism podaje nazwy wydawnictwa, nazwy czasopism raz są podawane rozwinięte a raz skrótowo, raz są podawani wszyscy autorzy a raz tylko pierwszy, brak numeracji rozdziałów i/lub stron artykułów i/lub nazwy czasopisma i/lub innych danych ([22], [83], [108]); dziwna forma odnośnika [118];
- powyższy błędy dotyczące odniesienia do literatury pojawiają się również w wykazie dorobku Autorki.

Uwagi dyskusyjne:

- Uwaga ogólna – Kandydatka w treści pracy bardzo często była mało precyzyjna w swoich określeniach i sformułowaniach;

- Rysunek 14 na str. 34 zaczerpnięty z artykułu [97], a nie [96] jak omyłkowo napisała Autorka pracy, przedstawia proponowany mechanizm biosyntezy nanocząstek Ag. W mechanizmie tym na pierwszy rzut oka rzuca się poważny błąd świadczący o niepoprawności tego mechanizmu. Jest to z pewnością jeden z powodów, dla którego pojawiły się wątpliwości co do wiarygodności danych przedstawionych w tym artykule. Chciałbym prosić Autorkę o przeanalizowanie tego mechanizmu i wskazanie, w którym miejscu został popełniony błąd.
- Na str. 44 we fragmencie „Podstawowym materiałem nośnikowym są płytki pokryte żelazem krzemionkowym, choć w przypadku bardziej specyficznych analiz stosuje się również inne adsorbenty, np. poliamidowe, szczególnie przydatne do rozdzielania katechin i teaflawin. Dobór fazy ruchomej, opartej zwykle na układach zawierających octan etylu, kwasy organiczne lub butanol, determinowany jest charakterem analizowanych metabolitów.” Autorka użyła słowa „nośnikowy”, które nie występuje w języku polskim. Ponadto, czy dobór fazy ruchomej jest istotny tylko w analizie metabolitów?
- Na str. 44 w tytule kolejnej części rozdziału Autorka użyła określenia spektroskopia mas. Czy według Doktorantki jest to poprawne określenie? Jaka jest definicja spektroskopii wg IUPAC?
- Str. 53 – Czy Autorka jest pewna, że stosunek molowy reagentów został poprawnie wyliczony?
- W jakich warunkach dokładnie były przechowywane próbki podczas procesu kondycjonowania? Na str. 53 wspomniano, że otrzymane w syntezie zawiesiny nanocząstek schłodzone do temperatury pokojowej i trzymane w miejscu bez dostępu światła. Czy próbki były trzymane w tych samych naczyniach, w których prowadzono syntezę?
- Str. 56 – We wstępie teoretycznym Kandydatka w odniesieniu do badań FT-IR napisała, że próbki w pracy badano na trzy sposoby w tym klasyczną metodą transmisyjną, natomiast w opisie badań mowa jest już tylko o zastosowaniu dwóch technik pomiarowych. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić te rozbieżności i przedstawić w jakiś sposób były realizowane pomiary FT-IR dla różnych próbek w pracy?
- Str. 64 – Czy zastosowane w badaniu stężenie procentowe roztworu cytrynianu sodu wynoszące 0,1672% zostało policzone prawidłowo?
- Z czego wynika efekt zawyżania sygnału w metodzie Folina–Ciocâlțeu w obecności nanocząstek srebra?

- Rys. 41 na str. 74 – Tytuł rysunku nie odpowiada powiązanemu opisowi w treści w pracy – „Widmo FT-IR-ATR kwasu taninowego” a w treści „Widmo FT-IR... zarejestrowane techniką KBr...”
- Rys. 42 na str. 75 - W tytule rysunku końcowy czas kondycjonowania jest podany jako t_{30} , natomiast w legendzie jest opisany jako 2 tyg. Proszę, aby Kandydatka wyjaśniła te różnice.
- Rys. 44 str. 77 – Rysunek jak i jego tytuł są dla mnie trochę niejasne i prosiłbym, aby Kandydatka wytłumaczyła co jest dokładnie przedstawione na Rysunku. Prosiłbym również o wytłumaczenie, dlaczego na wynikach TLC próbek TA oznaczonych cyframi I, II, i III obserwujemy jedynie kwas taninowy, a na TLC próbek oznaczony TA i Δ TA pojawiają się dodatkowe związki. W tekście nad Rysunkiem Kandydatka pisze o tym, że pojawiają się dodatkowe pasma wynikające z obecności w próbce kwasu produktów jego rozpadu. Natomiast w tekście pod Rysunkiem Kandydatka pisze, że warunki inkubacji nie inicjują przemiana TA, a obserwowane wyniki wynikają z heterogeniczności odczynnika.
- Wyniki jakich analiz są przedstawione na Rys. 45 i Rys 58? Z pewnością nie są to widma masowe, jak Autorka opisała w tytułach tych rysunków.
- Na Rys. 45 w mieszaninie związków stanowiących użyty w badaniach kwas taninowy widoczne są kwas elagowy, kwas galusowy i 1,2,3,4,6-penta-O-galloilo- β -D-glukoza, a na Rys. 32. i Rys. 33 przedstawiających chromatogramy TLC kwasu taninowego nie ma po tych związkach śladu. Z czego to wynika? Jest to pytanie o tyle istotne, że Autorka używa w dalszej części pracy TLC do analizy przemian zachodzących w kwasie taninowym.
- Na str. 80 Kandydatka wymienia techniki, które zastosowała do badania kompleksu kwasu taninowego z cytrynianem sodu, jednak w dalszej części tekstu nie pokazuje wyników badań uzyskanych z zastosowaniem tych technik odnoszących się do tego kompleksu. Czy było to przeoczenie czy dany akapit odnosił się tylko do analiz kompleksu czy zarówno do analiz kompleksu, jak i analiz krystalitów wytrąconych z roztworu? Dlaczego nie zostały pokazane ani opisane wyniki uzyskane za pomocą LC-MS?
- Rys. 49 na str. 83 – W legendzie wykresu i tytule podany jest czas kondycjonowania 28 dni, a na wykresie widnieje t_{30} .
- Rys. 50 i opis na str. 83 oraz Rys. 60 i opis na str. 96 – pewne podobieństwo można w widmie zaobserwować, jednakże w widmie wytrąconych krystalitów brakuje co najmniej 3 pasm z widma kwasu elagowego, co świadczy o tym, że tego związku w mieszaninie w krystalitach nie ma. Kandydatka powinna odnieść się do tej uwagi

i wyjaśnić czy z punktu widzenia pomiarowego w spektroskopii IR możliwe jest, że w widmie mieszaniny związków nie są widoczne wszystkie pasma pochodzące od składników tworzących mieszaninę.

- Str. 87-88 i Rys. 54 – W jaki sposób Autorka wyznaczyła średnicę średnią na podstawie analizy rozkładu obrazów STEM? Na pierwszy rzut oka z histogramu widać, że średnia średnica wynosi ok. 28-30 nm, a nie jak wskazała Kandydatka 21 nm.
- Rys. 55 i tekst pod rysunkiem – W widmach UV-vis widoczne są maksima absorpcji przy 406 i 407 nm, natomiast w tekście poniżej rysunku podawane są odmienne wartości. Czy Autorka może wyjaśnić skąd wynikają te różnice?
- W tytule podrozdziału 8.3.3 Autorka napisała, że do monitorowania przemian kwasu taninowego zastosowała technikę FT-IR po czym w tekście nie umieściła opisu wyników uzyskanych tą techniką. Czy to przeoczenie?
- Str. 92 – Na jakiej podstawie Autorka stwierdziła, że na Rys. 57 „sygnały były przypisane do 1,2,3,4,6-penta-O-galloilo- β -D-glukozy oraz kwasu galusowego”? Na Rys. 57 brakuje oznaczeń poszczególnych związków rozdzielonych na płycie TLC.
- Str. 98 Autorka w ostatnim akapicie oraz na Rys. 63 pisząc „Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że kwas taninowy po procesie syntezy ulega przemianom...” pomija etap syntezy podczas którego w reakcji redukcji kwas taninowy i inne związki zawarte w mieszaninie ulegają przemianom chemicznym. Prosiłbym o doprecyzowanie wniosków/stwierdzeń zawartych w ostatnim akapicie na str. 98. Proszę o bardziej precyzyjne określenie jakie konkretnie przemiany kwasu taninowego zachodzą podczas procesu syntezy, a jakie w czasie kondycjonowania?
- Jaka część układu TA-AgNPs była stosowana w badaniach aktywności wirusobójczej? Zawiesina nanocząstek znad wytrąconego osadu czy tylko wytrącone krystality? Z Rys. 66 wynika, że jest istotna różnica pomiędzy aktywnością supernatantu z TA-AgNPs oraz TA-AgNPs (rozumiem, że w ten sposób Autorka określała krystality) pobranych po 14 dniach kondycjonowania? Jaka była według autorki różnica zawartości Ag NPs w supernatancie z TA-AgNPs oraz TA-AgNPs?
- Str. 102 – Autorka napisała następujące zdanie „Częściowe obniżenie zakaźności obserwujemy dla supernatantu z syntezy TA-AgNPs – obecne w nim rozpuszczalne produkty przemian TA wpływają na replikację wirusa, lecz brak obecności metalu ogranicza ten efekt.” Czy to zdanie oznacza, że wszystkie otrzymane nanocząstki srebra w wyniku aglomeracji lub innych procesów wytrąciły się z zawiesiny wraz z krystalitami? Czy nie jest to sprzeczne z wynikami opisanymi w podrozdziale 8.3.2,

które mówią iż nanocząstki srebra w układzie z kwasem taninowym są stabilne w czasie?

- Według mnie podstawową metodą analizy zachodzących zmian kwasu taninowego powinna być LC-MS. W pracy powinny więc być zamieszczone wyniki badań LC-MS kwasu taninowego użytego do badań (widoczne na Rys. 45) oraz wyniki badań układu TA-AgNPs tuż po syntezie i kondycjonowaniu (Rys. 58), ale także wyniki badań wytrąconych krystalitów (tych wyników mi brakuje). Brakuje mi też bardziej dokładnego wytłumaczenie procesów, które sprawiają, że z mieszaniny dużej liczby związków widocznych na Rys. 45 po kondycjonowaniu pozostaje nam jedynie jeden związek widoczny na Rys. 58. Czy Kandydatka mogłaby wyjaśnić dokładniej otrzymane wyniki uwzględniając przy tym sposób przygotowania próbek do pomiarów LC-MS (m.in. jakie frakcje były analizowane zwłaszcza po syntezie)?

3. Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

W ogólnej ocenie stwierdzam, że Pani mgr Katarzyna Bednarczyk zrealizowała cel badawczy będące przedmiotem rozprawy doktorskiej. Zawarte w rozprawie podsumowanie wyników badań znajduje udokumentowane uzasadnienie. Sformułowana teza została udowodniona w oparciu o przeprowadzone studium literaturowe oraz wyniki badań własnych. Sposób przedstawienia i opracowania wyników badań wskazuje, że Autorka rozprawy opanowała warsztat badawczy niezbędny do realizacji pracy i wykazała niezbędną wiedzę z zakresu nauk chemicznych, planowania badań i metod opracowywania wyników. Autorka poprawnie sformułowała wnioski o znaczeniu poznawczym i umiejętnie je uogólniła.

Biorąc pod uwagę poznawcze i aplikacyjne znaczenie pracy, sposób realizacji programu badawczego, formę opracowania i przedstawienia wyników wykonanych badań, jak również zaprezentowane wnioski, stwierdzam, że praca doktorska Pani mgr Katarzyny Bednarczyk pt.: „Badanie przemian kwasu taninowego w koloidach nanocząstek srebra” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późn. zm.) i wnoszę o dopuszczenie Pani mgr Katarzyny Bednarczyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

**Bartłomiej
Jerzy
Jankiewicz** Elektronicznie
podpisany przez
Bartłomiej Jerzy
Jankiewicz
Data: 2025.12.22
19:17:44 +01'00'

.....
(podpis recenzenta)