

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Fakulta biotechnológie  
a potravinárstva

Katedra mikrobiológie

prof. Ing. Miroslava Kačániová, PhD. – Ing. Lukáš Hleba, PhD.

# **BAKTERIOLÓGIA**

Nitra 2019

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
vo Vydavateľstve SPU

Autori: prof. Ing. Miroslava Kačániová, PhD. (10,49 AH)  
Katedra mikrobiológie  
FBP, SPU v Nitre

Ing. Lukáš Hleba, PhD. (4,50 AH)  
Katedra mikrobiológie  
FBP, SPU v Nitre

Recenzenti: doc. RNDr. Leona Buňková, PhD.  
doc. Ing. Simona Kunová, PhD.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 26. 2. 2019  
ako skriptá pre študentov SPU.

© M. Kačániová, L. Hleba, Nitra 2019

ISBN 978-80-552-1972-1

ÚVOD .....	7
1 MIESTO A ÚLOHA BAKTÉRIÍ V PRÍRODE .....	8
2 BAKTERIÁLNA BUNKA .....	9
2.1 Vnútročné usporiadanie, tvar a veľkosť bakteriálnej bunky.....	9
2.1.1 Vnútročné usporiadanie .....	9
1.1.1 Veľkosť .....	10
1.1.2 Tvar.....	11
2.2 Prvkové a molekulové zloženie .....	11
2.3 Jadrová hmota .....	15
2.4 Plazmidy .....	17
2.4.1 Rezistencia na antibiotiká a chemoterapeutiká .....	18
2.4.2 Rezistencia na ťažké kovy .....	19
2.4.3 Produkcia antibiotík .....	19
2.4.4 Produkcia toxínov .....	19
2.4.5 Produkcia baktériocínov .....	20
2.4.6 Degradácia a oxidácia .....	22
2.4.7 Tvorba restričných a modifikačných enzýmov .....	22
2.4.8 Schopnosť symbiózy hľuzotvorných baktérií.....	22
2.4.9 Quorum sensing u baktérií .....	22
2.5 Cytoplazma .....	23
2.6 Ribozómy.....	23
2.7 Rezervné látky .....	25
2.8 Cytoplazmatická membrána .....	26
2.9 Bakteriálna bunková stena .....	27
2.10 Púzdro, glykokalyx a S-vrstva .....	29
2.11 Fimbrie (pilus) .....	30
2.12 Bičičky.....	30
2.13 Spóry a sporulácia.....	32
2 TAXONÓMIA BAKTÉRIÍ .....	35
2.1 Taxonomické jednotky a ich hierarchia.....	37
2.1.1 Numerická taxonómia.....	38
2.1.2 Chemotaxonómia (chemosystematika).....	39
2.1.3 Nomenklatúra.....	39
2.1.4 Identifikácia .....	39
2.2 Charakteristika jednotlivých baktérií.....	40
2.2.1 Baktérie s G <sup>-</sup> bunkovou stenou .....	40

2.2.2	Baktérie s G <sup>+</sup> bunkovou stenou.....	40
2.2.3	Kmeň Spirochaetes .....	41
2.2.4	Kmeň Proteobacteria.....	43
2.2.5	Kmeň Chlorobi .....	69
2.2.6	Kmeň Chloroflexi .....	70
2.2.7	Kmeň Firmicutes.....	70
2.2.8	Kmeň Actinobacteria .....	76
2.2.9	Kmeň Actinobacteria .....	83
2.2.10	Kmeň Tenericutes.....	91
3	RAST A ROZMNOŽOVANIE BAKTÉRIÍ.....	92
3.1	Rast a delenie bakteriálnej bunky .....	92
3.2	Životný cyklus baktérie .....	93
3.3	Rastová krivka bakteriálnej populácie.....	95
3.3.1	Lag fáza .....	97
3.3.2	Exponenciálna fáza .....	97
3.3.3	Stacionárna fáza rastu .....	98
3.3.4	Fáza odumierania .....	98
3.3.5	Diauxia.....	99
3.4	Kontinuálna kultivácia baktérií.....	100
3.5	Rast a množenie baktérií v prirodzenom prostredí .....	101
3.6	Genetika baktérií.....	102
3.6.1	Proteosyntéza .....	102
3.6.2	Regulácia proteosyntézy .....	103
3.6.3	Zmena genetickej informácie.....	103
3.6.4	Spôsobu prenosu genetického materiálu.....	104
4	METABOLIZMUS BAKTÉRIÍ .....	105
4.1	Výživa baktérií.....	106
4.1.1	Zdroj energie, uhlíka a elektrónov .....	106
4.1.2	Zdroj dusíka .....	109
4.1.3	Zdroje ostatných biogénnych prvkov.....	110
4.1.4	Akceptory elektrónov .....	110
4.1.5	Rastové faktory .....	111
4.1.6	Živné laboratórne médiá .....	112
4.2	Metabolizmus baktérií a jeho regulácia .....	113
4.3	Transport látok do bunky .....	116
4.4	Bakteriocídne a bakteriostatické látky .....	117

4.4.1	Bakteriocídne látky .....	118
4.4.2	Baktériostatické látky .....	118
4.5	Jedy .....	119
4.6	Antimetabolity .....	120
4.7	Antibiotiká .....	120
4.7.1	Objav a rozvoj antibiotík .....	121
4.7.2	Mechanizmy účinku antibiotík .....	122
4.7.3	Inhibícia syntézy bunkovej steny .....	123
4.7.3.1	Inhibícia proteínovej syntézy .....	124
4.7.3.2	Poškodenie cytoplazmatickej membrány .....	125
4.7.3.3	Inhibícia syntézy nukleových kyselín .....	126
4.7.3.4	Inhibícia syntézy esenciálnych metabolitov .....	127
4.7.4	Rezistencia baktérií na antibiotiká a jej dôsledky .....	128
4.7.5	Rozdelenie antibiotík podľa štruktúry molekúl .....	129
4.7.5.1	Penicilíny .....	130
4.7.5.2	Cefalosporíny .....	131
4.7.5.3	Karbapenémy .....	132
4.7.5.4	Monobaktámy .....	132
4.7.5.5	Makrolidy .....	133
4.7.5.6	Chynolóny .....	134
4.7.5.7	Aminoglykozidy .....	134
4.7.5.8	Tetracyklíny .....	135
4.7.5.9	Ostatné antibiotiká .....	136
5.7.5	Mechanizmy rezistencie .....	136
5.7.5.1	Enzymatická deštrukcia alebo inaktivácia antibiotika .....	137
5.7.5.2	Prevenia prieniku do cieľového miesta .....	138
5.7.5.3	Zmena cieľového miesta antibiotika .....	138
5.7.5.4	Rýchly efflux (odtok) antibiotík .....	139
6	FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ ÚČINKY PROSTREDIA NA BAKTÉRIE .....	140
6.1	Vlhkosť .....	140
6.2	Osmotický tlak .....	140
6.3	Aktivita vody ( $A_w$ ) .....	141
6.4	Tlak .....	142
6.5	Koncentrácia vodíkových iónov (pH) .....	142
6.6	Žiarenie .....	143
6.7	Teplota .....	144

7	IDENTIFIKÁCIA BAKTÉRIÍ .....	145
7.1	Veľkosť a tvary baktérií pri identifikácii .....	145
7.2	Čistenie kultúr.....	146
7.3	Selektívne živné pôdy.....	148
7.4	Diagnostické živné pôdy.....	148
7.5	Biochemická identifikácia baktérií .....	149
7.6	Aplikácia nových metód pri identifikácii baktérií .....	149
7.7	Molekulárno-biologické metódy.....	150
7.7.1	DNA hybridizácia .....	151
7.7.2	Polymerázová reťazová reakcia (PCR).....	152
7.7.3	Real-time PCR .....	153
7.7.4	Fingerprintové metódy.....	157
7.7.5	Southernov prenos .....	162
7.7.6	Denaturačná vysokorozlišovacia kvapalinová chromatografia (dHPLC).....	164
7.7.7	Sekvenovanie .....	164
7.8	Fyzikálne metódy stanovenia biochemických a fyziologických vlastností mikrobiálnych buniek.....	168
7.8.1	MALDI-TOF MS.....	168
7.8.2	Prietoková cytometria .....	169
7.9	Imunologické metódy .....	170
7.9.1	ELISA (enzým-linked immunosorbent assay).....	170
7.9.2	ELFA - Enzyme-linked fluorescent assay .....	170
7.9.3	Imunomagnetická separácia.....	171
8	POUŽITÁ LITERATÚRA .....	172

## ÚVOD

Ľudské telo je domovom viac ako 2 kg baktérií, ktorých je dokopy viac než všetkých buniek nášho tela. Rôzne kmene obývajú prakticky všetky vonkajšie a vnútorné časti nášho tela. Niektoré z nich môžu spôsobiť vážne ochorenia, ale väčšina z nich sú "dobré" baktérie, ktoré sú nevyhnutné pre riadne fungovanie nášho tela. Jednou z najdôležitejších úloh našich "dobrých" baktérií, je ochrana proti invázii parazitických patogénov. Vedecké hypotézy dokazujú, že ľudia sú schopní uchovať vlastné kmene baktérií v priebehu života. Baktérie s nami spolupracujú aj pri ďalších procesoch, ako je metabolizmus, kde sa baktérie hrubého čreva podieľajú na tráviacich pochodoch, tvoria vhodnú mikroklímu čriev a produkujú vitamíny a ďalšie látky, ktoré potrebujeme. Črevná mikrocenóza napomáha mnohým dôležitým procesom v našom tele, vrátane trávenia. Črevné baktérie umožňujú fermentáciu vlákniny, vyrábajú vitamín K a vitamíny skupiny B, pomáhajú vstrebávaniu elektrolytov – soli sodíka, draslíka a horčíka, či zvýšiť biologickú dostupnosť ďalších minerálov. Skrátka, regulujú naše tráviace procesy a tak predchádzajú nepríjemným ochorením, ako sú hnačka či zápcha. Črevné baktérie zohrávajú v našom tele obrannú úlohu. Možno povedať, že budujú barikády na črevnej stene, ktoré patogénom bránia uvoľňovaniu do krvného riečišťa a súčasne s nimi bojujú o živiny v hrubom čreve, vytvárajú tak nepriaznivé prostredie pre ich rozvoj. Vo vážnejších prípadoch pomáhajú mobilizovať imunitný systém a protilátky. Nedávne štúdie ukazujú, že môžu znížiť riziko vzniku niektorých druhov rakoviny. Baktérie pomáhajú zmierniť príznaky intolerancie laktózy a znížiť riziko vzniku alergií u ľudí. Najväčším nepriateľom našich "dobrých" baktérií je antibiotická liečba, ktorá môže spôsobiť skutočný zmätok v zažívacom trakte. Týchto cenných mikroorganizmov sa však môžeme zbaviť aj pomocou zlej stravy a zlého životného štýlu. Potom nám ale hrozia vážne poruchy.

Existuje mnoho ďalších spôsobov využitia baktérií. Uplatňujú sa ako užitočné baktérie v probiotických kultúrach v potravinových doplnkoch a zvyšujú účinnosť normálnej mikrocenózy prítomnej v tráviacom systéme. Svetový trh s týmito výrobkami neustále vzrastá v súlade so zvyšujúcimi sa požiadavkami spotrebiteľov, ktorí sa snažia takto priaznivo ovplyvňovať svoje zdravie. Mikroorganizmy sa uplatňujú aj pri výrobe mnohých potravín a v niektorých prípadoch sa používajú i ako potraviná.

Veríme, že predkladané skriptá umožnia študentom FBP a študentom príbuzných odborov prírodovedného a biotechnologického zamerania, získať potrebné vedomosti z bakteriológie, a že zároveň siahnu po nej i odborníci z praxe, či sa jedná o potravinárstvo, životné prostredie, verejné zdravotníctvo, výskumné a diagnostické laboratória.

**Naše poďakovanie patrí doc. RNDr. Leone Buňkovej, PhD. a doc. Ing. Simone Kunovej, PhD. za cenné návrhy a pripomienky k rukopisu.**

Autori

**Autori:**

Miroslava Kačániová, Lukáš Hleba

**Názov:**

Bakteriológia

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Rok vydania: 2019

Náklad: 100 ks

AH-VH: 14,99-15,26

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU.

ISBN 978-80-552-1972-1