

Soňa Javoreková • Jana Maková • Zuzana Mašková •

Nitra 2022

Environmentálna mikrobiológia



Názov: **Environmentálna mikrobiológia**

Autorky: **prof. Ing. Soňa Javoreková, PhD.** (AH 10,85)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Ústav biotechnológie

doc. Ing. Jana Maková, PhD. (AH 3,03)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Ústav biotechnológie

Ing. Zuzana Mašková, PhD. (AH 1,23)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Ústav biotechnológie

Recenzenti: **prof. RNDr. Alexandra Šimonovičová, CSc.**

Univerzita Komenského v Bratislave
Prírodovedecká fakulta
Katedra pedológie

prof. Ing. Erika Tobiašová, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Ústav agronomických vied

Foto na obálke: **prof. Ing. Ľuboš Jurík, PhD.**

Publikácia bola vydaná s finančným príspevkom projektu **KEGA-013SPU-4/2020** „Implementácia výsledkov výskumu z environmentálnej mikrobiológie do vyučovacieho procesu a tvorby nových študijných materiálov v II. a III. stupni vysokoškolského štúdia.“

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 16. 11. 2022 ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2548-7

Obsah

Úvod	7
1 Mikroorganizmy v ekologických a environmentálnych vedách	9
1.1 Ekosystém a charakteristika procesov v ekosystéme	11
1.2 Základné jednotky ekosystému	12
1.2.1 Populácia a jej štruktúra	12
1.2.2 Stratégie populácie	13
1.3 Vývoj ekosystému	14
1.4 Ekotop a základné zložky ekosystému	14
1.5 Trofia a trofické skupiny organizmov v prostredí	15
1.6 Mikrobiálna diverzita	15
1.7 Mikroorganizmy v ekosystéme	17
1.7.1 Doména Archaea	17
1.7.2 Doména Bacteria	19
1.7.3 Doména Eukarya	22
2 Mikroorganizmy v ekosystéme	25
2.1 Adaptácia mikroorganizmov na podmienky prostredia	26
2.1.1 Teplota	26
2.1.2 Vlhkosť	26
2.1.3 Reakcia prostredia (pH)	27
2.1.4 Žiarenie	27
2.1.5 Tlak	28
2.1.6 Aerácia	28
2.2 Vzťahy medzi populáciami mikroorganizmov navzájom	29
2.2.1 Neutralita (0 0)	30
2.2.2 Konkurencia (- -)	30
2.2.3 Mutualizmus (+ +)	30
2.2.4 Parazitizmus (+ -)	31
2.2.5 Metabióza (+ 0)	33
2.2.6 Antibióza (- 0)	33
2.3 Vzťahy medzi populáciami mikroorganizmov a rastlinami	34
2.3.1 Fylosféra	34
2.3.2 Rizosféra	35
2.3.2.1 Bakterioríza	37



2.3.2.2	Mykoríza.....	37
2.4	Vzťahy medzi populáciami mikroorganizmov a živočíchmi	40
2.5	Mikroorganizmy a stres.....	42
3	Mikroorganizmy v biogeochemických cykloch	45
3.1	Cyklus uhlíka.....	46
3.1.1	Viazanie uhlíka z atmosféry do suchozemských a vodných ekosystémov	46
3.1.2	Návrat uhlíka do atmosféry zo suchozemských a vodných ekosystémov	48
3.1.3	Dôsledky emisie plynov dôležitých v cykle uhlíka	48
3.2	Cyklus dusíka	49
3.2.1	Cyklus dusíka v suchozemskom a vodnom ekosystéme	49
3.2.1.1	Viazanie atmosférického dusíka	50
3.2.1.2	Mineralizácia (mobilizácia) organických dusíkatých látok.....	52
3.2.1.3	Imobilizácia dusíka	52
3.2.1.4	Nitrifikácia.....	53
3.2.1.5	Denitrifikácia	55
3.2.2	Dusík v atmosfére	57
3.3	Cyklus fosforu a draslíka.....	58
3.3.1	Cyklus fosforu v suchozemskom a vodnom ekosystéme	58
3.3.1.1	Mobilizácia fosforu z organických zlúčenín	59
3.3.1.2	Mobilizácia fosforu z anorganických zlúčenín	60
3.3.1.3	Imobilizácia anorganického fosforu	60
3.3.2	Cyklus draslíka	60
3.4	Cyklus síry	61
3.4.1	Cyklus síry v suchozemskom a vodnom ekosystéme	61
3.4.1.1	Mineralizácia organických zlúčenín síry.....	61
3.4.1.2	Asimilácia a imobilizácia síry.....	62
3.4.1.3	Mikrobiálne premeny anorganických zlúčenín síry.....	63
3.4.2	Síra v atmosfére	64
3.5	Cyklus železa	64
3.5.1	Cyklus železa v suchozemskom a vodnom ekosystéme.....	65
3.5.1.1	Mobilizácia iónov Fe^{3+} v pôde činnosťou mikroorganizmov	65
3.5.1.2	Biologická oxidácia a redukcia Fe v pôde a vo vode	65
3.6	Cyklus mangánu, vápnika a horčíka.....	66
3.6.1	Cyklus mangánu	66
3.6.2	Cyklus vápnika a horčíka.....	67
4	Pôda ako prostredie pre mikroorganizmy	69
4.1	Pôdny edafón a biologický režim pôd	72
4.2	Abiotické faktory a pôdne mikroorganizmy.....	73
4.2.1	Teplota a tepelný režim	74
4.2.2	Voda a vodný režim.....	74
4.2.3	Pôdna reakcia	75

4.2.4	Pôdny vzduch.....	75
4.2.5	Štruktúrnosť pôdy a pórovitosť.....	76
4.2.6	Výskyt a aktivita mikroorganizmov.....	77
4.3	Základné a špecifické vlastnosti mikrobiálnych spoločenstiev	79
4.3.1	Hustota osídlenia, hmotnosť mikrobiálnej biomasy a veľkosť aktívnych povrchov.....	80
4.3.2	Adaptačné mechanizmy mikroorganizmov	81
4.4	Charakteristika pôdnej virocenózy	81
4.5	Charakteristika pôdnej bakteriocenózy.....	82
4.5.1	Rozmiestnenie a hustota osídlenia baktérií.....	83
4.5.2	Diverzita baktérií	84
4.6	Charakteristika pôdnej mykocenózy.....	85
4.6.1	Formy húb	86
4.6.2	Trofické skupiny.....	87
4.6.3	Aktivita húb.....	89
4.7	Charakteristika pôdnej algocenózy	90
4.8	Základné funkcie pôdy.....	92
4.9	Funkcie pôdy v ekosystéme.....	93
4.9.1	Kvalita a zdravie pôdy.....	95
4.9.1.1	Pôdna respirácia	95
4.9.1.2	Rozklad celulózy.....	97
4.9.1.3	Mikrobiálna biomasa.....	98
4.9.1.4	Enzymatická aktivita mikroorganizmov.....	98
4.9.1.5	Štruktúra mikrobiálneho spoločenstva	102
4.9.1.6	Senzitívne mikroorganizmy	106
4.9.2	Index pôdnej kvality	107
4.9.3	Degradácia pôdy	108
4.9.3.1	Hnojenie a zavlažovanie	110
4.9.3.2	Pesticídy	110
4.9.3.3	Obrábanie pôdy a oševné postupy	112
4.9.3.4	Ťažké kovy	114
5	Voda a vzduch ako prostredie pre mikroorganizmy	115
5.1	Voda v prostredí.....	116
5.2	Faktory ovplyvňujúce výskyt mikroorganizmov vo vodnom prostredí.....	118
5.3	Zastúpenie mikroorganizmov vo vode.....	119
5.3.1	Baktérie a aktinomycéty	119
5.3.2	Mikroskopické huby	120
5.3.3	Riasy, sinice a prvoky.....	120
5.4	Zastúpenie a aktivita mikroorganizmov vo vode.....	122
5.4.1	Samočistenie povrchových vôd	122
5.4.2	Saprobity vody	123
5.4.3	Hodnotenie kvality vody a mikroorganizmy.....	124
5.5	Mikrobiálne ukazovatele kontaminácie vody	126



5.5.1	Všeobecná kontaminácia pitnej vody	128
5.5.2	Fekálna kontaminácia pitnej vody	129
5.6	Hygienicky významné mikroorganizmy vo vode	129
5.7	Výskyt a aktivita mikroorganizmov v ovzduší	133
5.7.1	Vplyv faktorov prostredia na výskyt mikroorganizmov vo vonkajšom prostredí ovzdušia	134
5.7.2	Vplyv faktorov prostredia na výskyt mikroorganizmov v ovzduší vo vnútornom prostredí	135
6	Mikrobiálne produkty a ich vplyv na organizmy	137
6.1	Mikrobiálne metabolity a ich vplyv na organizmy	138
6.2	Rastliny a mikrobiálne metabolity	139
6.2.1	Fytohormóny	141
6.2.2	Enzýmy	144
6.2.3	Antibiotiká	144
6.2.4	Metabolity húb	145
6.3	Živočíchy a mikrobiálne metabolity	146
6.3.1	Bakteriálne toxíny	146
6.3.2	Mykotoxíny	147
6.3.3	Metabolity využiteľné v medicíne	148
6.4	Mikroorganizmy a mikrobiálne metabolity	149
6.4.1	Antibiotiká	149
6.4.2	Bakteriocíny	153
7	Environmentálna mikrobiológia v praxi	157
7.1	Polutanty a ich biodegradácia	158
7.1.1	Rozdelenie polutantov	158
7.1.2	Mikroorganizmy a hodnotenie toxicity polutantov	159
7.2	Biodegradácia polutantov	160
7.3	Biologické sanačné metódy	162
7.4	Biopesticídy	163
7.5	Biohnojivá	165
7.6	Biopalivá	167
7.7	Bioremediácie	168
	Zoznam použitej literatúry	171

Úvod

"Ce sont les microbes qui auront le dernier mot."

„Sú to mikroorganizmy, ktoré budú mať posledné slovo.“

Louis Pasteur

Mikroorganizmy neustále ovplyvňujú a budú ovplyvňovať nielen náš život, ale aj celý ekosystém Zeme. A preto, bez poznania a rešpektovania zákonitostí prítomnosti a aktivity mikroorganizmov v ekosystéme, nie je možné tento neobnoviteľný rezervoár existencie života využívať, chrániť a zároveň aj zveľaďovať. Vysokoškolská učebnica *Environmentálna mikrobiológia* ponúka využitie súčasných poznatkov o mikroorganizmoch a ich aplikovanie do riešenia mnohých, veľmi aktuálnych problémov, ktoré súvisia najmä s riešením negatívnych dopadov antropogénnej činnosti na životné prostredie, vrátane klimatických zmien.

Táto vysokoškolská učebnica je primárne určená najmä poslucháčom inžinierskeho stupňa študijného programu aplikovaná biológia na Fakulte biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, ale samozrejme môže byť zdrojom informácií a poznatkov aj pre študentov iných študijných programov a príbuzných odborov, ktoré sa vyučujú či už na SPU v Nitre, ale aj na iných slovenských vysokých školách. Veríme však, že bude zaujímavou a inšpiratívnou študijnou literatúrou aj pre všetkých vedeckých pracovníkov a odborníkov, ako aj ostatnú širokú verejnosť záujemcov, ktorí v predmetnej oblasti pôsobia alebo sa o túto oblasť zaujímajú.

Autorky

Soňa Javoreková • Jana Maková • Zuzana Mašková

Environmentálna mikrobiológia

Vydala • Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Náklad • 150 ks

Jazyková korektúra • Hana Šmehilová

Grafická úprava • Tatiana Šmehilová

Tlač • Vydavateľstvo SPU v Nitre

Počet strán • 177

Rok vydania • 2022

AH-VH • 15,11-15,37

ISBN 978-80-552-2548-7

Táto publikácia bola vytlačená na ekologickom papieri.

