

MIKROBIOLOGIE

Mgr. Šárka Bidmanová, Ph.D.

Loschmidtovy laboratoře, Ústav experimentální biologie

Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita

77580@mail.muni.cz

MIKROBIOLOGIE

1. Úvod do studia mikrobiologie
2. Archea
3. Bakterie
4. Fyziologie růstu bakteriální populace
5. Výživa a metabolismus bakterií
6. Metabolismus bakterií I
7. Metabolismus bakterií II
8. *Genetika bakterií*
9. Nejvýznamnější zástupci bakterií a jejich význam
10. Sinice
11. Kvasinky
12. Vlákňité houby
13. Viry a priony

MIKROBIOLOGIE

Opakování – genetika bakterií

- Gen je úsek DNA, který kóduje polypeptid, tRNA nebo rRNA.
 - Správně
 - Špatně
- Genom bakterií je tvořen chromosomovou, plasmidovou a mitochondriální DNA.
 - Správně
 - Špatně
- Posunová mutace je vyvolána záměnou nukleotidů.
 - Správně
 - Špatně
- UV záření poškozuje DNA tvorbou dimerů cytosinu.
 - Správně
 - Špatně
- Amesův test slouží k izolaci mutantů rezistentních k antibiotikům.
 - Správně
 - Špatně

MIKROBIOLOGIE

Opakování – genetika bakterií

- Rekombinace je výměna sekvencí nukleotidů mezi homologními úseky DNA.
 - Správně
 - Špatně
- Horizontální přenos genů je přenos genů z rodičů na potomstvo.
 - Správně
 - Špatně
- Konjugace je přenos bakteriální DNA z buňky donora do buňky recipienta prostřednictvím bakteriofága.
 - Správně
 - Špatně
- R plasmidy nesou geny pro reprodukci bakteriální buňky.
 - Správně
 - Špatně
- Stanovení sekvence DNA umožňuje Sangerovo sekvencování.
 - Správně
 - Špatně

MIKROBIOLOGIE

1. Úvod do studia mikrobiologie
2. Archea
3. Bakterie
4. Fyziologie růstu bakteriální populace
5. Výživa a metabolismus bakterií
6. Metabolismus bakterií I
7. Metabolismus bakterií II
8. Genetika bakterií
9. Nejvýznamnější zástupci bakterií a jejich význam
10. Sinice
11. Kvasinky
12. Vlákňité houby
13. Viry a priony

MIKROBIOLOGIE

Bakterie a jejich význam

- Lékařská mikrobiologie
 - Přirozená mikroflóra
 - Původci onemocnění
- Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie
 - Proteiny
 - Antibiotika, vitamíny, aminokyseliny
 - Geneticky modifikované organismy
 - Fermentované mléčné výrobky, párky, salámy, kysané zelí
 - Čištění odpadních vod, odstraňování odpadů, biologické loužení kovů z rud

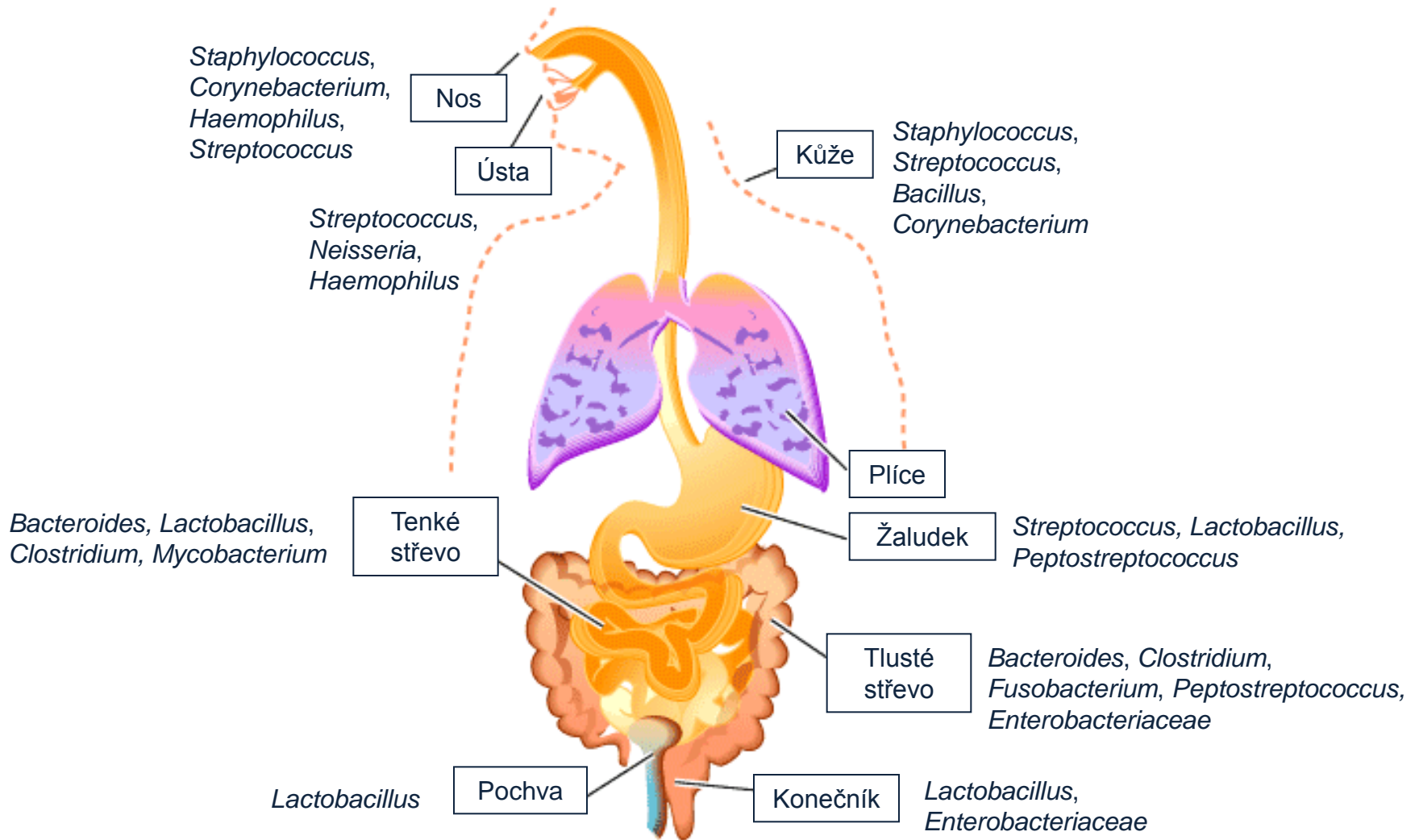
MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie

- Lékařská mikrobiologie
 - Studium vztahu mikroorganismů a člověka
 - Zaměřena zejména na mikroorganismy jako původce onemocnění
- Normální mikroflóra
 - Mikroorganismy na různých místech těla, hostiteli více či méně prospěšné
 - Ochrana sliznice před osídlením patogenními mikroorganismy
 - Tvorba mikroprostředí, např. pH
 - Rozklad nestravitelných zbytků ve střevě
 - Tvorba vitamínů střevními bakteriemi



Lékařská mikrobiologie – normální mikroflóra



MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie – infekce

- **Patogen** =
- **Patogenita** =
- **Virulence** =
- Faktory virulence – usnadňují průnik patogena do hostitele, vyvolávají onemocnění a pomáhají patogenu uniknout před obrannými mechanismy hostitele, např. kapsula, fimbrie, produkce toxinů
- Obranné mechanismy hostitele – ochrana organismu před patogenem, vrozená a adaptivní obrana



MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie – infekce

- Průběh onemocnění
 - Latentní stádium –
 - Prodromální stádium –
 - Manifestní stádium –
 - Rekonvalescence –
 - Ukončení nemoci –

MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie – infekce

- Přenos onemocnění

Zdroj → **Cesta** → **Cílový organismus**

Přenašeč

- Člověk
- Zvíře

Kontaminovaný předmět

Přímý přenos

- Kontakt
- Kapénky
- Perinatální

Nepřímý přenos

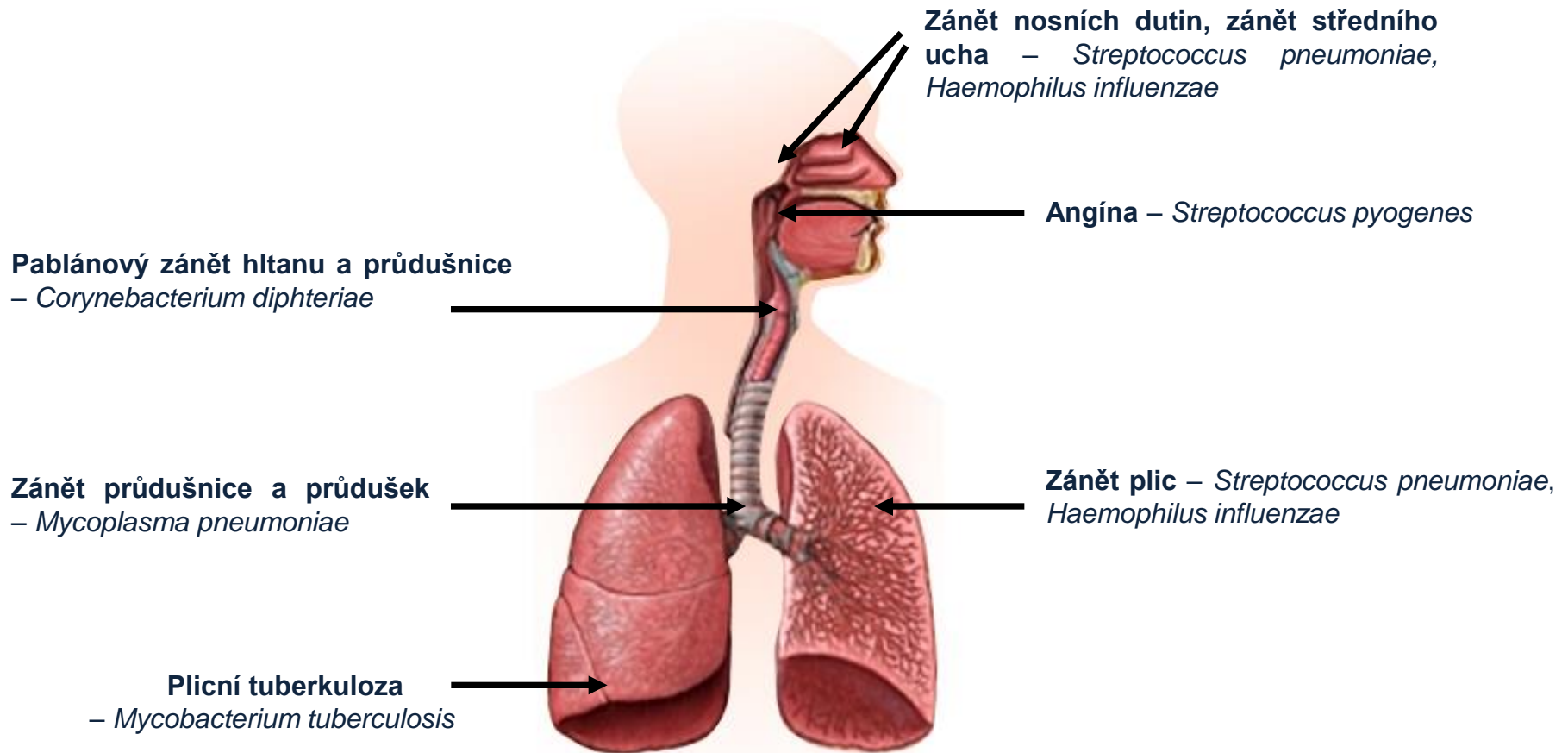
- Vzduch
- Kontaminovaná voda, potraviny, půda
- Vektor
- Transplacentární



MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie – infekce

- Infekce dýchacích cest
 - Nejběžnější infekce, většina virového původu

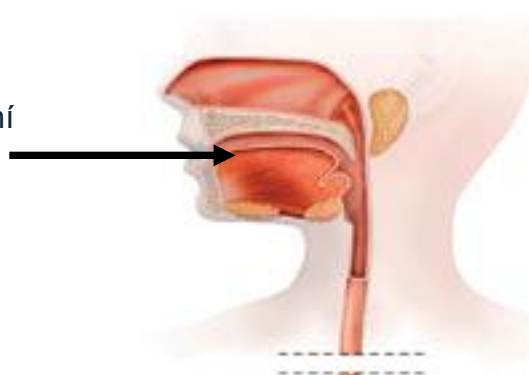


MIKROBIOLOGIE

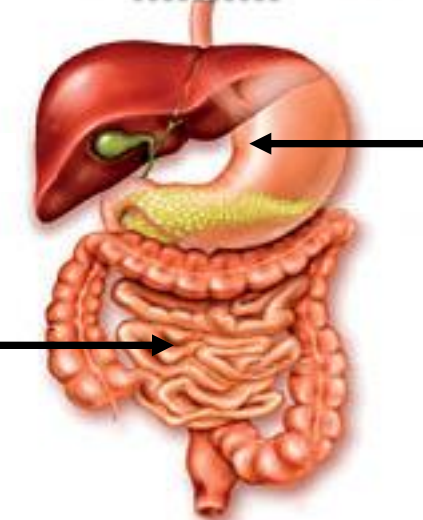
Lékařská mikrobiologie – infekce

- Infekce trávicí soustavy
 - Často přenos kontaminovanými potravinami a vodou

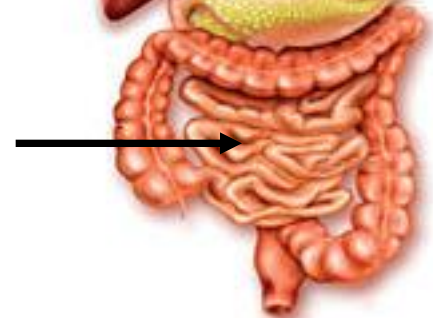
Zubní kaz – nejčastější civilizační onemocnění – *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*



Otrava z potravin – *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*



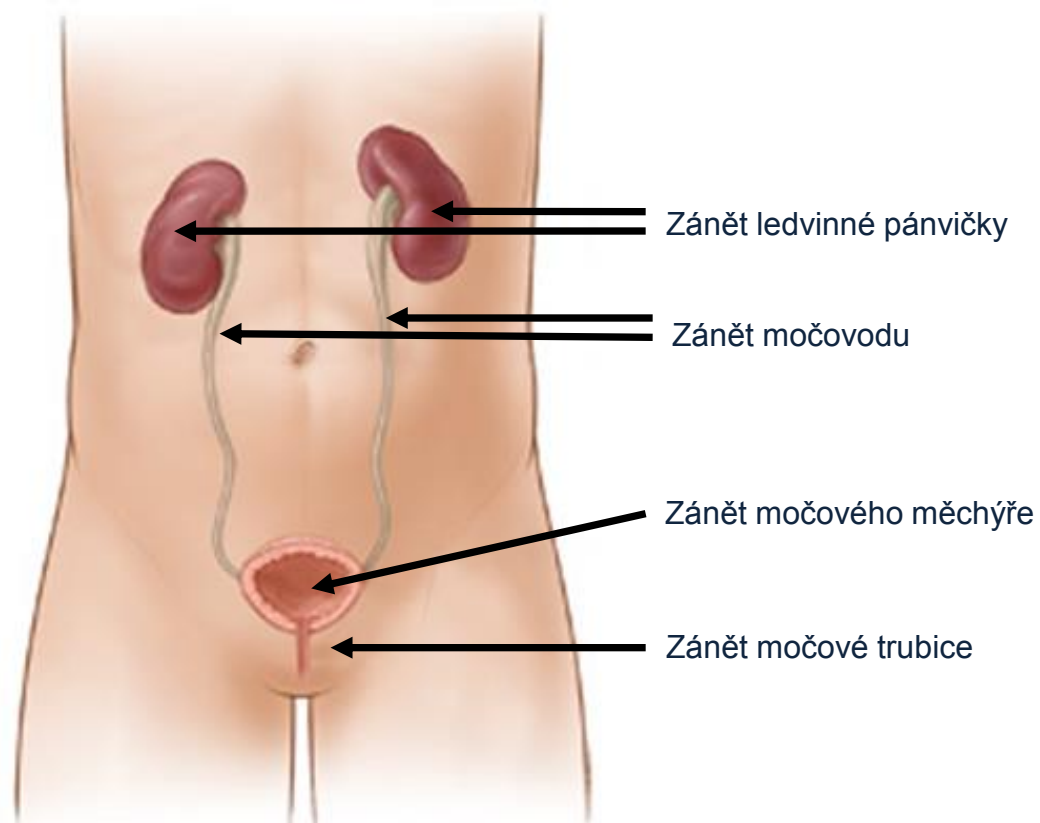
Průjmové infekce – *Campylobacter jejuni*, *Salmonella*, *Escherichia coli* patogenní serotypy, *Shigella*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio cholerae*



MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie – infekce

- Infekce močových cest
 - Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Mycoplasma*



Lékařská mikrobiologie – infekce

- Infekce pohlavních orgánů
 - Kapavka – *Neisseria gonorrhoeae*
 - Syfilis – *Treponema pallidum*
 - Urogenitální infekce – *Chlamydia trachomatis*
- Infekce kůže a ran
 - Spála, erysipel (růže) – *Streptococcus pyogenes*
 - Povrchová poranění – *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Clostridium tetani*
 - Hluboká poranění a zhmoždění – *Clostridium perfringens*, *Clostridium septicum*
 - Popáleninové infekce – *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*

MIKROBIOLOGIE

Lékařská mikrobiologie – infekce

- Sepsa
 - Systémové infekce postihující celý organismus
 - Příznaky – horečka, snížený tlak, zrychlený tep, porucha vědomí, někdy žloutenka
 - *Staphylococcus, Escherichia, Enterococcus, Streptococcus*
- Infekce nervového systému
 - Hnisavé meningitidy – *Streptococcus agalactiae, Haemophilus influenzae, Neisseria meningitidis, Streptococcus pneumoniae*
 - Borelióza – přenos klíštěty – *Borrelia burgdorferi*

MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Biotechnologie =
- Klasické biotechnologie
 - Založeny na empirii
 - Výroba potravin, např. pivo, chléb, sýry
- Moderní biotechnologie
 - Zaváděny od 2. poloviny 20. století
 - Využití rozvoje mikrobiologie, molekulární biologie, procesního inženýrství, biochemie, analytické a fyzikální chemie
 - Využití genového inženýrství

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

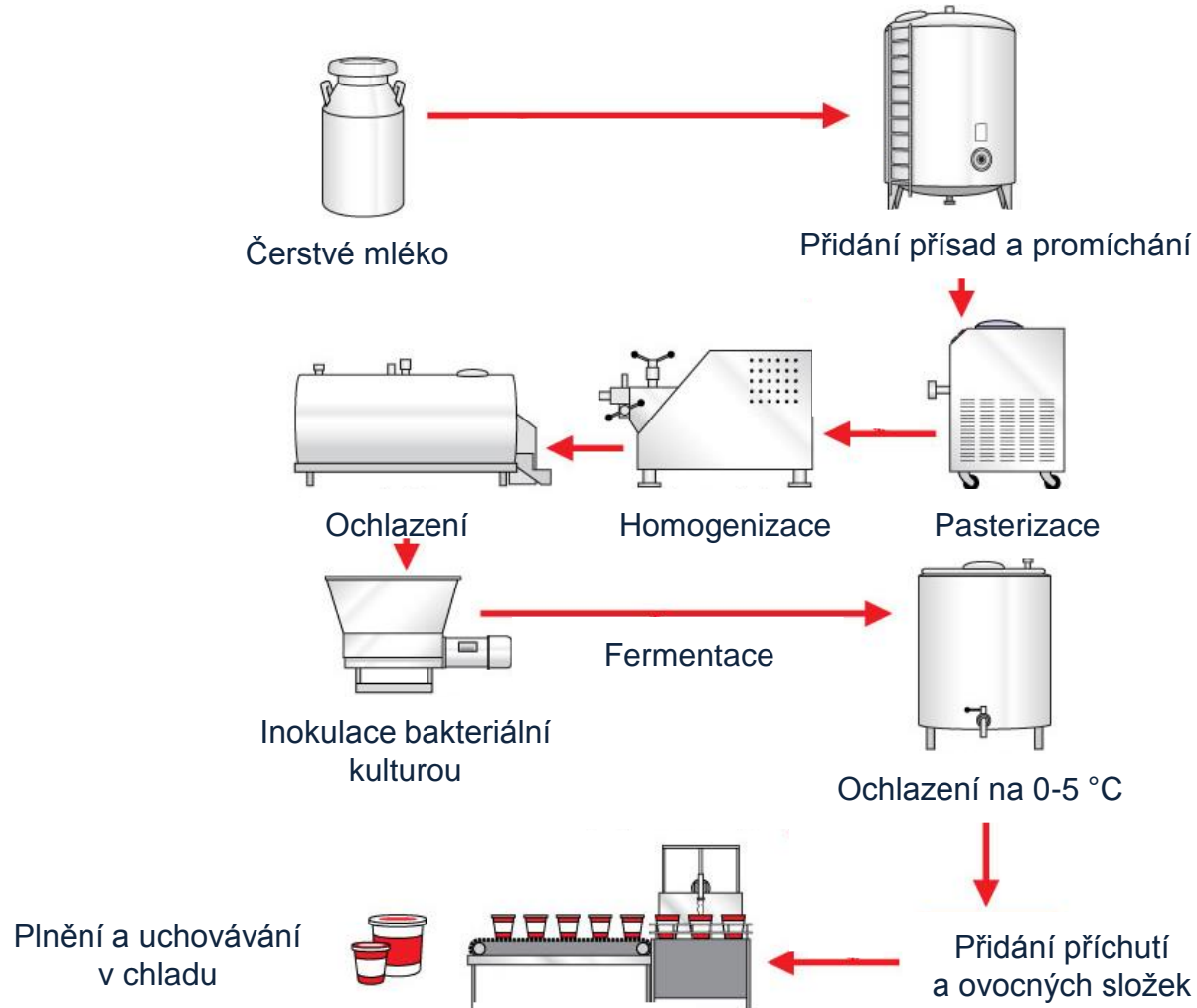
- Fermentované mléčné výrobky
 - Kysaná mléka – *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*
 - Jogurty – *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*
 - Kefír – *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*



MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Fermentované mléčné výrobky – výroba jogurtů



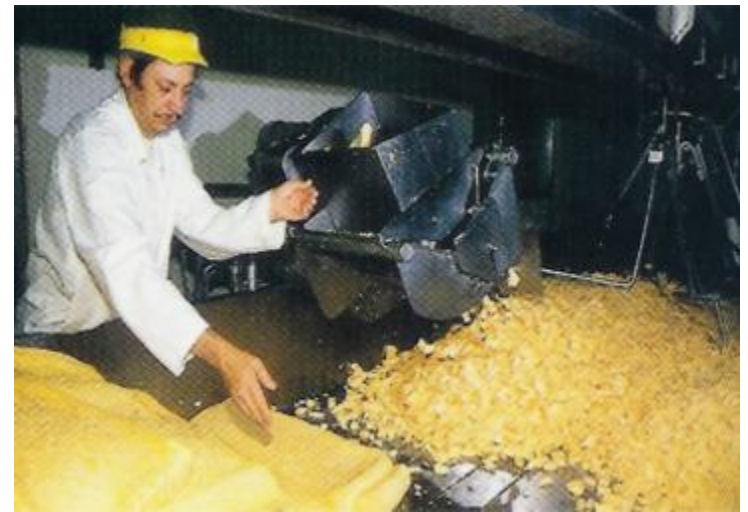
MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Tvaroh a kyselé sýry
 - Vznik z mléka srážením bílkoviny kaseinu kyselinou mléčnou
 - *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Leuconostoc cremoris*



Výroba sýřeniny



Krájení tvarohu

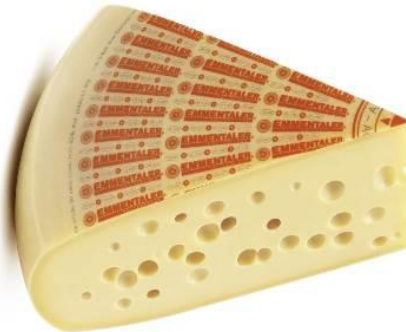
MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Sladké sýry
 - Výroba sýřením ze sraženého mléka
 - *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*



Sýry holandského typu
- gouda, eidam



Sýry švýcarského typu
- ementál



Sýry velmi tvrdé
- parmezán

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Sladké sýry - výroba
 - Sýřením ze sraženého mléka

Mechanické čištění mléka v odstředivkách



Pasterizace



Srážení mléka působením proteolytických enzymů



Zrání sýrašského mléka prostřednictvím bakterií (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*)



Ukládání sýrového zrna do forem, oddělení syrovátky



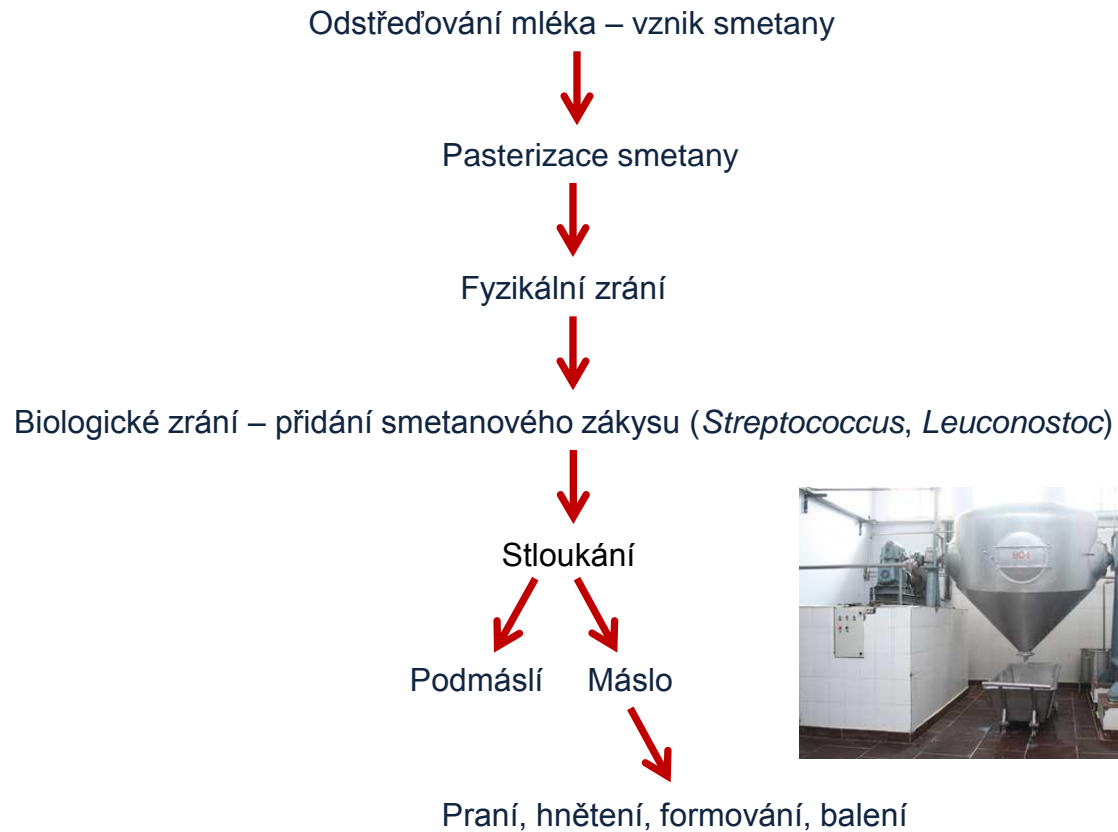
Solení k ochucení a konzervaci



Zrání

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Výroba másla



Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

Fermentované potraviny	Bakterie
------------------------	----------

Káva

Erwinia

Kvašené okurky

Pediococcus, Lactobacillus

Kysané zelí

Lactobacillus

Olivy

Leuconostoc, Lactobacillus

Párky, salámy

Pediococcus, Lactobacillus

Sojová omáčka

Lactobacillus

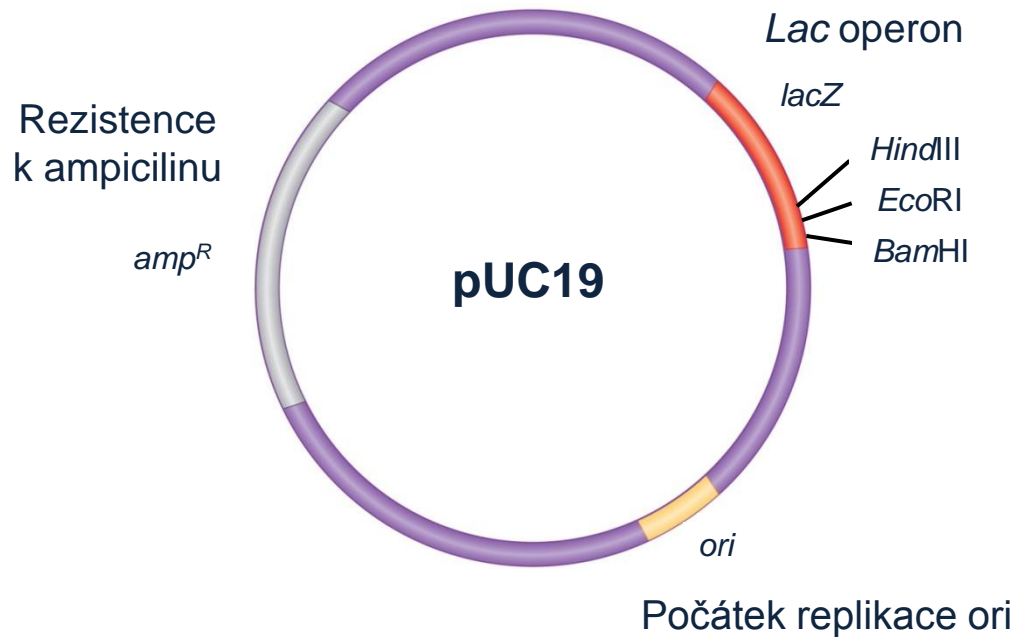
Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Genové inženýrství
 - Techniky vedoucí k umělé tvorbě geneticky pozměněných buněk nebo celých organismů zásahem do jejich DNA
 - Geneticky modifikovaný organismus =
 - Rekombinantní DNA =
 - Rekombinantní protein =



Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Genové inženýrství
 - **Klonování** =
 - **Klonovací vektor** = molekula, která zajišťuje přenos cizí DNA do hostitelské buňky a její klonování



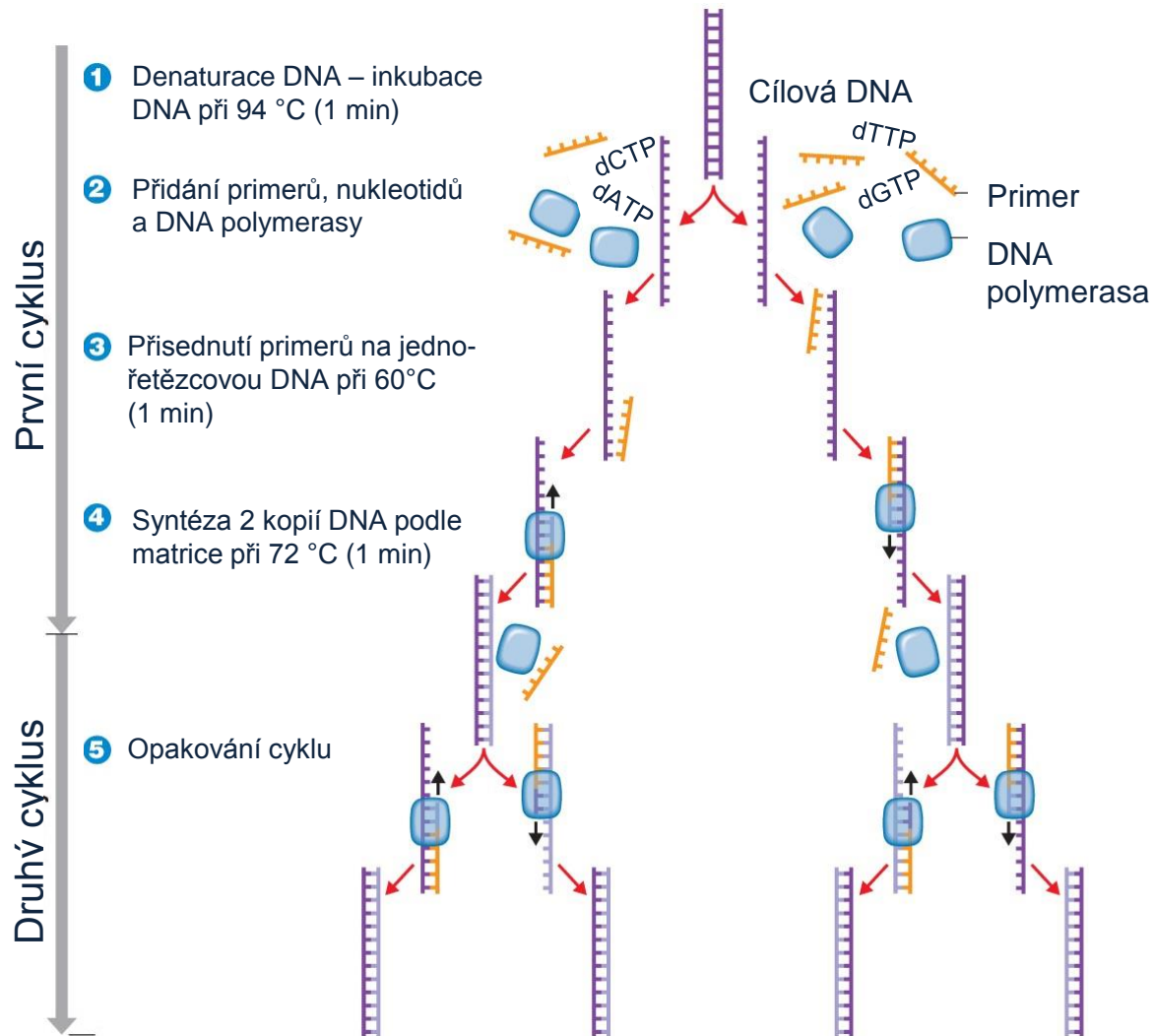
Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- **PCR** (polymerasová řetězová reakce)
 - Amplifikace úseku DNA
 - Využití: amplifikace genu pro klonování, sekvenování, vnášení cílených mutací do genu, identifikace mikroorganismů
 - Reakční směs: matricová DNA, DNA polymerasa, směs nukleotidů, primery
 - PCR cyklus: denaturace DNA, přisednutí primerů na kopírovanou DNA, syntéza dvou vláken DNA s využitím primerů



Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

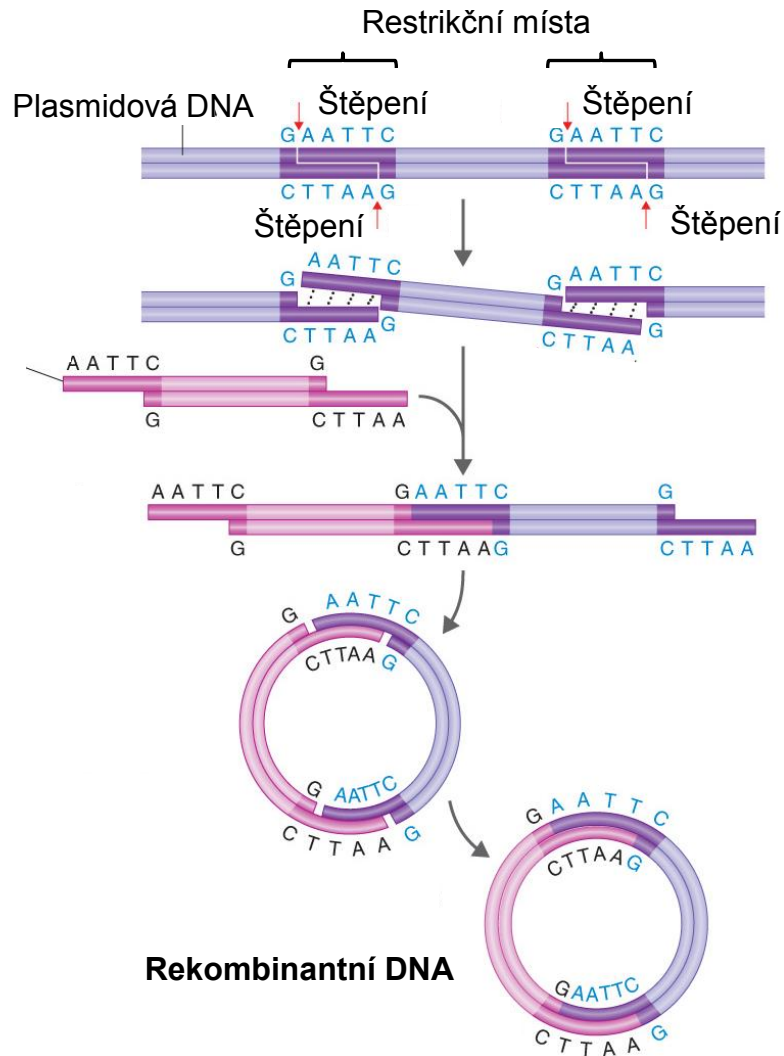
- **PCR** (polymerasová řetězová reakce)



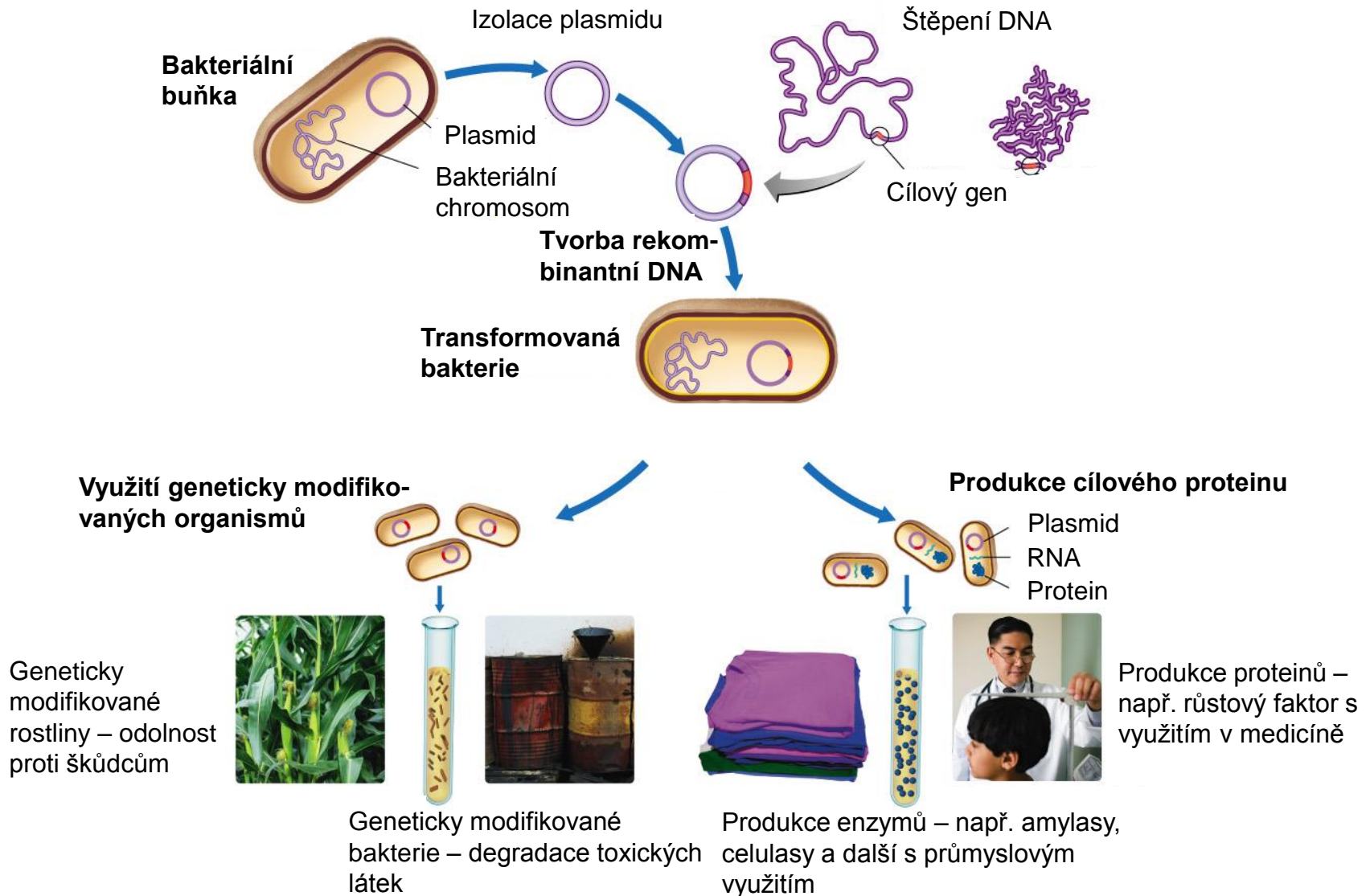
Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Genové inženýrství

- 1 Štěpení plasmidové DNA restriktivním enzymem
- 2 Vznik fragmentu DNA
Štěpení cílové DNA pomocí stejného restriktivního enzymu
- 3 Propojení obou fragmentů DNA díky párování bazí
- 4 Vznik kruhové molekuly DNA po spojení fragmentů
- 5 Spojení obou fragmentů pomocí DNA ligasy, vznik rekombinantní DNA



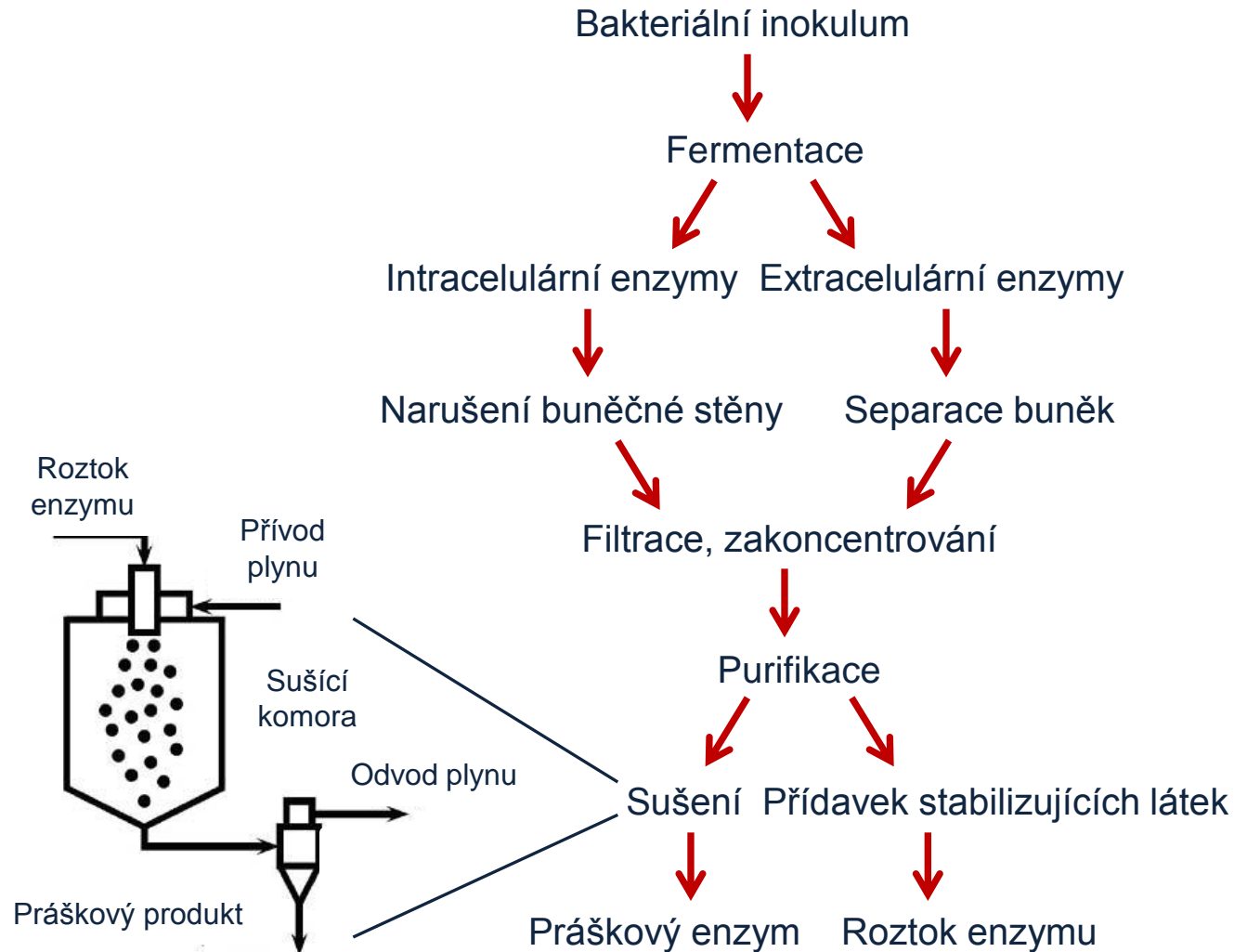
Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie – genové inženýrství



MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

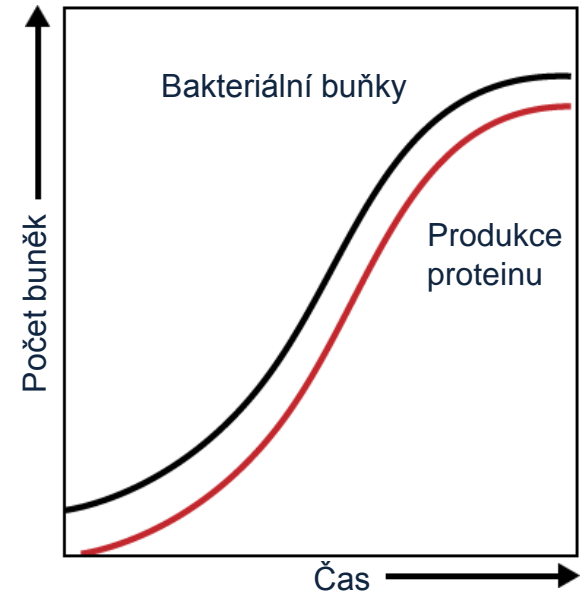
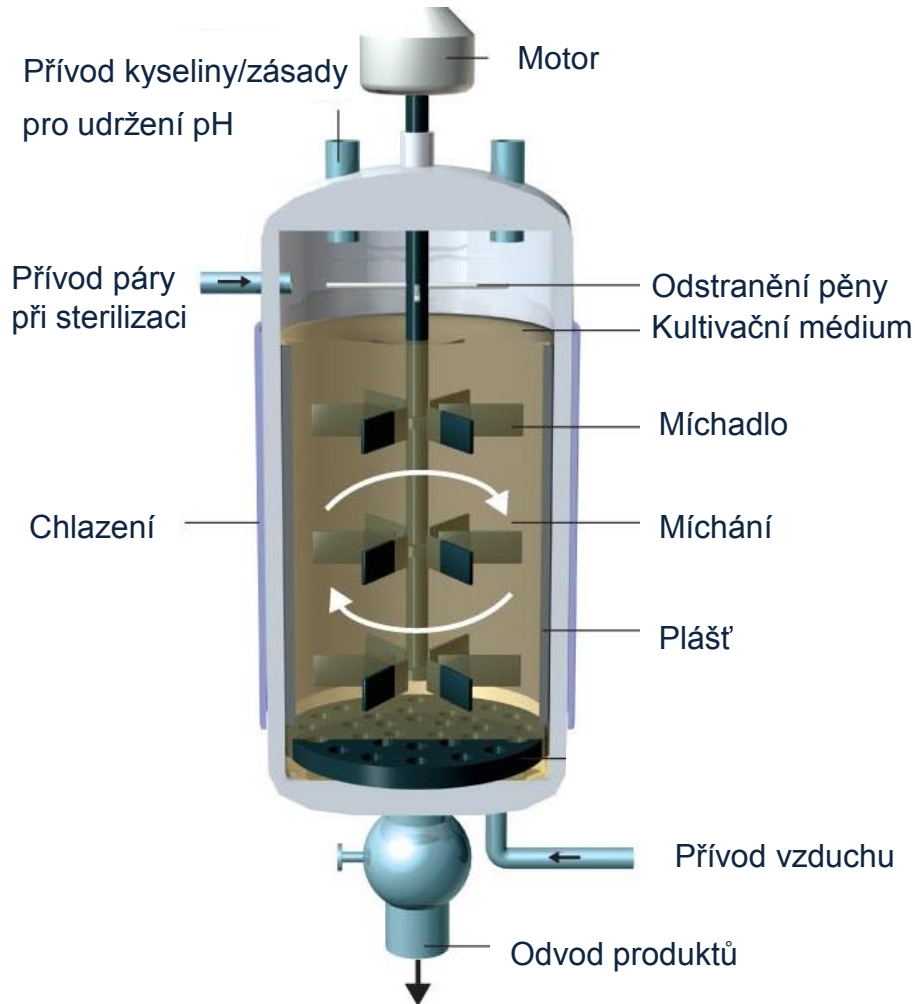
- Produkce proteinů fermentačními procesy



MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Produkce proteinů fermentačními procesy – fermentor



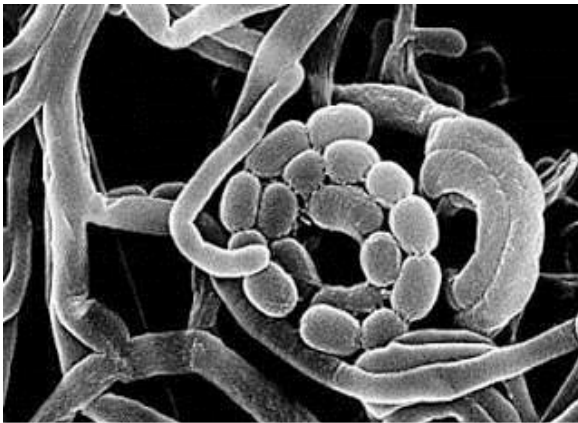
Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie – produkce enzymů

Oblast	Enzymy	Aplikace
Detergenty	Lipasa, proteasa	Prací a čisticí prostředky
Textilní a kožedělný průmysl	Proteasa, amylasa	Změkčování kůží, barvení denimových látek, modifikace povrchu látek
Potravinářský průmysl	Amylasy, chymosin, invertasa, β -galaktosidasa, laktasa, pektinasa	Chléb, pečivo, cukrovinky, výroba piva, mléčných výrobků, zpracování ovocných šťáv
Papírenský průmysl Odpadové hospodářství	Celulasa, xylanasa	Bělení papíru, zpracování dřevěných odpadů
Zemědělství	Xylanasa, proteasa, fytasa	Krmiva
Medicína Farmaceutický průmysl	Glukosaoxidasa, peroxidasa, lipasa	Diagnostika, syntéza opticky čistých látek, antibiotik
Molekulární biologie	Restriktasy, DNA polymerasy a ligasy	PCR, genové inženýrství

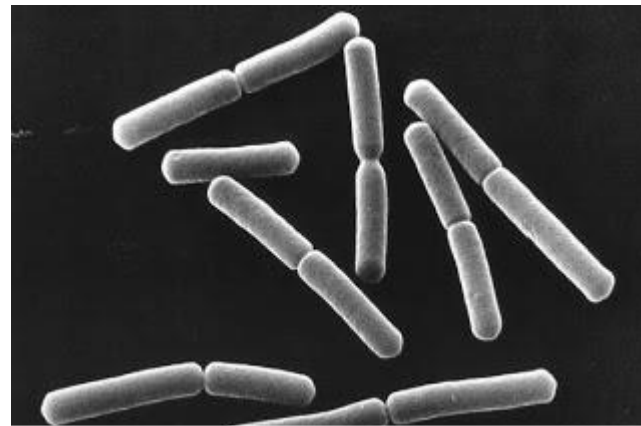
MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Produkce antibiotik
 - Látky produkované organismy nebo synteticky (případně semisynteticky)
 - *Streptomyces* – streptomycin, chloramfenikol
 - *Bacillus* – polymyxin, bacitracin



Streptomyces



Bacillus

MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Produkce vitamínů
 - *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*
 - Vitamín B2, B12
 - Vitamín C – kombinace fermentace a chemické syntézy
- Produkce aminokyselin
 - *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Arthrobacter*
 - Kyselina glutamová – přídatná látka v potravinách
 - Lysin, threonin, tryptofan – doplněk krmiv
 - Cystein – přídatná látka v potravinách (chléb)

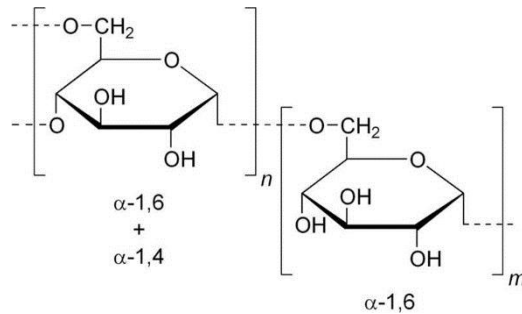
MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Produkce organických kyselin – kyselina octová
 - Výroba octa – *Acetobacter aceti*
 - $2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Produkce organických kyselin - kyselina mléčná
 - Homofermentativní fermentace – *Lactobacillus*, *Streptococcus*
 - Potravinářství – sirupy, cukrovinky, konzervace
 - Chemická výroba – výroba plexiskla
 - Farmaceutický průmysl
- Produkce biopolymerů – xantan
 - *Xanthomonas*
 - Potravinářský průmysl – salátové dressingy, omáčky, šunka, zmrzliny, pečivo – výrobky zůstávají déle čerstvé a křehké

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

- Produkce biopolymerů – dextran
 - *Leuconostoc mesenteroides*
 - Kosmetický průmysl, čištění vod, zemědělství – výroba biologicky odbouratelných polykationtů a polyaniontů
 - Potravinářství – stabilizátor hotových jídel, v cukrovinkách

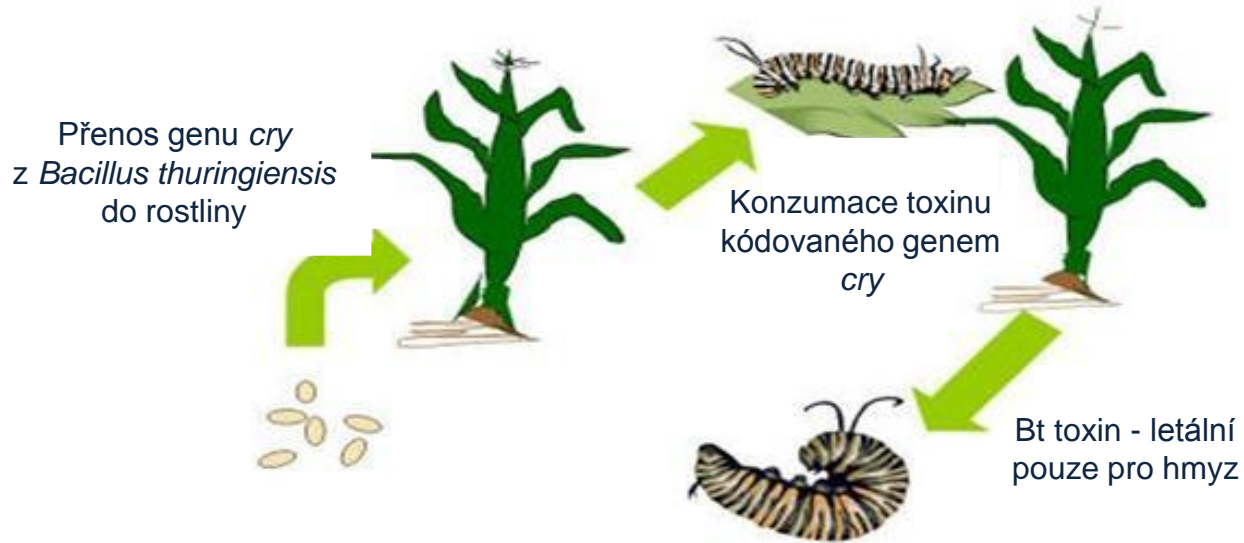


- Produkce organických rozpouštědel – butanol, aceton
 - *Clostridium*
 - Většina butanolu – z fosilních paliv
 - Chemické syntézy, složka hydraulických kapalin, parfémů

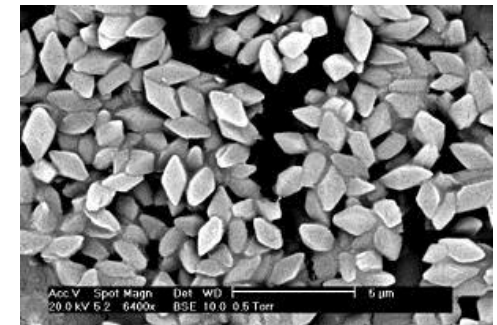
MIKROBIOLOGIE

Průmyslová mikrobiologie a biotechnologie

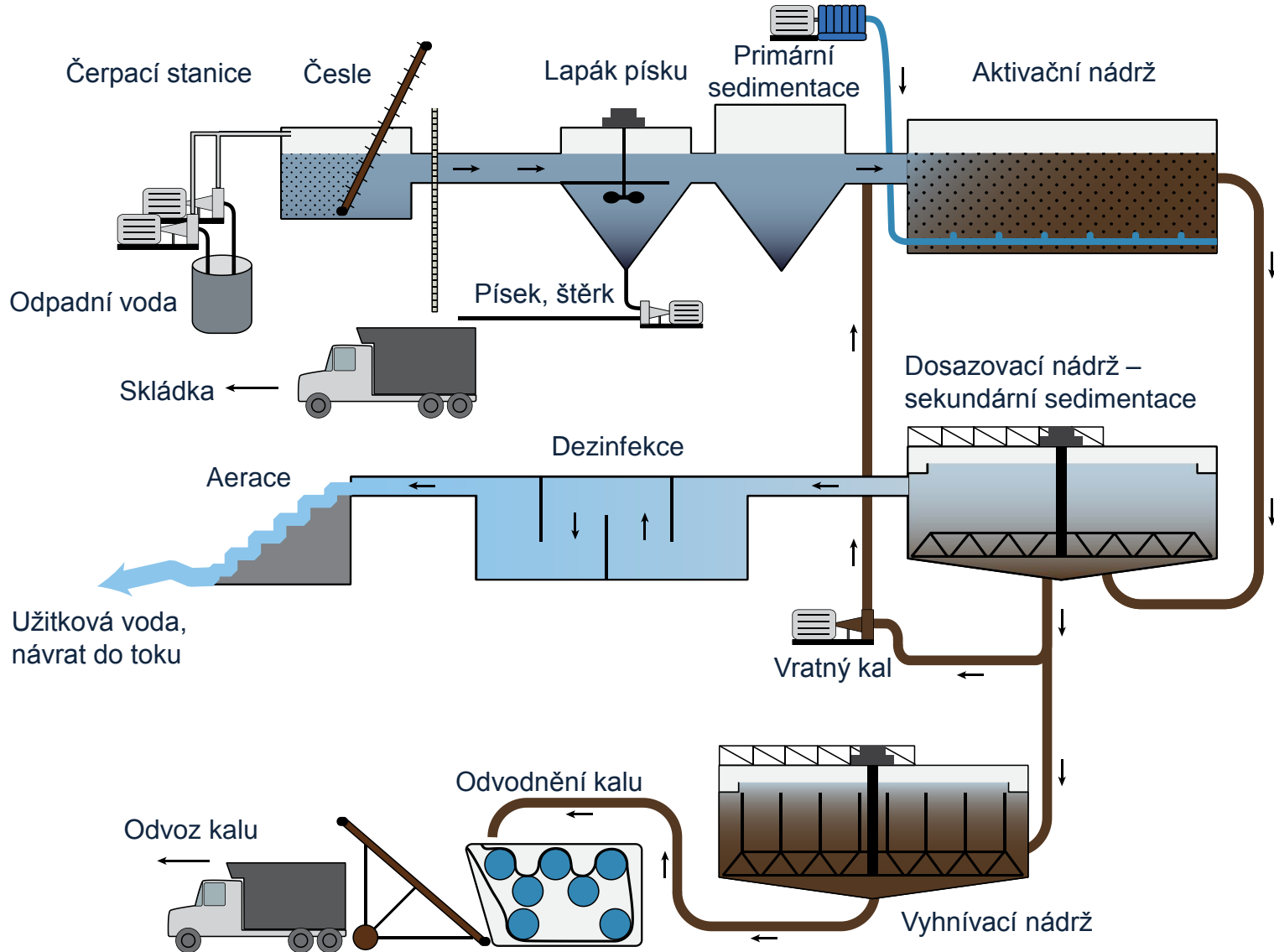
- Produkce lidských proteinů
 - Inzulin, růstový hormon, fibrinogen, sérový albumin, interleukin
- Produkce vakcín
- Geneticky modifikované rostliny
 - Zlatá rýže – zdroj vitamínu A
 - Biologické pesticidy – Bt rostliny



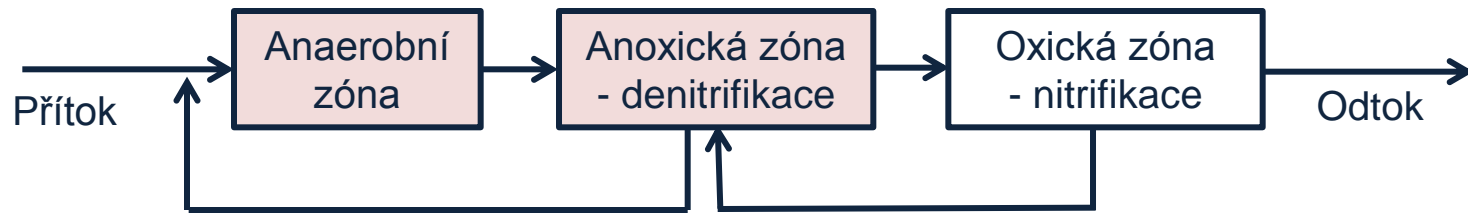
Krystaly Bt toxinu



Biotransformace – čištění odpadních vod



Biotransformace – čištění odpadních vod



- Anaerobní čištění odpadních vod a anaerobní stabilizace kalů
 - Rozklad organické hmoty na CO_2 , CH_4 , kyselinu octovou, vodu a minerální látky spojený s růstem anaerobních mikroorganismů – *Clostridium*, *Bacteroides*, *Peptostreptococcus*, *Peptococcus*, *Lactobacillus*, methanogenní archea
- Čištění odpadních vod v anoxické zóně
 - Denitrifikace =
 - *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Thiobacillus*

Biotransformace – čištění odpadních vod



- Čištění odpadních vod v oxické zóně
 - Rozklad organické hmoty na CO_2 , H_2O a minerální látky
 - Nitrifikace = *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrobacter*
 - Odstraňování fosforu – akumulace organicky vázaného fosforu do bakteriálních buněk – *Acinetobacter*

MIKROBIOLOGIE

Biotransformace – kompostování

- Aerobní přeměna organického materiálu na kompost vlivem mikrobiální aktivity
- Kompost = stabilizované organické látky a rostlinné živiny, především z rostlinných zbytků
 - Rozklad – houby, řasy, kvasinky, bakterie, roztoči, červi, chvostokoci
 - Současně biosyntéza nových sloučenin – humin a huminové kyseliny



Kompostování v zakládkách

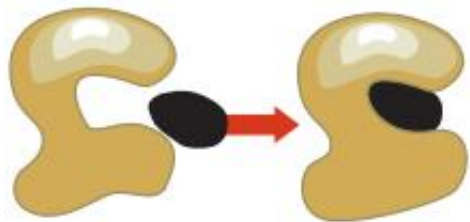


Kompostování ve vaku

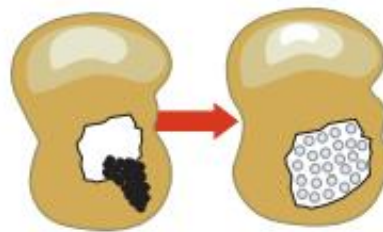
MIKROBIOLOGIE

Biotransformace – bioremediace

- Využití (mikro)organismů k dekontaminaci půd, kalů a podzemních vod
- Aerobní mikroorganismy –
- Anaerobní mikroorganismy –
- Bakterie používané při bioremediacích – *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Sphingomonas*



Mikroorganismus a polutant



Štěpení polutantů
na netoxické produkty

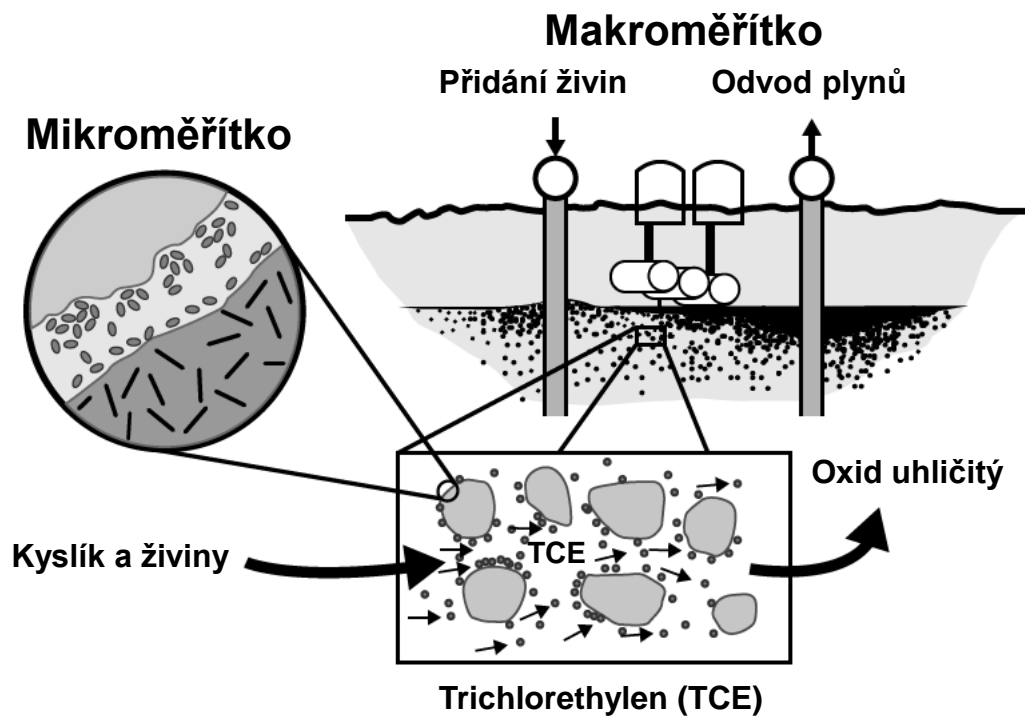


Uvolnění produktů
do vody a půdy

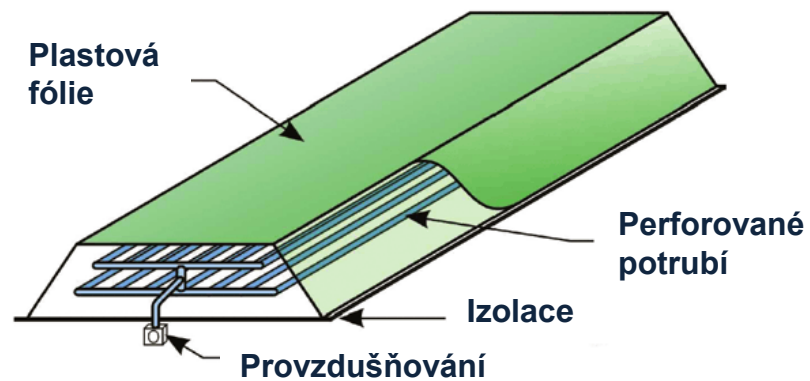
MIKROBIOLOGIE

Biotransformace – bioremediace

Bioremediace *in situ*



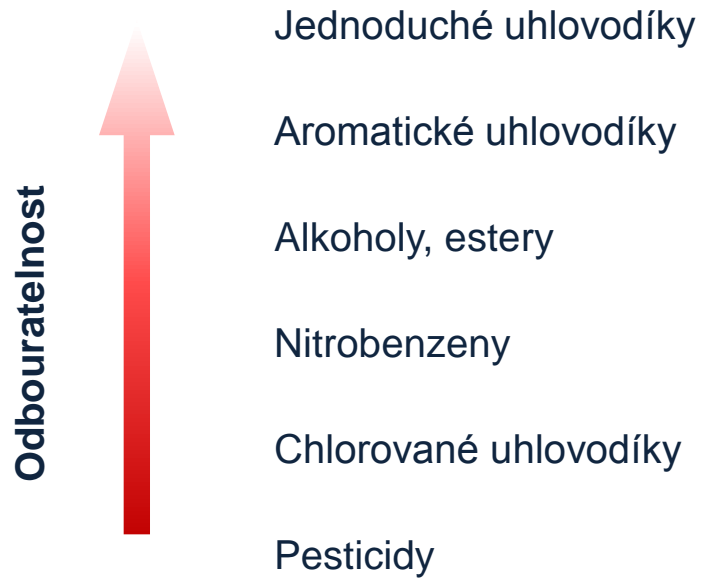
Bioremediace *ex situ*



MIKROBIOLOGIE

Biotransformace – bioremediace

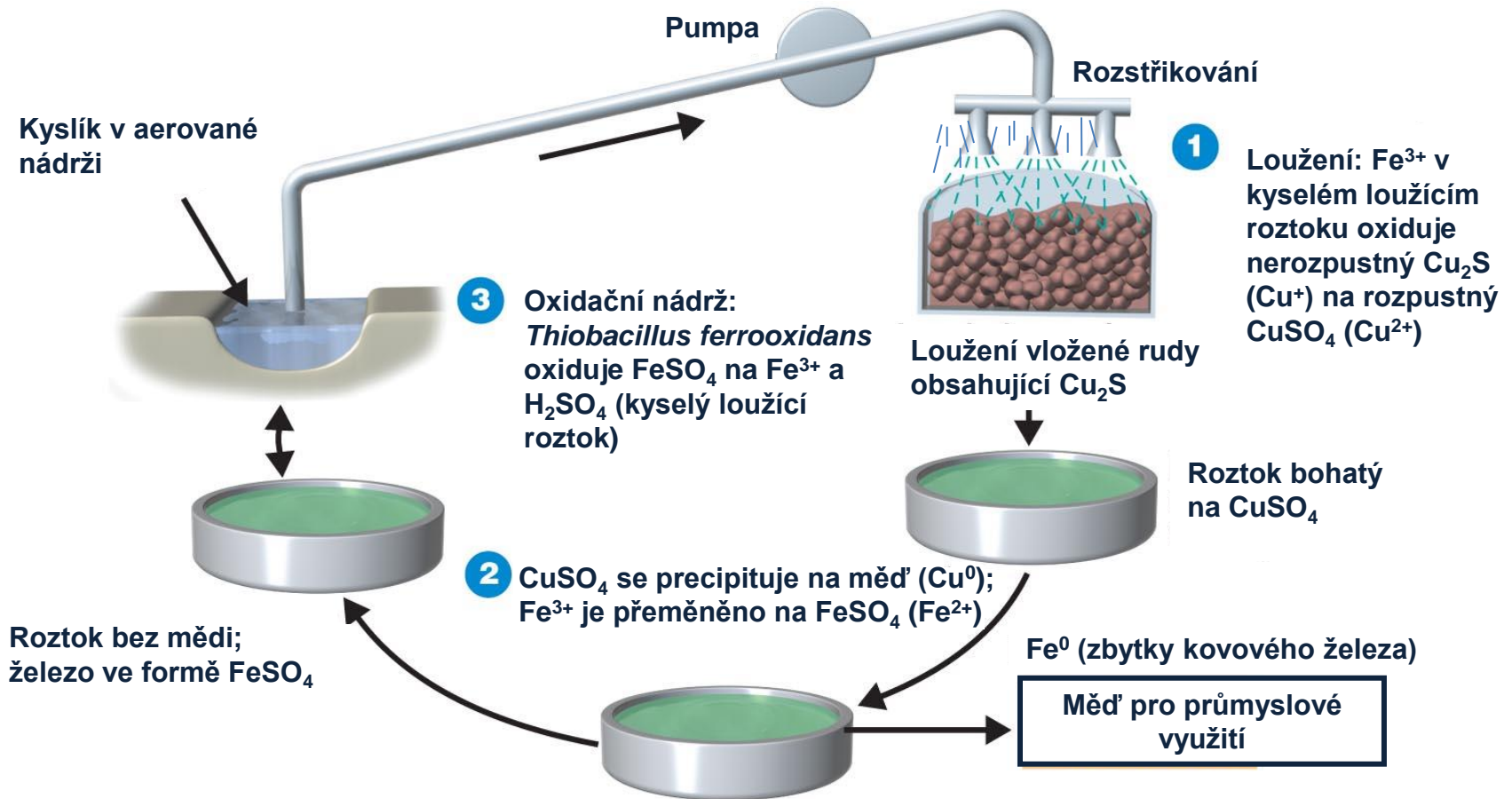
- Relativní schopnost biodegradace



MIKROBIOLOGIE

Biotransformace – biologické loužení kovů z rud

- Využití mikroorganismů pro získávání kovů z hlušiny – měď, uran



MIKROBIOLOGIE

Shrnutí



Reference

- Bednář M., Fraňková V., Schindler J., Souček A., Vávra J., Lékařská mikrobiologie, Marvil, Jihlava, 1996.
- Chiller K., Selkin B.A., Murakawa G.J. (2001): Skin microflora and bacterial infections of the skin. JID Symposium Proceedings 6: 170-174.
- Flint H.J., Scott K.P., Louis P., Duncan S.H. (2012): The role of the gut microbiota in nutrition and health. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology 9: 577-589.
- <http://highered.mcgraw-hill.com/>
- Monack D.M., Mueller A., Falkow S. (2004): Persistent bacterial infections: the interface of the pathogen and the host immune system. Nature Review Microbiology 2: 747-765.
- Muyzer G., Stams A.J.M. (2008): The ecology and biotechnology of sulphate-reducing bacteria. Nature Reviews Microbiology 6: 441-454.

MIKROBIOLOGIE

Reference

- Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A., *Microbiology (7th edition)*, McGraw-Hill, New York, 2007.
- Rehm B.H.A. (2010): Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. *Nature Reviews Microbiology* 8: 579-592.
- Votava M., *Lékařská mikrobiologie speciální*, Neptun, Brno, 2003.
- Willey J., Sherwood L., Woolverton C., *Prescott's principles of microbiology*, McGraw-Hill, New York, 2009.

MIKROBIOLOGIE

Animace

- <http://www.youtube.com/watch?v=PdXzQ7Ds6Q8>
- <http://www.youtube.com/watch?v=pXXvdv5Sibo>
- <http://www.youtube.com/watch?v=ABqJF1YZhCo>
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072556781/student_view0/chapter14/animation_quiz_1.html
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072556781/student_view0/chapter14/animation_quiz_2.html