

powłoka polimerowa może skutecznie służyć do ochrony antykorozyjnej. Jednakże, dodatek 100 mM H₂O₂ symulujący odczyn zapalny organizmu spowodował drastyczne zniszczenie powłoki. Uzyskane wyniki doświadczalne pozwoliły na opracowanie mechanizmu degradacji warstwy polimerowej.

Podziękowania

Projekt realizowany w ramach programu Ventures Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej – Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Acknowledgements

Project operated within the Foundation for Polish Science Ventures Programme, co-financed by the EU European Regional Development Fund.

Piśmiennictwo

References

- [1]. Donglu Shi, Introduction to Biomaterials, Tsinghua University Press, 2006.
- [2]. M. Cieslik, W. Reczynski, A. M. Janus, K. Engvall, R. B. Socha, A. Kotarba, Metal release and formation of surface precipitate at stainless steel grade 316 and Hanks solution interface - Inflammatory response and surface finishing effects, Corros. Sci., 51 (5) (2009) 1157.
- [3]. A. P. Piedade, J. Nanes, M. T. Vieira, Thin films with chemically graded functionality based on fluorine polymers and stainless steel, Acta Biomaterialia 4 (2008) 1073.
- [4]. W. Kajzer, A. Krauze, W. Walke, J. Marciniak, Corrosion behaviour of AISI 316L steel in artificial body fluids, AMME, 31 (2) (2008) 247.

AKTYWNOŚĆ PRZECIWBAKTERYJNA IN VITRO WYTWORZONYCH BIOSZKIEŁ ZAWIERAJĄCYCH SREBRO

LIDIA CIOŁEK^{1*}, JOANNA KARAŚ¹, ANDRZEJ OLSZYNA²,
EWA ZACZYŃSKA³, ANNA CZARNY³, BOGUSŁAWA ŻYWICKA⁴

¹INSTYTUT CERAMIKI I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH,
UL. POSTĘPU 9, 02-676 WARSZAWA,

²POLITECHNIKA WARSZAWSKA WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ,
UL. WOŁOSKA 141, 02-507 WARSZAWA

³POLSKA AKADEMIA NAUK

INSTYTUT IMMUNOLOGII I TERAPII DOŚWIADCZALNEJ,
UL. RUDOLFA WEIGLA 12, 53-114 WROCLAW

⁴AKADEMIA MEDYCZNA WE WROCLAWIU,
UL. PASTEUR 1, 50-361 WROCLAW

MAILTO: BIOCERAMIKA@ICIMB.PL

[Inżynieria Biomateriałów, 99-101, (2010), 21-23]

Wprowadzenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie w warunkach in vitro działania przeciwbakteryjnego bioszkieł w postaci proszków zawierających srebro. Właściwości fizykochemiczne wytworzonych metodą zol-żel bioszkieł obejmujące m.in. morfologię ziaren i półilościową mikroanalizę powierzchni zostały opisane w [1,2], natomiast wyniki badań cytotoxycywności in vitro przedstawiono w publikacji [3]. Niniejsza praca przedstawia wyniki badań in vitro aktywności przeciwbakteryjnej tych bioszkieł przeprowadzonych we współpracy z IITD PAN oraz AM we Wrocławiu.

IN VITRO ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SILVER- CONTAINING BIOGLASSES

LIDIA CIOŁEK^{1*}, JOANNA KARAŚ¹, ANDRZEJ OLSZYNA²,
EWA ZACZYŃSKA³, ANNA CZARNY³, BOGUSŁAWA ŻYWICKA⁴

¹INSTITUTE OF CERAMICS AND BUILDING MATERIALS,
9 POSTĘPU STREET, 02-676 WARSAW, POLAND

²WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING,
141 WOŁOSKA STREET, 02-507 WARSAW, POLAND

³POLISH ACADEMY OF SCIENCES,
INSTITUTE OF IMMUNOLOGY AND EXPERIMENTAL THERAPY,
12 RUDOLFA WEIGLA STREET, 53-114 WROCLAW, POLAND

⁴WROCLAW MEDICAL UNIVERSITY,
1 PASTEUR STREET, 50-361 WROCLAW, POLAND
MAILTO: BIOCERAMIKA@ICIMB.PL

[Engineering of Biomaterials, 99-101, (2010), 21-23]

Introduction

The aim of the study was to determine in vitro antimicrobial activity of bioglasses in the form of silver-containing powders. Physical and chemical properties of bioglasses produced by sol-gel method including grain morphology and surface semi-quantitative microanalysis were described in [1,2], while the results of in vitro cytotoxicity were presented in publication [3]. This paper presents the results of in vitro antimicrobial activity of these bioglasses carried out in cooperation with Institute of Immunology and Experimental Therapy and the Medical University of Wrocław.

Wytworzono cztery bioszklę z różnym udziałem srebra oraz bioszklę bez udziału tego składnika jako materiał odniesienia do badań. Biorąc pod uwagę zasadnicze składniki można wśród nich wyodrębnić cztery bioszklę glinokrzemianowe i jedno wapniowokrzemianowe, co przedstawia TABELA 1. Bioszklę te otrzymano metodą zol-żel z zastosowaniem ortokrzemianu tetraetylu jako prekursora krzemionki.

Metody badań

Badania działania przeciwbakteryjnego wykonano metodą rozcieńczeń wykorzystując prehodowle testowych szczepów bakteryjnych *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* oraz drożdżaków *Candida albicans*. Nanoszono bioszklę na podłoża w stężeniu: 0,25mg/ml; 0,5mg/ml; 1,0mg/ml; 2,5mg/ml; 5,0mg/ml; 10mg/ml; 50mg/ml oraz 100mg/ml. Płytki 24-dółkowe ze szczepami bakteryjnymi inkubowano w temperaturze $(37\pm 1)^\circ\text{C}$, natomiast ze szczepami drożdżaków w temperaturze $(28\pm 1)^\circ\text{C}$. Działanie wytworzonych nanoproszków w stosunku do ww szczepów określono po 18h inkubacji zliczając żywe i martwe bakterie. Kontrole

TABELA 1. Składy tlenkowe bioszkieł.
TABLE 1. Chemical compositions of bioglasses.

Bioszklę Bioglass	Zawartość tlenu [%mas.] Content wt %					Powierzchnia właściwa, [m ² /g] Specific surface, [m ² /g]
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	P ₂ O ₅	Ag ₂ O	
Z-01	99,2	0,8	-	-	-	12,3
Z-2	98,2	0,8	-	-	1,0	4,7
Z-5	95,7	0,8	-	-	3,5	6,4
Z-8	89,0	7,5	-	-	3,5	64,9
B-I	60	-	37	2	1	78,3

Materials

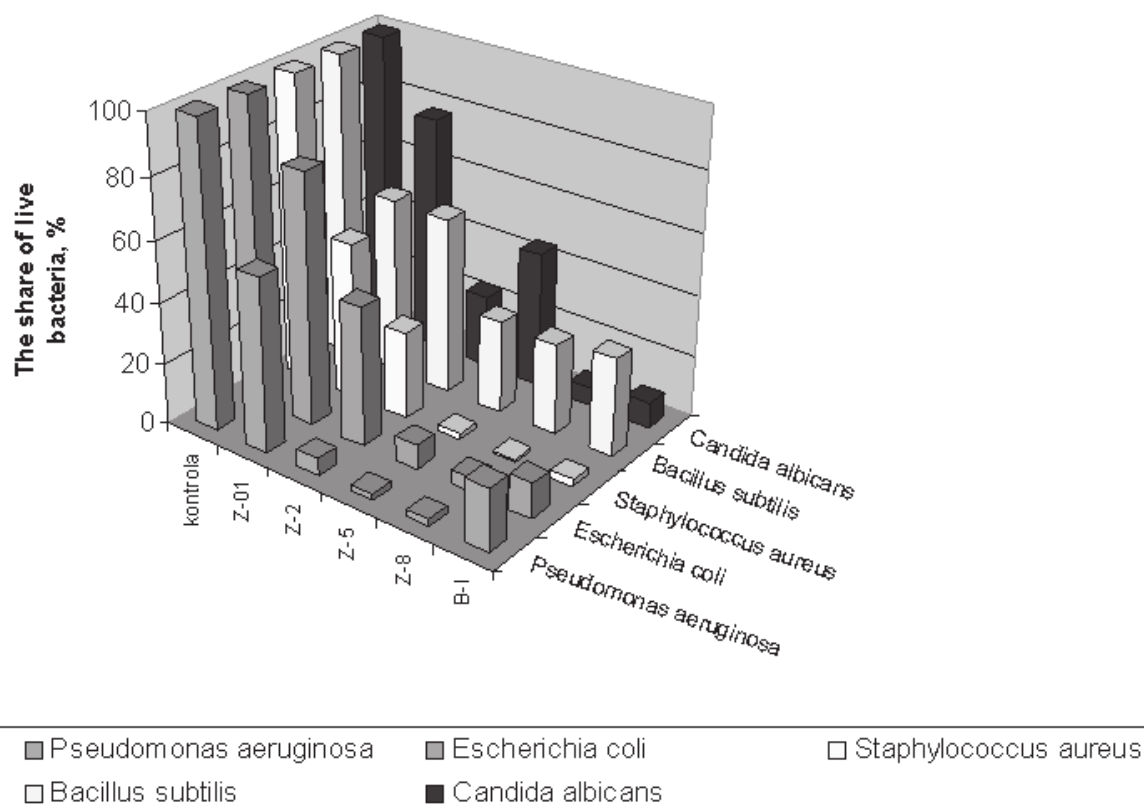
There were four bioglasses produced with different content of silver and bioglass without this component as a reference material for research. Given the essential ingredients, there can be distinguished among them four aluminosilicates and one calciumsilicate bioglasses, as shown in TABLE 1. The bioglasses were obtained by sol-gel method using tetraethyl orthosilicate as a precursor of silica.

Test methods

Studies of antimicrobial activity were performed by a dilution method, using precultures of test bacterial strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* and the yeast *Candida albicans*. Bioglasses were deposited on substrates at a concentration of

0,25 mg/ml, 0,5 mg/ml, 1,0 mg/ml, 2,5 mg/ml, 5,0 mg/ml, 10mg/ml, 50mg/ml and 100mg/ml.

The 24-hole plates with the bacterial strains were incubated at the temperature $(37\pm 1)^\circ\text{C}$, while the strains of yeast at a temperature of $(28\pm 1)^\circ\text{C}$. Action of nanopowders produced as compared to the above strains was identified after 18 h of incubation by counting live and dead bacteria. The broth cultures of various microorganisms without



RYS.1. Przeżywalność szczepów określona po 18 h przy stężeniu 2,5mg/ml bioszkieł Z-01, Z-2, Z-5, Z-8 i B-I.

FIG.1. The survival of strains determined after 18 h at a concentration of 2,5 mg/ml of bioglasses Z-01, Z-2, Z-5, Z-8 and B-I.

stanowiły hodowle bu-
lionowe poszczególnych
mikroorganizmów bez
bioszkieł.

Wyniki badań

RYSUNEK 1 przed-
stawia wyniki działania
bakteriobójczego na ba-
dane szczepy bioszkieł
w postaci nanoproszków
przy stężeniu 2,5 mg/ml,
natomiast tabela 2 przed-
stawia osiągnięte wyniki
przy stężeniu 100 mg/ml.

Wnioski

1. Przeprowadzone badania aktywności przeciwbakteryjnej in vitro na wybranych szczepach bakterii i drożdżaków wytworzonych bioszkieł wykazały, że bioszkieła Z-5, Z-8 i B-I hamują w największym stopniu wzrost mikroorganizmów w badanym okresie.

2. Bioszkieła Z-5, Z-8 i B-I największą aktywność wykazały w stosunku do szczepu *Staphylococcus aureus*.

Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego jako projekt badawczy rozwojowy Nr R08 010 02.

Piśmiennictwo

- [1]. Ciołek L., Karaś J., Olszyna A., Traczyk S. – „Nowe bioszkieła zawierające srebro”, *Inżynieria Biomateriałów*, 2008, vol. XI, 77-80, 25-27
- [2]. Ciołek L., Karaś J., Olszyna A., - „Badania właściwości fizykochemicznych bioszkieł domieszkowanych srebrem wytworzonych metodą zol-żel”, *Prace Instytutu Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogólnotrwałych i Budowlanych* 2009, Nr 3, 15-25

TABELA 2. Działanie bakteriobójcze nanoproszków określone po 18 h inkubacji przy stężeniu 100 mg/ml
TABLE 2. The antibacterial action of nanoparticles determined after 18 h incubation at 100 mg/ml.

Szczep Strain	Liczba żywych mikroorganizmów /ml The number of live micro-organisms/ml					
	Kontrola Control	Z-01	Z-2	Z-5	Z-8	B-I
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3,5x10 ⁸	9,0 x 10 ⁷	< 100	< 50	< 10	0
<i>Escherichia coli</i>	7,2x10 ⁷	5,7 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁴	< 200	< 10	< 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,3x10 ⁷	1,7 x 10 ⁷	< 200	< 50	< 10	< 100
<i>Bacillus subtilis</i>	3,1x10 ⁷	1,7 x 10 ⁷	< 100	< 100	< 100	< 100
<i>Candida albicans</i>	7,6x10 ⁶	6,8 x 10 ⁶	3,9 x 10 ⁴	< 10	0	0

bioglasses constituted the reference.

Results

FIGURE 1 shows the results of antibacterial activity of bioglasses in the form of nanoparticles on selected strains at a concentration of 2,5 mg/ml, while TABLE 2 shows the results achieved at 100 mg/ml.

Conclusions

1. The studies of in vitro antibacterial activity in selected strains of bacteria and yeast of produced bioglasses showed that bioglasses Z-5, Z-8 and B-I inhibit the growth of most micro-organisms during the tested period.

2. Bioglasses Z-5, Z-8 and B-I showed the greatest activity against strains of *Staphylococcus aureus*.

Acknowledgements

Scientific study financed from the science funds as a research and development project no. R08 010 02 by Polish Ministry of Science and Higher Education.

References

- [3]. Lidia Ciołek, Joanna Karaś, Andrzej Olszyna, Ewa Zaczyńska, Anna Czarny, Bogusława Żywicka – „In vitro studies of cytotoxicity of bioglass containing silver”, *Engineering of Biomaterials*, 2009, vol. XII, nr. 89-91, 91-93