

Edyta Malinowska-Pańczyk • Agata Sommer • Paweł Filipkowski

# wstęp do **BIOKOROZJI**

pod redakcją Edyty Malinowskiej-Pańczyk

Gdańsk 2021

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

*Dariusz Mikielwicz*

RECENZENT

*Katarzyna Jankowska*

REDAKCJA JĘZYKOWA

*Agnieszka Frankiewicz*

SKŁAD I PROJEKT OKŁADKI

*Wioleta Lipska-Kamińska*

Wydano za zgodą  
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem  
<https://www.sklep.pg.edu.pl>

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie  
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy.

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej  
Gdańsk 2021

ISBN 978-83-7348-846-5

# Spis treści

Przedmowa .....	7
<b>Część I .....</b>	<b>9</b>
1. Podstawowe zagadnienia z mikrobiologii ogólnej .....	9
1.1. Klasyfikacja mikroorganizmów (systematyka) .....	9
1.2. Różnice pomiędzy komórkami prokariotycznymi a eukariotycznymi .....	10
1.3. Podział mikroorganizmów ze względu na wymagania pokarmowe i źródła energii .....	16
1.4. Podział drobnoustrojów ze względu na sposób oddychania .....	17
1.5. Podział drobnoustrojów ze względu na optymalną temperaturę wzrostu .....	20
1.6. Podział drobnoustrojów ze względu na optymalne pH .....	21
1.7. Podział drobnoustrojów ze względu na zdolność do wzrostu przy różnych stężeniach soli .....	22
1.8. Typy wzrostu drobnoustrojów w hodowlach mikrobiologicznych .....	24
1.9. Metody oznaczania liczby drobnoustrojów .....	26
1.9.1. Metody bezpośrednie .....	26
1.9.2. Metody pośrednie .....	27
2. Wstęp do biokorozji .....	30
2.1. Mikroorganizmy zaangażowane w MIC .....	31
2.2. Biofilm .....	32
2.3. Charakterystyka grup mikroorganizmów występujących w biofilmie .....	35
2.3.1. Bakterie redukujące siarczany (SRB) .....	35
2.3.2. Bakterie redukujące żelazo (IRB) .....	37
2.3.3. Bakterie utleniające żelazo (IOB) .....	39
2.3.4. Bakterie magnetotaktyczne (MTB) .....	42
2.3.5. Bakterie utleniające mangan (MOB) .....	43
2.3.6. Bakterie produkujące śluz .....	45
2.3.7. Bakterie wytwarzające kwasy (APB) .....	46
2.3.8. Grzyby .....	48

---

3.	Strategie kontroli biokorozji .....	49
3.1.	Kontrola fizyczna .....	49
3.2.	Kontrola chemiczna .....	50
3.2.1.	Biocydy .....	50
3.2.2.	Biosurfaktanty .....	51
3.2.3.	Nanocząstki .....	52
3.2.4.	Ozon .....	53
3.2.5.	Efekt bioelektryczny ze środkami przeciwdrobnoustrojowymi .....	53
3.3.	Kontrola biologiczna .....	54
3.3.1.	Inhibicja korozji przez biofilm regeneracyjny .....	54
3.3.2.	Inhibicja korozji przez mikrobiologiczne białka zapobiegające zamrażaniu .....	55
3.3.3.	Inhibicja korozji przez usuwanie cząstek sygnalizacyjnych .....	55
3.3.4.	Strategia biokonkurencyjnego wykluczania .....	56
3.3.5.	Hamowanie korozji przez bakterie drapieżne .....	58
3.3.6.	Hamowanie korozji przez fagi .....	61
4.	Metody bezpośrednie wykrywania przyczyn biokorozji .....	63
4.1.	Pobieranie próbek .....	64
4.2.	Obróbka wstępna prób .....	65
4.3.	Wykrywanie i identyfikacja mikroorganizmów .....	66
4.4.	Praca w beztlencowcami w laboratorium mikrobiologicznym .....	68
5.	Molekularne metody badania biokorozji .....	74
5.1.	Wstęp .....	74
5.2.	Wymagania dotyczące wykorzystania technik molekularnych .....	76
5.2.1.	Jakość i czystość kwasów nukleinowych .....	76
5.2.2.	DNA a RNA .....	76
5.2.3.	Problemy z informacją zawartą w DNA genomowym .....	76
5.2.4.	Problemy z wykorzystaniem technik opartych na reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) .....	77
5.2.5.	Możliwości wykorzystania baz danych .....	78
5.3.	Metody molekularne oparte na analizie sekwencji genów kodujących podjednostki 16S rDNA i 18S rDNA .....	79
5.3.1.	Pirosekwencjonowanie i NGS .....	80
5.4.	Geny funkcjonalne jako narzędzie badań molekularnych .....	83
5.5.	Inne przydatne narzędzia .....	84
5.5.1.	Losowa amplifikacja polimorficznych fragmentów DNA (RAPD) .....	84
5.5.2.	Mikromacierze DNA/RNA .....	84
5.5.3.	Analizy MALDI-TOF .....	85

---

<b>Część II</b> .....	<b>87</b>
Ćwiczenie 1. Obserwacje wzrostu drobnoustrojów i preparaty mikroskopowe .....	87
Ćwiczenie 2. Oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów w cieczach obróbkowych .....	88
Ćwiczenie 3. Oznaczenie stopnia korozji kuponów ze stali węglowej pod wpływem SRB ....	89
Ćwiczenie 4. Oznaczenie najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL) SRB w wodzie produkcyjnej .....	90
Ćwiczenie 5. Oznaczenie NPL bakterii redukujących tiosiarczany w wodzie produkcyjnej .....	91
Ćwiczenie 6. Wykrywanie określonych mikroorganizmów przy wykorzystaniu techniki PCR .....	93
<b>Część III</b> .....	<b>96</b>
Pożywki stosowane do oznaczania bakterii powodujących biokorozję metali .....	96
Bibliografia .....	130

# Przedmowa

Niniejszy skrypt został opracowany z myślą o studentach kierunków technicznych na uczelniach kształcących specjalistów dla różnych gałęzi przemysłu, w których działalność korozyjna mikroorganizmów stanowi zagrożenie dla środowiska i może prowadzić do poważnych strat ekonomicznych, m.in. dla przemysłu chemicznego, naftowego, gazowego, żeglugo-  
wego, a także żywnościowego.

Korozja mikrobiologiczna jest zagadnieniem interdyscyplinarnym, dlatego studentom, naukowcom i specjalistom zamierzającym podjąć badania w tej dziedzinie potrzebna jest pewna wiedza na temat życia drobnoustrojów i ich interakcji z otaczającym środowiskiem. W tym celu w skrypcie zawarto krótkie wprowadzenie do głównego obszaru mikrobiologii. Następnie scharakteryzowano mikroorganizmy będące główną przyczyną biokorozji i mechanizmy ich działania. Opisano również sposoby przeciwdziałania degradacji mikrobiologicznej i wykrywania przyczyn biokorozji, w tym metody molekularne. Celem ćwiczeń jest nabycie podstawowych umiejętności niezbędnych do pracy w laboratorium mikrobiologicznym, w tym zwłaszcza z drobnoustrojami beztlenowymi, i biegłości w swobodnym posługiwaniu się sprzętem laboratoryjnym.