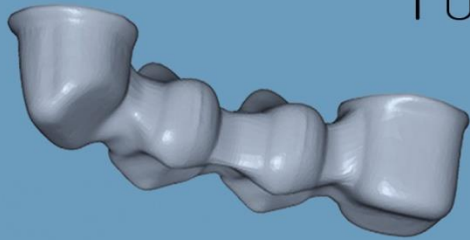


I OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWA



IMPLANTY 2018

OD IDEI DO KOMERCJALIZACJI

28 CZERWCA 2018

**Badanie właściwości mechanicznych,
korozyjnych i przeciwdrobnoustrojowych
powłok na bazie ZrC**

Ewa Czerwińska

TECHNICAL UNIVERSITY
of Koszalin



**Jerzy Ratajski, Ewa Czerwińska, Łukasz
Szparaga, Katarzyna Mydlowska**
*Politechnika Koszalińska,
Wydział Technologii i Edukacji,
Katedra Inżynierii Biomedycznej, Koszalin*

Materiał badany

Nanoszenie powłok

- Powłoki ZrC nanoszone były metodą impulsowego, reaktywnego rozpylania magnetronowego.
- Rozpylanie z metalicznego targetu Zr prowadzono w atmosferze Ar + C₂H₂
- Powłoki różniące się stężeniem węgla otrzymano poprzez zmianę natężenia przepływu acetylenu w granicach 2,5 – 6,5 sccm.
- Źródło magnetronowe zasilane było napięciem impulsowym o częstotliwości 1 kHz zmodulowanym sygnałem 100 kHz. Podłoże spolaryzowane było napięciem -10V.

Materiał badany**Stal medyczna 316L z powłokami ZrC:**

Natężenie przepływu C₂H₂ [sccm]	Zawartość węgla w powłoce(%) WDX Budowa fazowa
2,5	30 mieszanina węgla ZrC i metalicznego cyrkonu
3,5	49-50 stechiometryczny węgiel ZrC
4,5	61 mieszanina węgla ZrC i węgla w formie amorficznej
6,5	75 mieszanina węgla ZrC i węgla w formie amorficznej

Materiał badany

Szczepy wzorcowe bakterii:

- *Candida albicans* ATCC 2091
- *Staphylococcus aureus* ATCC® 25923
- *Streptococcus mutans* ATCC 35668
- *Streptococcus salivarius* ATCC 13419
- *Streptococcus sanguinis* ATCC10556.

Metody badań

- Analiza WDX
- Pomiar kąta zwilżania - goniometr z oprogramowaniem DRO Pimage Advanced
- Badania chropowatości wg PN-87/M-04256/02 Ra i Rz profilograf HOMMEL TESTER T8000, z oprogramowanie Turbo Wave
- Badania mikrobiologiczne wg: SN 195920, SN 195921:
 - Metoda zmodyfikowanej dyfuzji krążkowej
 - Ilościowa i jakościowa analiza biofilmu bakteryjnego metodą barwienia fluorescencyjnego

Wyniki badań

Parametry powłok

Natężenie przepływu C ₂ H ₂ (sccm)	Kąt zwilżania	Chropowatość	
		Ra	Rz
2,5	63,5°	0,038	0,37
3,5	62,8°	0,042	0,47
4,5	65,8°	0,030	0,22
6,5	55,6°	0,022	0,18
Stal medyczna 316L	73,0°	0,020	0,19

Ocena bakteriostatyczna powłok

Gatunek drobnoustroju	Wrażliwość bakterii	Kod powłoki				
		2,5	3,5	4,5	6,5	K
<i>Candida albicans</i>	wrażliwy				+	
	średniowrażliwy	+				+
	oporny		+	+		
<i>Staphylococcus aureus</i>	wrażliwy	+				
	średniowrażliwy		+		+	+
	oporny			+		
<i>Streptococcus mutans</i>	wrażliwy	+	+	+		
	średniowrażliwy					
	oporny				+	+
<i>Streptococcus salivarius</i>	wrażliwy					
	średniowrażliwy	+	+	+	+	+
	oporny					
<i>Streptococcus sanguinis</i>	wrażliwy		+		+	+
	średniowrażliwy					
	oporny	+		+		

Ocena bakteriostatyczna powłok

Candida albicans
(przepływ 6,5 sccm)



Staphylococcus aureus
(przepływ 2,5 sccm)



Streptococcus mutans
(przepływ 4,5 sccm)



Streptococcus salivarius
(przepływ 3,5 sccm)



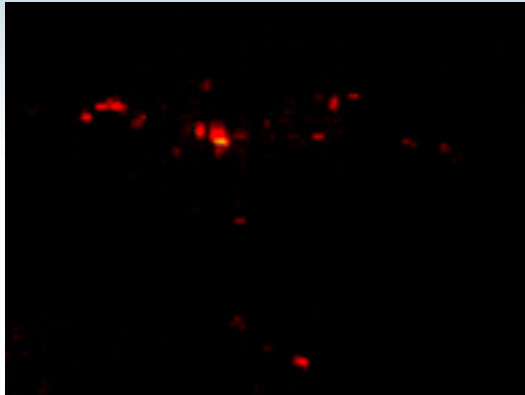
Streptococcus sanguinis
(przepływ 6,5 sccm)

Ocena adhezji bakterii żywych do powłok

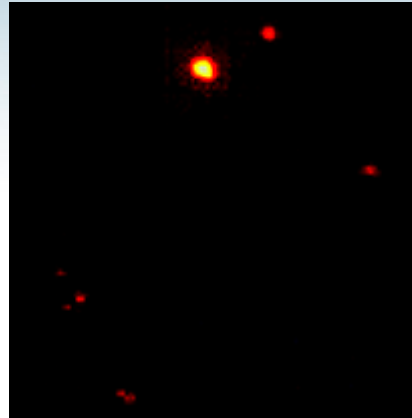
Badana powłoka	Średnia ogólna liczba drobnoustrojów żywych na cm ²					Średnia
	<i>Candida albicans</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus mutans</i>	<i>Streptococcus salivarius</i>	<i>Streptococcus sanguinis</i>	
2,5	2,3	7,1	2,5	2,8	2,6	3,5
3,5	3,1	2,7	2,1	3,2	1,9	2,6
4,5	0,6	0,9	2,2	1,0	0,3	1,0
6,5	0,5	2,7	1,7	0,9	0,3	1,2
Stal 316L	1,8	0,9	3,5	2,0	1,1	1,9
Średnia	1,7	2,9	2,4	2,0	1,2	
NIR I _{rodzaj powłoki} = 1,49		NIR II _{gatunek drobnoustroju} = 1,61			NIR _{interakcja} = 43,93	

Ocena adhezji bakterii do stali 316L

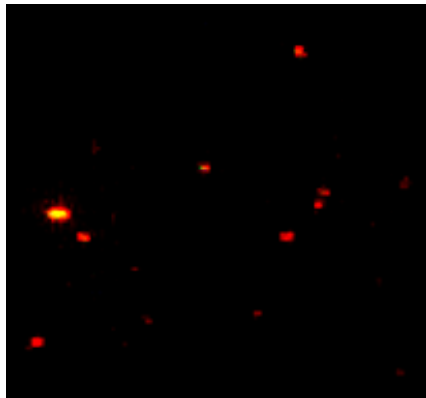
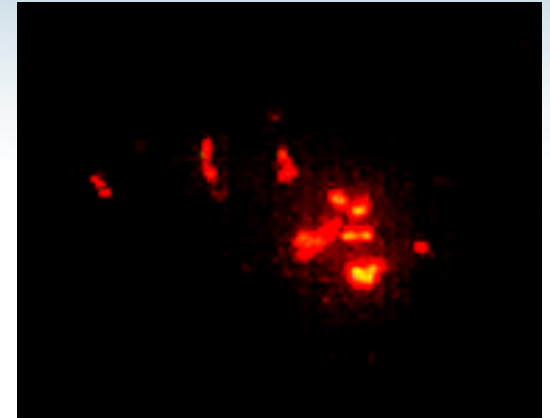
Candida albicans



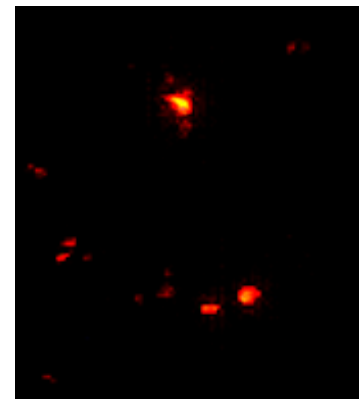
Staphylococcus aureus



Streptococcus mutans



Streptococcus salivarius



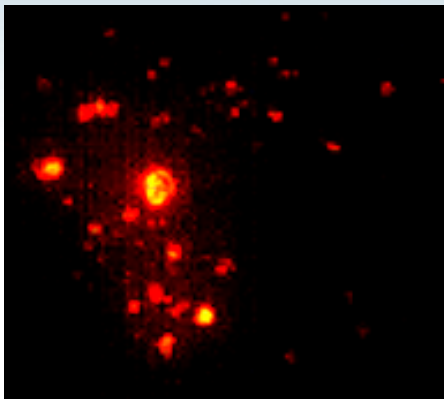
Streptococcus sanguinis

Ocena adhezji bakterii martwych do powłok

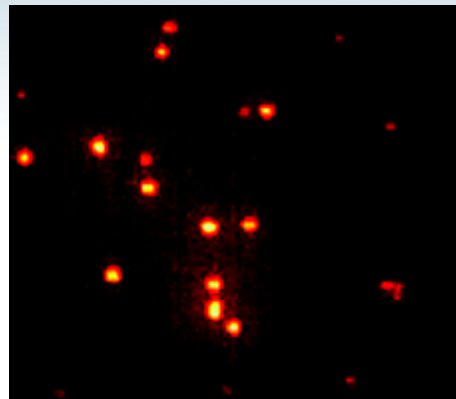
Badana powłoka	Średnia ogólna liczba drobnoustrojów martwych na cm ²					Średnia
	<i>Candida albicans</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus mutans</i>	<i>Streptococcus salivarius</i>	<i>Streptococcus sanguinis</i>	
2,5	8,8	9,2	6,5	7,7	7,7	8,0
3,5	9,9	4,6	0,5	4,6	6,1	5,1
4,5	3,2	2,5	6,3	4,0	6,3	4,5
6,5	5,4	4,9	2,2	4,1	7,7	4,9
k	6,5	2,9	6,9	7,2	6,3	6,0
Średnia	6,8	4,8	4,5	5,5	6,8	
NIR I _{rodzaj powłoki} = 1,56		NIR II _{gatunek drobnoustroju} = 1,68			NIR _{interakcja} = 4,10	

Ocena adhezji bakterii do powłok

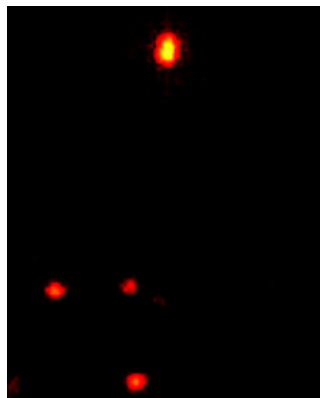
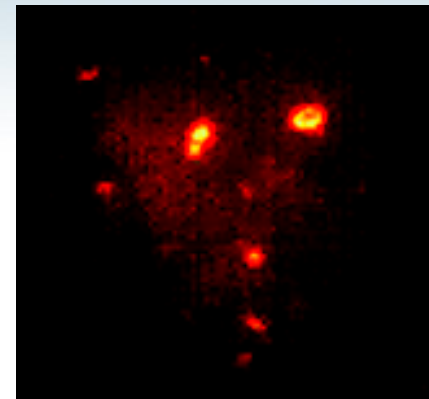
Candida albicans
(przepływ 3,5 sccm)



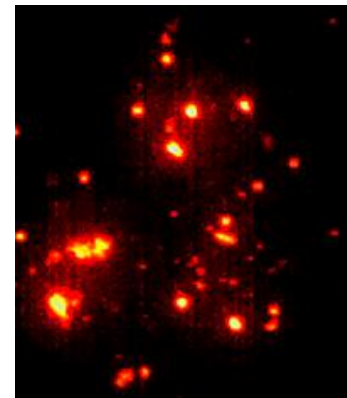
Staphylococcus aureus
(przepływ 2,5 sccm)



Streptococcus mutans
(przepływ 2,5 sccm)

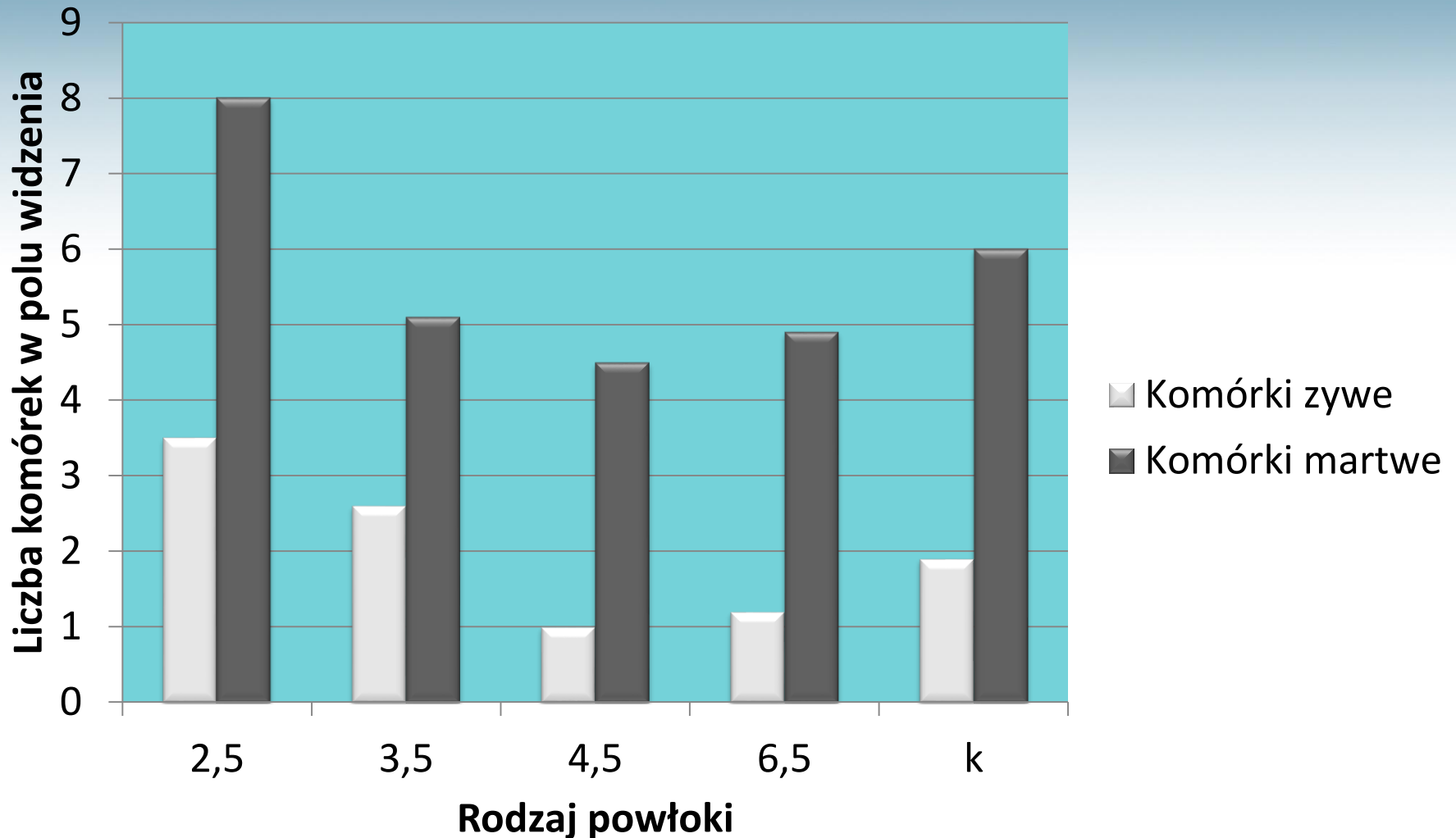


Streptococcus salivarius
(przepływ 6,5 sccm)

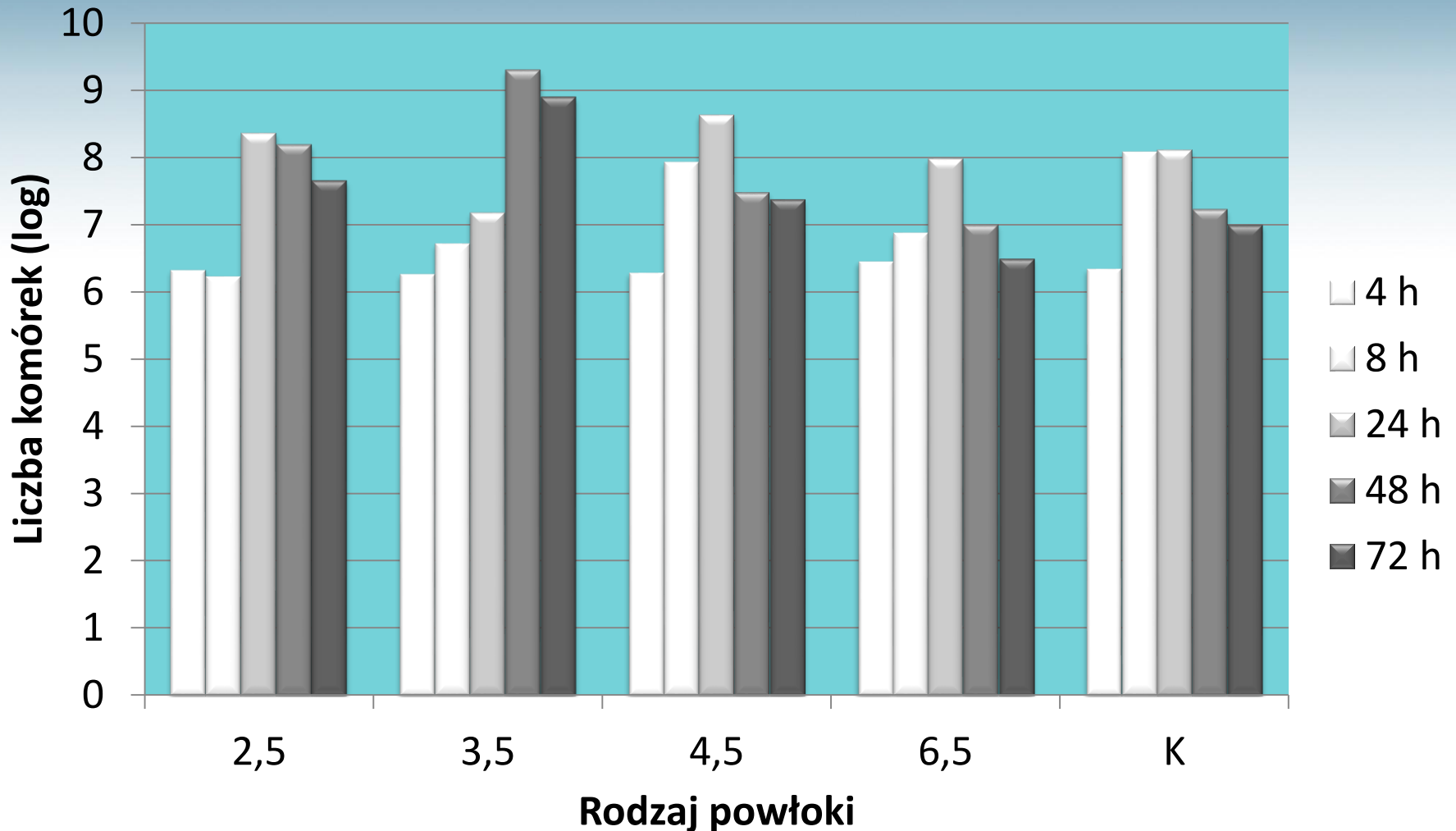


Streptococcus sanguinis
(przepływ 2,5 sccm)

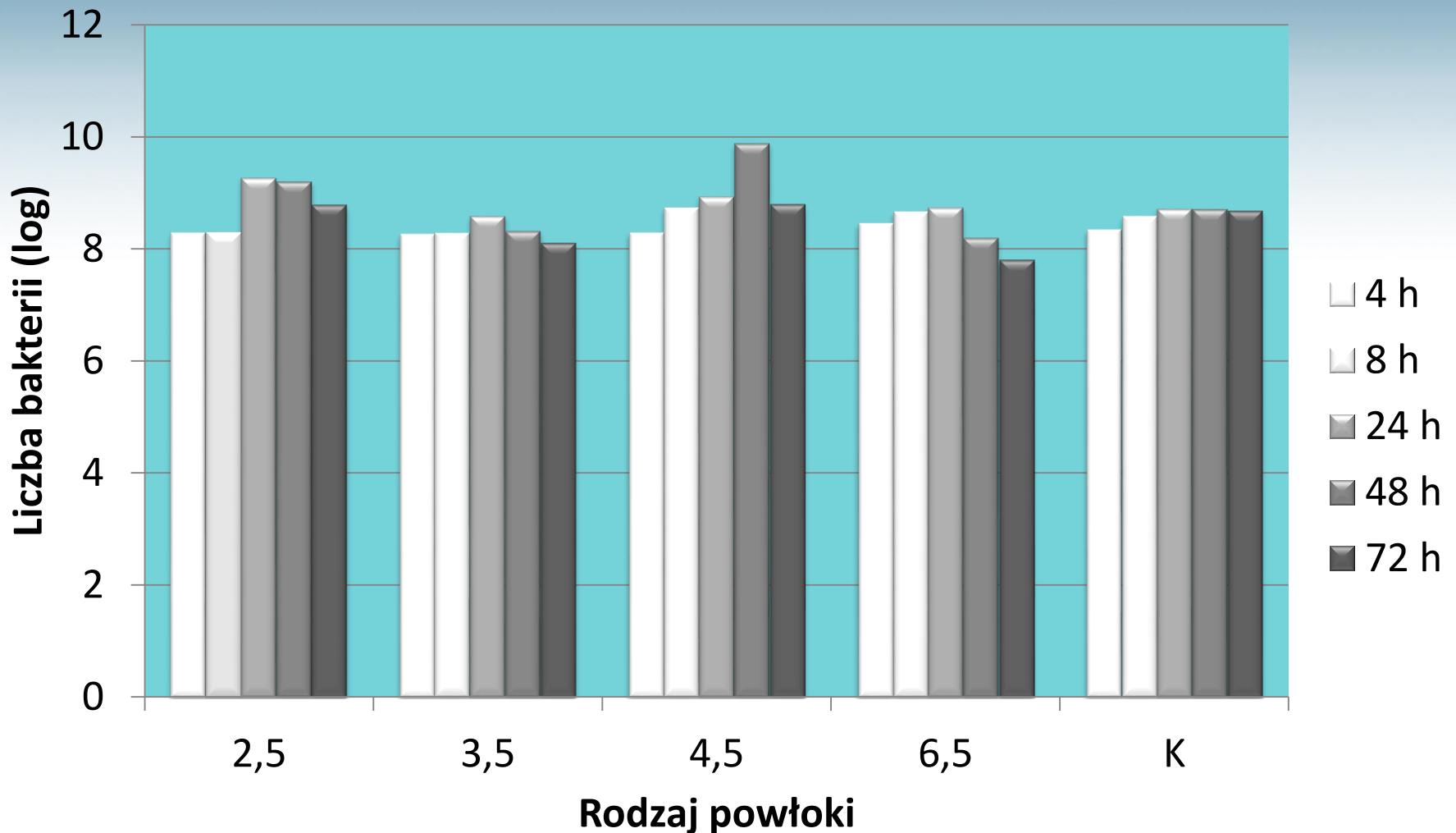
Ocena adhezji komórek żywych i martwych do powłok



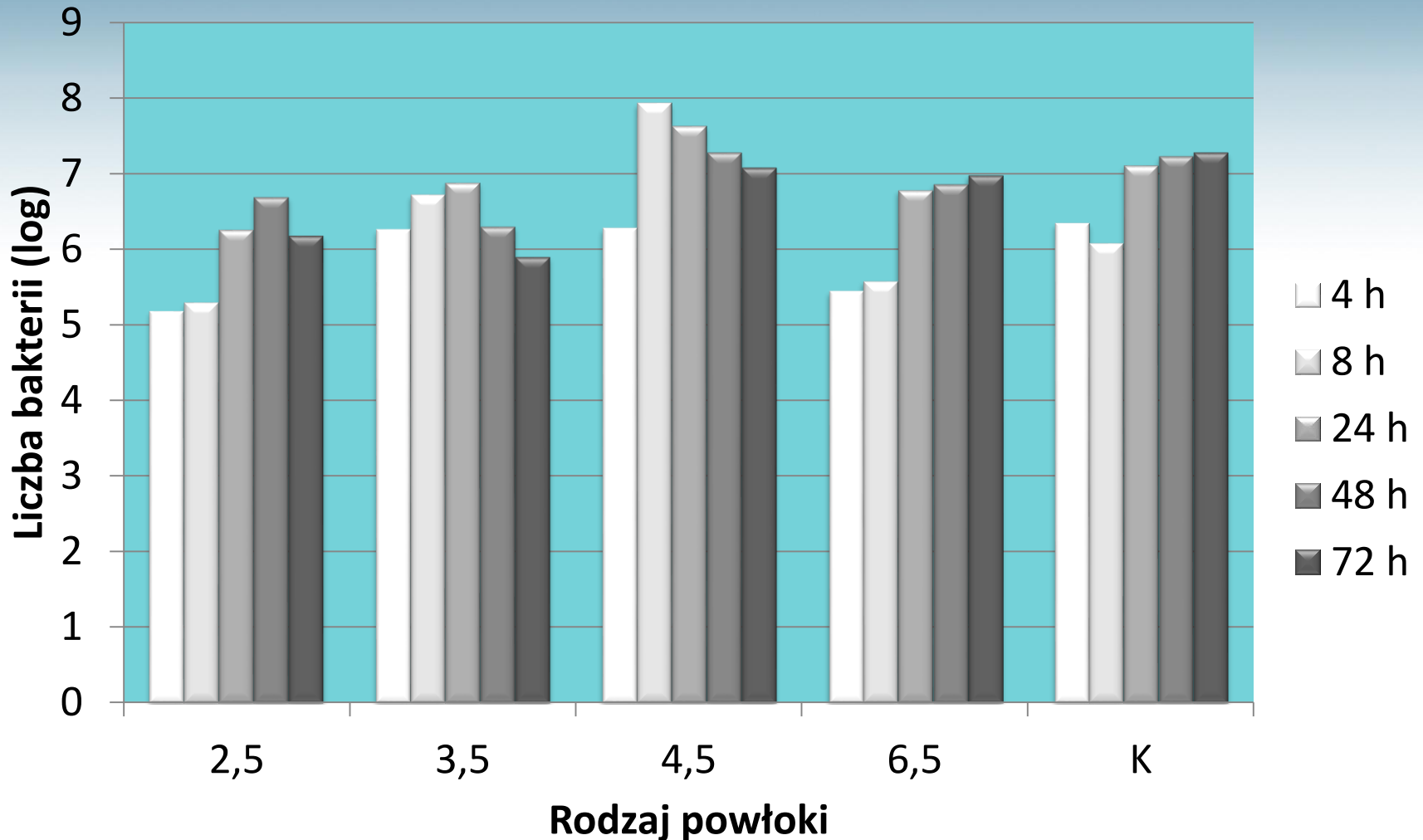
Dynamika wzrostu *Candida albicans*



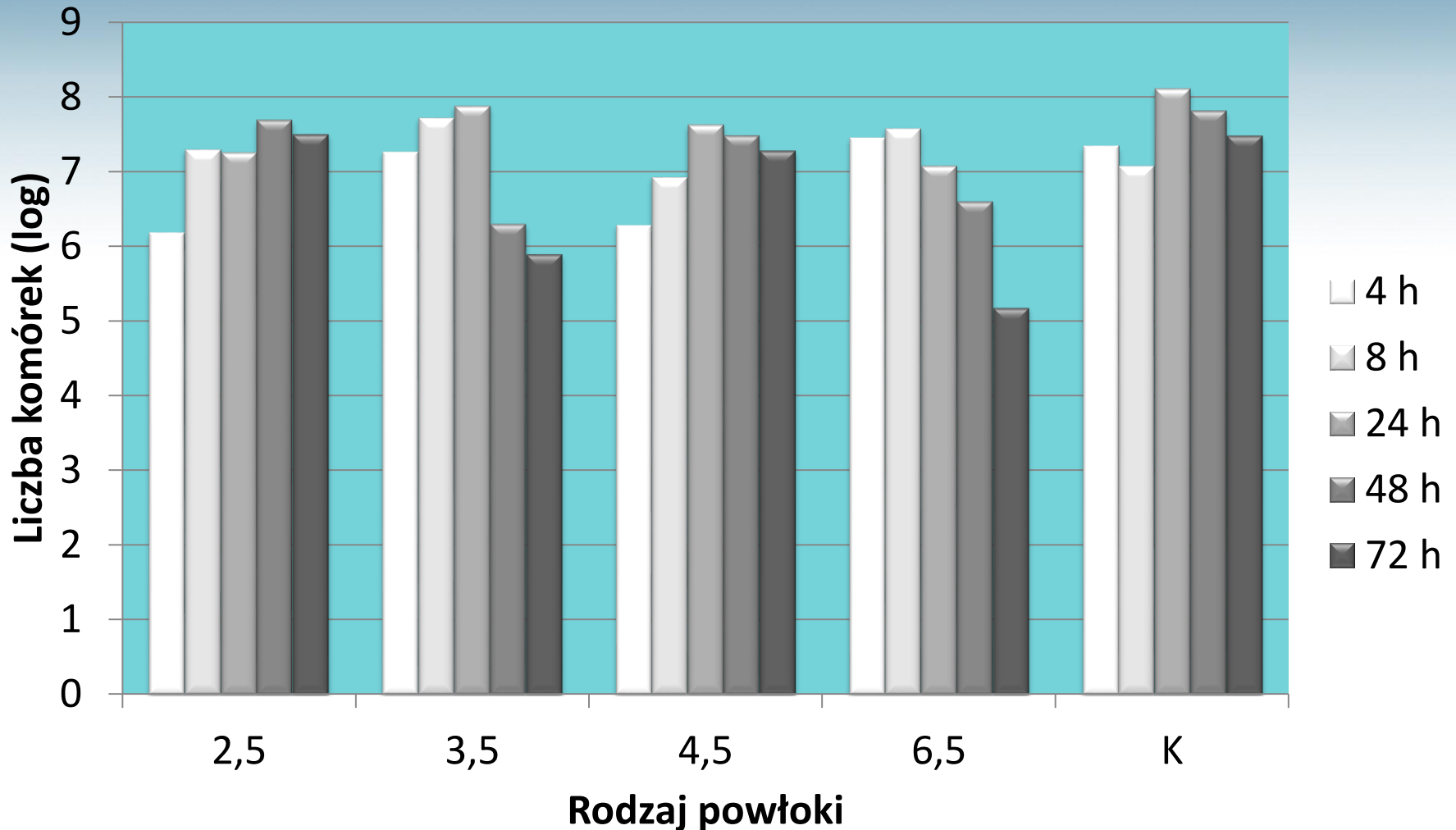
Dynamika wzrostu *Staphylococcus aureus*



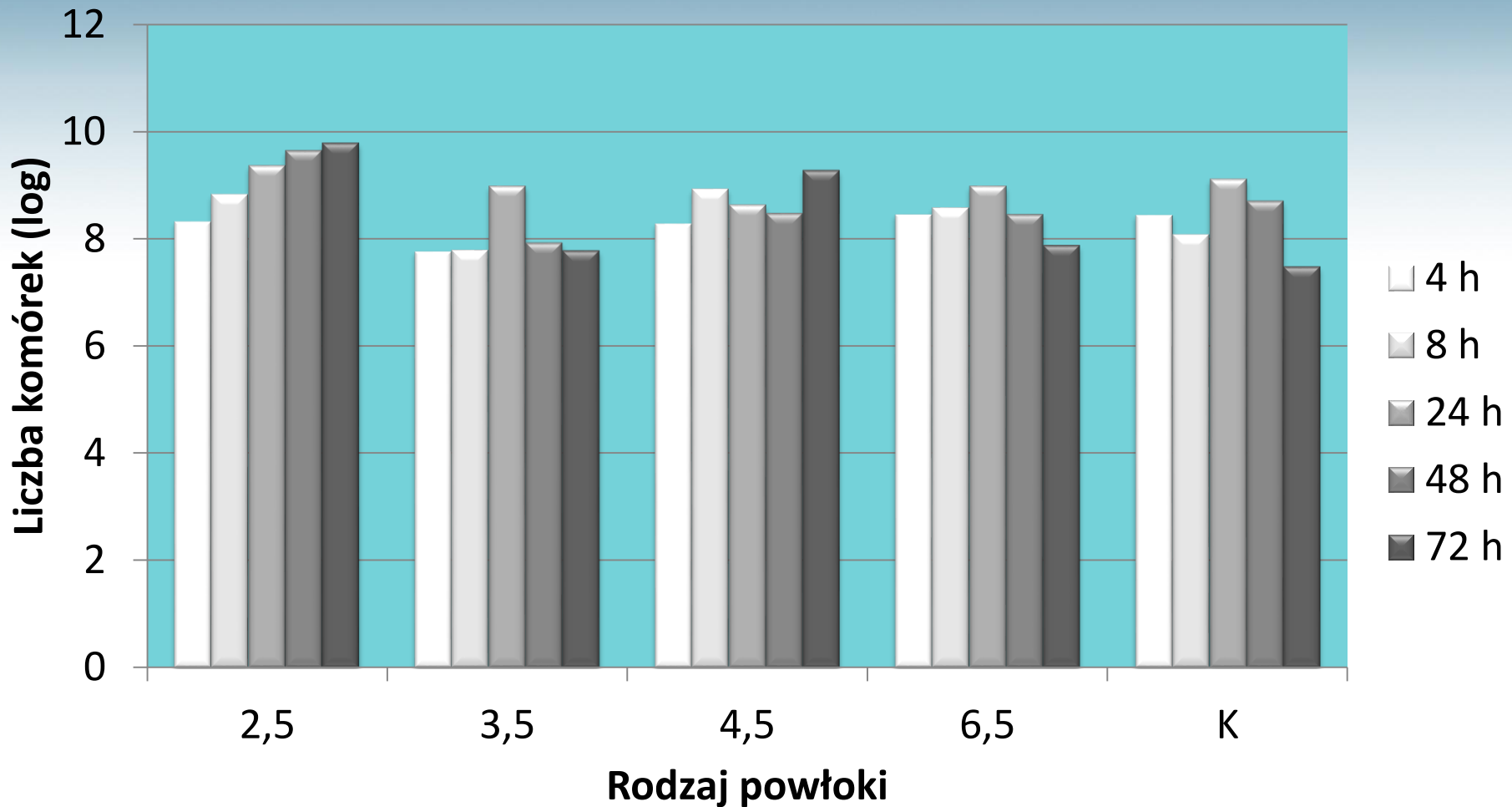
Dynamika wzrostu *Streptococcus mutans*



Dynamika wzrostu *Streptococcus salivarius*



Dynamika wzrostu *Streptococcus sanguinis*



Wnioski

1. Zastosowane w badaniu powłoki ZrC osadzone na stali 316L hamowały wzrost drobnoustrojów, jednak ich siła działania zależała od gatunku testowanego mikroorganizmu oraz budowy fazowej powłok.
2. Najbardziej odporne na kolonizację drobnoustrojami żywymi były powłoki ZrC o stężeniu węgla 61 i 75% at., których budowa fazowa to mieszanina węgla ZrC i węgla w formie amorficznej.
3. Dynamika wzrostu drobnoustrojów w obecności powłok ZrC potwierdza, że mają one działanie inhibitujące na wzrost drobnoustrojów i mogą być wykorzystane w ortodoncji jako np. powłoki aparatów korygujących wady zgryzu.

I OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWA

IMPLANTY 2018

OD IDEI DO KOMERCJALIZACJI

ewa.czerwinska@tu.koszalin.pl