



UNIwersYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Kraków, 10 maja 2023 r.

Dr hab. Jolanta Kochana, prof. UJ  
Zakład Chemii Analitycznej  
Wydział Chemii  
Uniwersytet Jagielloński  
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków  
tel. 12 686 24 18  
email: jolanta.kochana@uj.edu.pl

Wydział Chemii

Recenzja

pracy doktorskiej **mgr Katarzyny Kaczmarek**

z tytułem

**„Badania właściwości fizykochemicznych materiałów ceramicznych stosowanych  
w stomatologii”**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska została zrealizowana w ramach Interdyscyplinarnych studiów doktoranckich łódzkich uczelni publicznych InterChemMed. Promotorami rozprawy były Pani Prof. dr hab. Sławomira Skrzypek, ze strony Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego, oraz Pani Prof. dr hab. n. med. Monika Łukomska-Szymańska z Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi.

Praca doktorska dotyczy badań materiałów ceramicznych wykorzystywanych w stomatologii, w szczególności w protetyce, do uzupełnień stomatologicznych. Współczesne wymagania stawiane nowym materiałom dentystycznym obejmują nie tylko biokompatybilność, biotolerancję, jednorodność składu chemicznego, łatwe dostosowanie się materiału do zębów pacjenta oraz możliwość trwałego wiązania się tych materiałów ze strukturami zębów, ale również wytrzymałość, wysoką twardość oraz odporność na mikropęknięcia i ścieranie. Istotny jest również aspekt estetyczny stosowanych materiałów. Od początku wieku dużą popularność, jako materiały służące do częściowej odbudowy lub całościowej wymiany zębów, zyskały uzupełnienia pełnoceramiczne, nie zawierające metalu jako trzonu konstrukcyjnego. Do wyjątkowych cech ceramiki należą sztywność, twardość, niska przewodność cieplna oraz wysoka odporność na pękanie. Współcześnie stosowana jest szeroka gama materiałów ceramicznych, różniących się właściwościami mechanicznymi,

[ul. Gronostajowa 2](#)

[30-387 Kraków](#)

[tel. +48 12 686 26 00](#)

[fax +48 12 686 27 50](#)

[sekretar@chemia.uj.edu.pl](mailto:sekretar@chemia.uj.edu.pl)

[www.chemia.uj.edu.pl](http://www.chemia.uj.edu.pl)



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

optycznymi i estetycznymi. Na wytrzymałość mechaniczną i odporność chemiczną mają wpływ właściwości powierzchni uzupełnień ceramicznych, a w szczególności jej chropowatość. Determinuje ona adhezję bakterii do powierzchni, siłę wiązania ze strukturami zęba lub innymi materiałami ceramicznymi. Z powyższych powodów, niezmiernie istotna jest charakterystyka struktury i topografii powierzchni ceramiki stomatologicznej.

W swojej pracy doktorskiej mgr Katarzyna Kaczmarczyk przeprowadziła charakterystykę fizykochemiczną wybranych materiałów ceramicznych, skupiając się na topografii ich powierzchni. Do badań wybrała trzy materiały ceramiczne CAD/CAM (z ang. *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*): dwukrzemian litu ( $LS_2$ ), dwukrzemian litu wzmocniony tlenkiem cyrkonu (ZLS) oraz tlenek cyrkonu ( $ZrO_2$ ). Oceniono powierzchnie surowych materiałów oraz powierzchnie po dwóch sposobach obróbki: polerowaniu oraz glazurowaniu trzema różnymi glazurami. Charakterystykę morfologii badanych powierzchni przeprowadzono za pomocą optycznej mikroskopii metalograficznej, OMM (z ang. *Optical Metallographic Microscopy*) oraz skaningowej mikroskopii elektronowej, SEM (z ang. *Scanning Electron Microscopy*). Chropowatość powierzchni została scharakteryzowana przez trzy parametry topograficzne: chropowatość średniokwadratową  $R_q$  (z ang. *root mean square average roughness*), średnią chropowatość powierzchni  $R_a$  (z ang. *average roughness*) oraz współczynnik rozwinięcia powierzchni, SAD (z ang. *surface area difference*). Do tego celu wykorzystano mikroskopię sił atomowych AFM (z ang. *Atomic Force Microscopy*). Spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera, FT-IR (z ang. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*) posłużyła do wyznaczenia składu chemicznego badanych powierzchni. Kolejnym etapem badań była analogiczna ocena powierzchni badanych ceramik, surowych i glazurowanych, po szczotkowaniu szczoteczką elektryczną z użyciem dwóch past do zębów różniących się współczynnikiem ścieralności RDA (z ang. *relative dentine abrasion*). Z uwagi na otrzymanie dużej ilości danych liczbowych, do opracowania wyników Doktorantka postanowiła zaangażować metody statystyczne. Po negatywnym zweryfikowaniu, w oparciu o test Kołmogorowa-Smirnowa, normalności rozkładów i potwierdzeniu, za pomocą testu Levene'a, istotnych różnic wariacji, zdecydowano o zastosowaniu do statystycznej obróbki danych testów nieparametrycznych. I tak, test Wilcoxa zastosowano do sprawdzenia istotności różnic w chropowatości powierzchni, test Kruskala-Wallisa do sprawdzenia zależności otrzymanych wyników od badanego

Wydział Chemii

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

materiału, natomiast test Steela–Dwassa do weryfikacji różnic pomiędzy grupami, czyli tymi samymi materiałami ceramicznymi różniącymi się rodzajem zastosowanego szkliwa.

Recenzowana praca napisana jest w klasycznym układzie, otwiera ją wstęp, po którym następują część teoretyczna, cel i zakres badań, część doświadczalna oraz spis cytowanej literatury, obejmujący 160 pozycji. Rozprawę zamykają streszczenie w języku angielskim, opis sylwetki Autorki oraz jej dorobek naukowy. Wstęp oraz część teoretyczna, obejmujące sumarycznie 89 stron, umiejętnie wprowadzają czytelnika w zagadnienia związane z tematyką pracy oraz uzasadniają celowość podjętych badań. Zawierają one omówienie kwestii związanych z powszechnie występującymi chorobami jamy ustnej z uwzględnieniem roli szczotkowania oraz past do zębów. W kolejnym rozdziale Autorka scharakteryzowała materiały wykorzystywane jako uzupełnienia stomatologiczne, w tym rodzaje uzupełnień protetycznych oraz ceramikę dentystyczną, skupiając się na materiałach, które stanowiły przedmiot badań. Ostatni rozdział części teoretycznej został poświęcony technikom pomiarowym wykorzystywanym podczas badań powierzchni badanych ceramik, a więc skaningowej mikroskopii elektronowej, mikroskopii sił atomowych oraz spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera. W pierwszych rozdziałach części eksperymentalnej Doktorantka opisała badane próbki, sposoby ich przygotowania do pomiarów oraz stosowaną aparaturę wraz z procedurami pomiarowymi. Wyniki badań, w postaci dużej liczby zdjęć OMM, SEM oraz AFM, widma FT-IR, tabele oraz wykresy zostały zaprezentowane na 106 stronach pracy. Tę część pracy zamyka podsumowanie otrzymanych wyników oraz wnioski.

Praca jest napisana przejrzysto, poszczególne rozdziały logicznie wprowadzają czytelnika w prezentowaną tematykę i przedstawiają przeprowadzone badania. Podsumowanie trafnie wypunktowało wszystkie najważniejsze wyniki. Badania zostały starannie zobrazowane w postaci zdjęć, tabel i wykresów. Podkreślić w tym miejscu należy, iż przejrzyste i logiczne przedstawienie tak dużej liczby zdjęć i wartości liczbowych parametrów charakteryzujących powierzchnie badanych materiałów, nie było sprawą prostą, jednak Autorka poradziła sobie z tym doskonale. Zwrócić należy również uwagę na ogromny nakład pracy, którego wymagało opracowanie i przygotowanie do przedstawienia w rozprawie ogromnej liczby zdjęć. Statystyczne opracowanie liczbowych danych, czyli parametrów charakteryzujących topografię badanych powierzchni, otrzymanych w pomiarach techniką AFM, stanowiło w moim odczuciu, jeden z najistotniejszych aspektów

Wydział Chemii

[ul. Gronostajowa 2](#)

[30-387 Kraków](#)

[tel. +48 12 686 26 00](#)

[fax +48 12 686 27 50](#)

[sekretar@chemia.uj.edu.pl](mailto:sekretar@chemia.uj.edu.pl)

[www.chemia.uj.edu.pl](http://www.chemia.uj.edu.pl)



pracy. Szkoda, że Autorka nie zdecydowała się na przybliżenie tej tematyki w części teoretycznej rozprawy. W pracy zabrakło użytecznego spisu stosowanych skrótów, który znacznie by ułatwił czytanie pracy, szczególnie czytelnikom nie zaznajomionym ze skrótami stosowanymi przez stomatologów-protetyków. Autorka nie uniknęła błędów stylistycznych, interpunkcyjnych i niejasnych sformułowań (przede wszystkim w części teoretycznej), co jest jednak naturalne w tak obszernej pracy.

Podczas czytania rozprawy nasunęło mi się kilka uwag i pytań, o charakterze dyskusyjnym. W najmniejszym stopniu nie wpływają one na pozytywny odbiór pracy. Chciałabym poprosić Autorkę o ustosunkowanie się podczas obrony pracy do poniższych kwestii.

1. W rozdziale 1.1, omawiając role szczoteczek do zębów w profilaktyce chorób jamy ustnej i zębów, wymienione zostały m.in. systemy z ruchami dźwiękowymi (szczoteczki soniczne) oraz systemy z ruchami ultradźwiękowymi. Prosiłbym o wyjaśnienie różnicy między nimi. W potocznym rozumieniu *sonikacja* to nic innego jak poddanie działaniu ultradźwięków.
2. Opisując sposoby statystycznego opracowania liczbowych parametrów otrzymanych podczas pomiarów AFM, Autorka wymieniła kilka stosowanych testów (rozdział 5, strony 99/100) i podała informację, iż dla każdego ze stosowanych testów przyjęto poziom istotności  $\alpha < 0,05$ . Czy należy rozumieć, że wartości eksperymentalne stosowanych testów nieparametrycznych były porównywane z wartościami krytycznymi dla  $\alpha = 0,05$  czy dla  $\alpha = 0,01$ ?
3. Przy omawianiu wyników, informacje o przeprowadzonych analizach statystycznych pojawiły się w pracy tylko odnośnie zastosowania testu rangowania Wilcoxona w formie ogólnych sformułowań (na stronach 136, 170, 204), brzmiących przykładowo: „Wykonanie ... analizy statystycznej dla zebranych danych z wykorzystaniem testu rangowania Wilcoxona (dla dwóch prób zależnych) ujawniło istotną różnicę w chropowatości powierzchni ( $R_q$ ,  $R_a$  i  $SAD$ ) dla .... ( $\alpha < 0,05$ ).” Czy testy te były przeprowadzone dla każdego z wymienionych parametrów, charakteryzujących topografię powierzchni?



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Wydział Chemii

Z merytorycznego punktu widzenia przedstawioną do recenzji rozprawę oceniam pozytywnie. W pracy widać bardzo dobrą znajomość tematyki badawczej oraz duże zaangażowanie Doktorantki w prowadzone badania. Stosowanie zróżnicowanych technik badawczych pozwala wnioskować o szerokiej wiedzy z zakresu technik badawczych. Należy zwrócić uwagę na dorobek naukowy mgr Katarzyny Kaczmarek. Jest ona współautorką 4 publikacji, które ukazały się w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu, z tzw. listy filadelfijskiej (sumaryczny IF wynosi ok. 14,2) oraz jednego rozdziału w monografii naukowej. Dwie z publikacji dotyczą bezpośrednio tematyki rozprawy doktorskiej. Ponadto, Doktorantka wielokrotnie uczestniczyła w konferencjach krajowych i zagranicznych, prezentując wyniki swoich badań zarówno w formie komunikatów ustnych (6), jak i plakatów (13), z czego dwa zostały nagrodzone.

Podsumowując, z pełnym przekonaniem stwierdzam, iż przedstawiona praca doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami) i wnoszę do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne o dopuszczenie mgr Katarzyny Kaczmarek do dalszych etapów przewodu doktorskiego

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl