

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 – metabolismus bakterií I

- Při katabolických reakcích dochází k rozkladu složitějších látek na jednodušší.
 - Správně
 - Špatně
- NADH slouží v bakteriální buňce jako univerzální přenašeč energie.
 - Správně
 - Špatně
- Výsledkem glykolýzy je tvorba CO_2 , H_2O a zisk energie ve formě ATP.
 - Správně
 - Špatně
- Fermentace je uskutečňována chemolitotrofními bakteriemi za striktně anaerobních podmínek.
 - Správně
 - Špatně
- Aerobní respirace je proces oxidace organického substrátu molekulárním kyslíkem.
 - Správně
 - Špatně

Opakování – metabolismus bakterií I

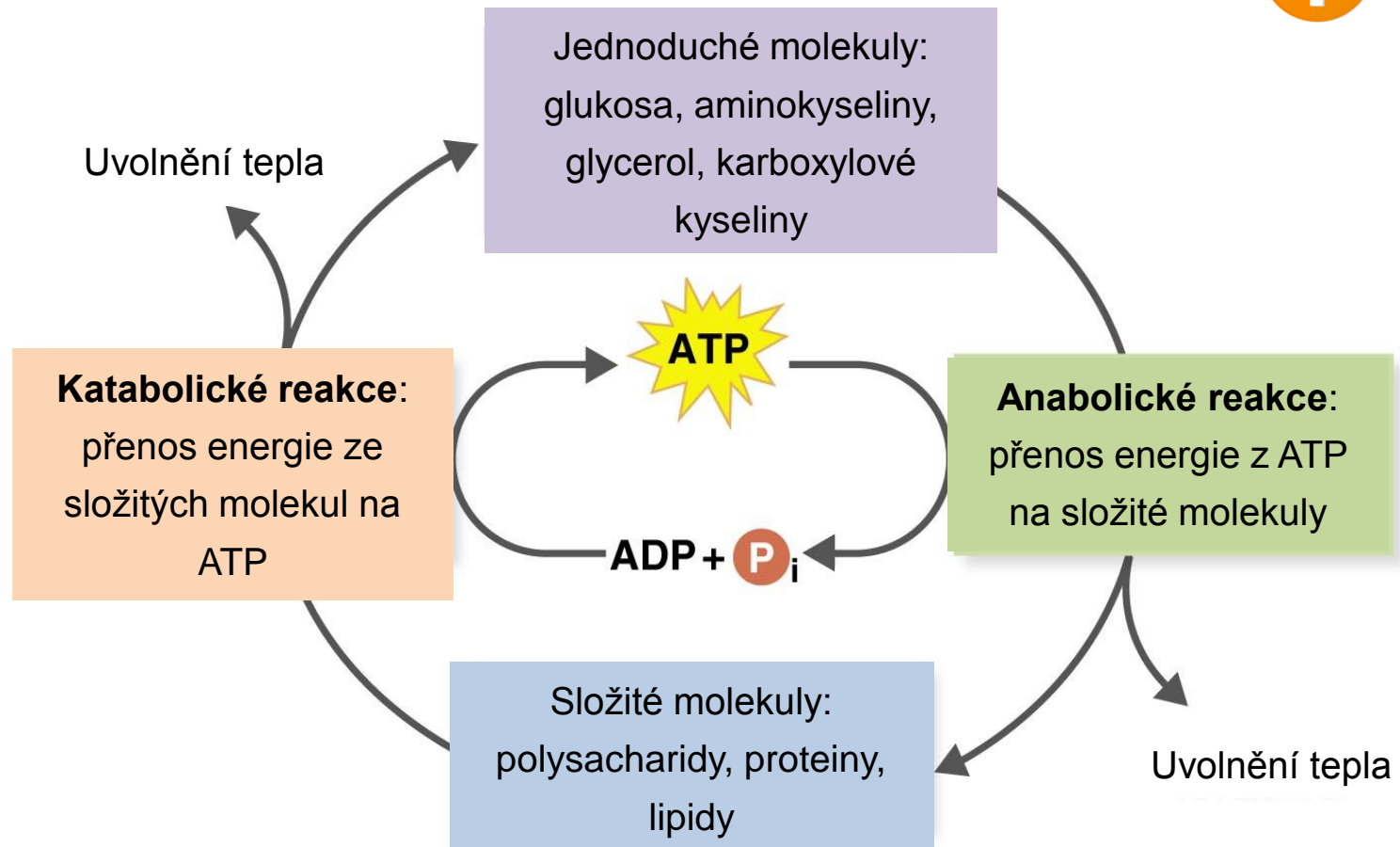
- Úplná oxidace glukosy při aerobní respiraci vede k tvorbě 2 ATP.
 - Správně
 - Špatně
- Kyselina pyrohroznová vstupuje do Krebsova cyklu a slučuje se s kyselinou oxaloctovou.
 - Správně
 - Špatně
- Chemolitotrofní bakterie získávají energii oxidací jednoduché organické látky.
 - Správně
 - Špatně
- Konečným akceptorem elektronů a H^+ při anaerobní respiraci jsou anorganické molekuly.
 - Správně
 - Špatně
- Fototrofní bakterie získávají ATP fotosyntézou za současné produkce O_2 .
 - 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

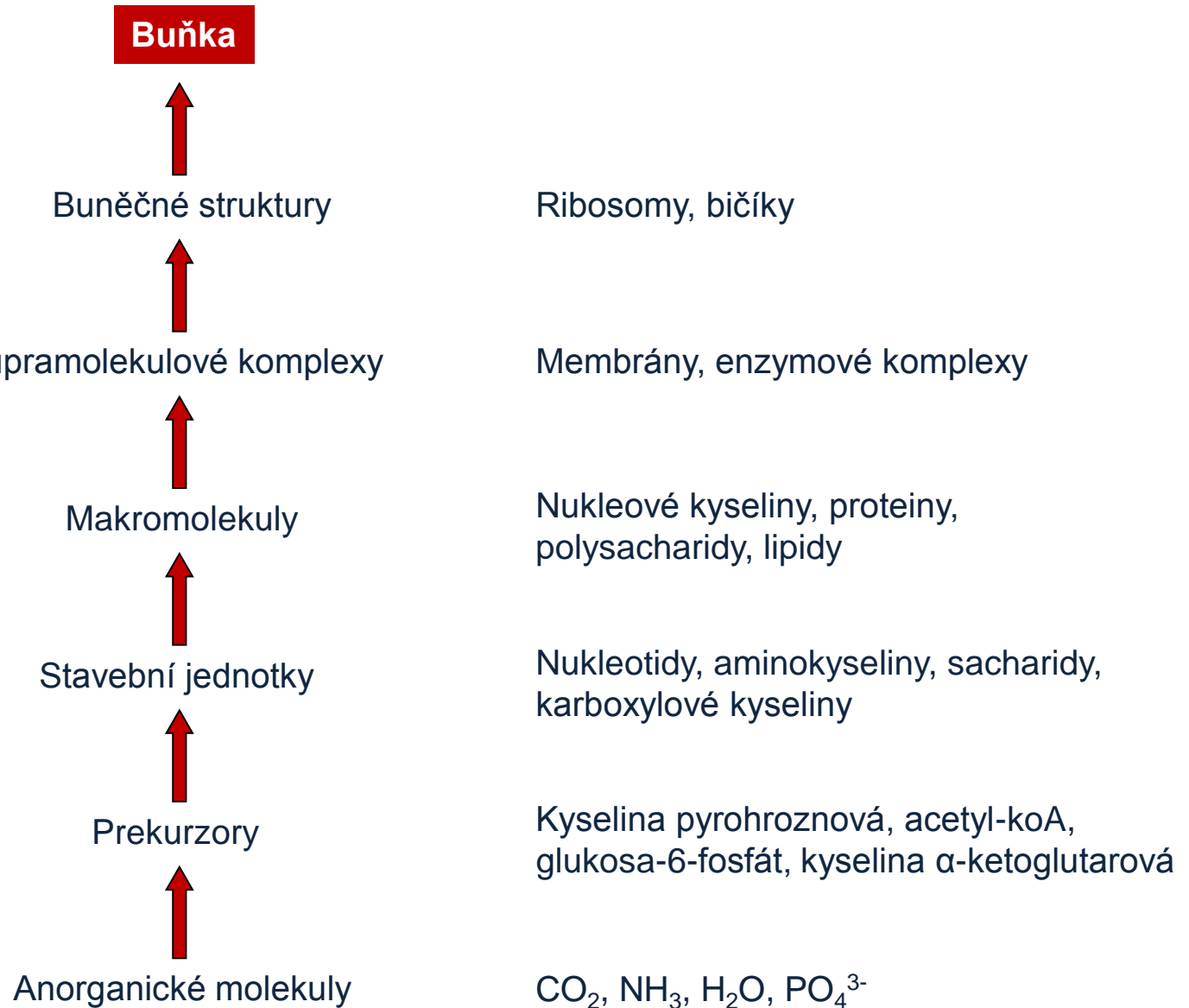
MIKROBIOLOGIE

Metabolismus



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus



MIKROBIOLOGIE

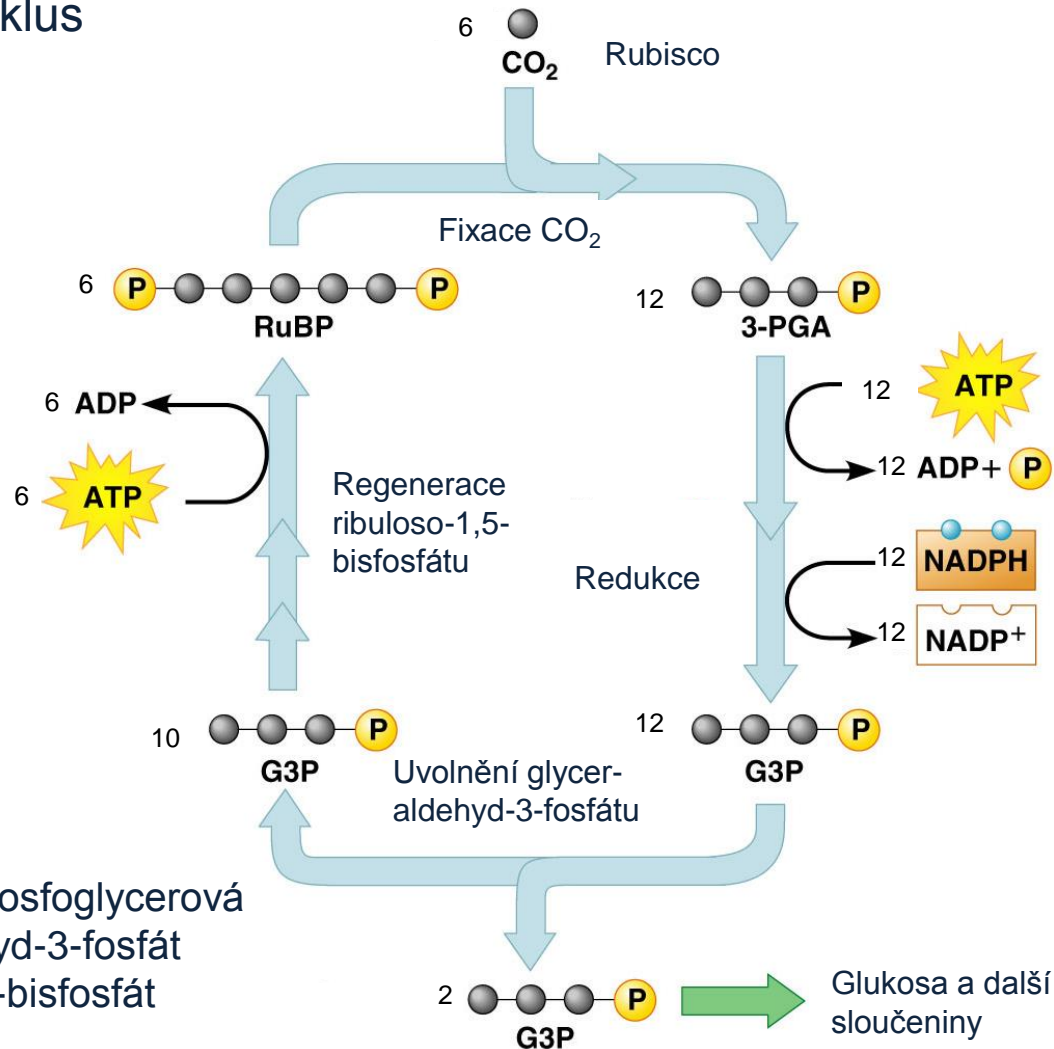
Anabolismus – asimilace uhlíku

- Autotrofní bakterie
 - Jediný zdroj uhlíku – fixace CO₂
 - Calvinův cyklus
 - $6 \text{ CO}_2 + 18 \text{ ATP} + 12 \text{ NADPH} + 12 \text{ H}^+ + 12 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow \text{glukosa} + 18 \text{ ADP} + 18 \text{ P}_i + 12 \text{ NADP}^+$
 - Reduktivní cyklus trikarbonových kyselin
 - $2 \text{ ferredoxin}_{\text{red}} + \text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{COS-koA} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H} + \text{HS-koA} + \text{ferredoxin}_{\text{ox}}$
 - Fotolitotrofní bakterie – získá energii ze slunečního záření
 - Chemolitotrofní bakterie – získá energii oxidací anorganické látky



Anabolismus – fixace CO₂ autotrofy

- Calvinův cyklus



3-PGA kyselina 3-fosfoglycerová

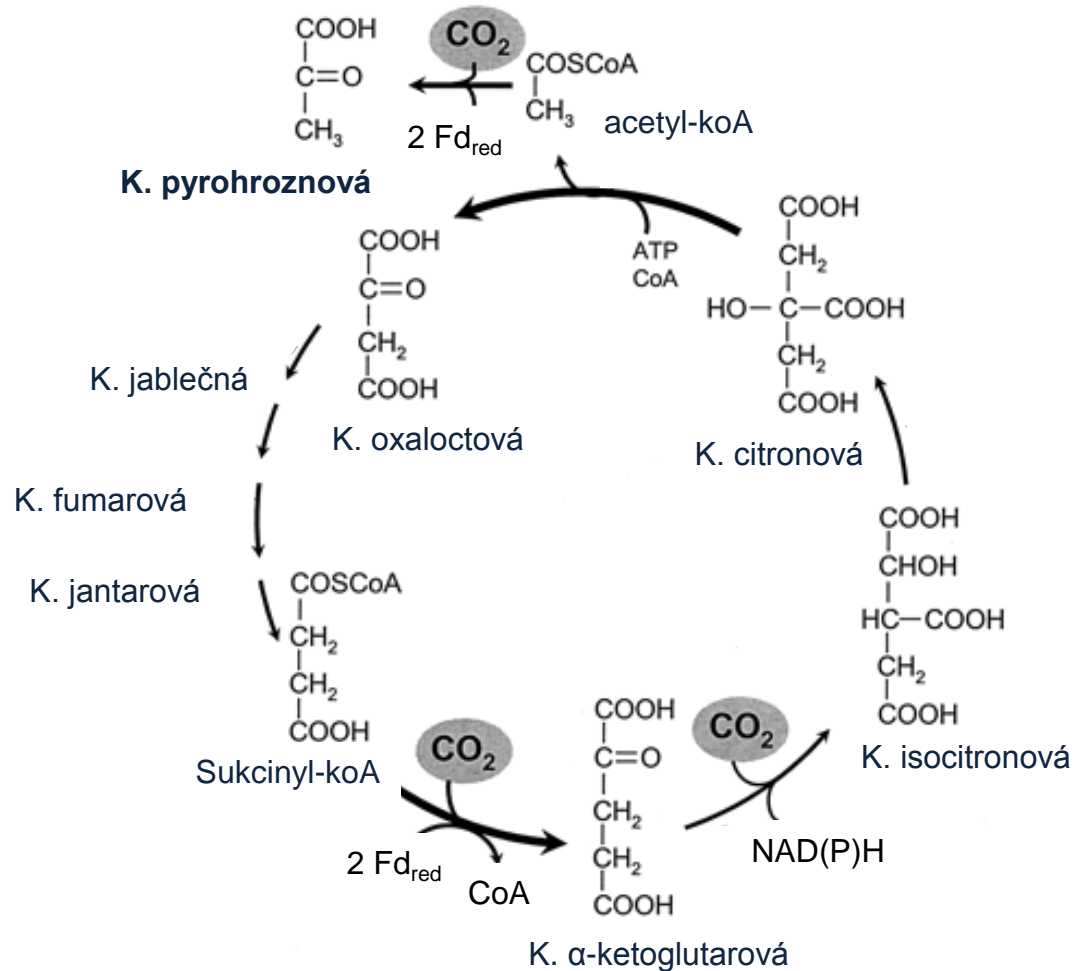
G3P glycer-aldehyd-3-fosfát

RuBP ribuloso-1,5-bisfosfát

MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – fixace CO₂ autotrofy

- Reduktivní cyklus trikarbonových kyselin

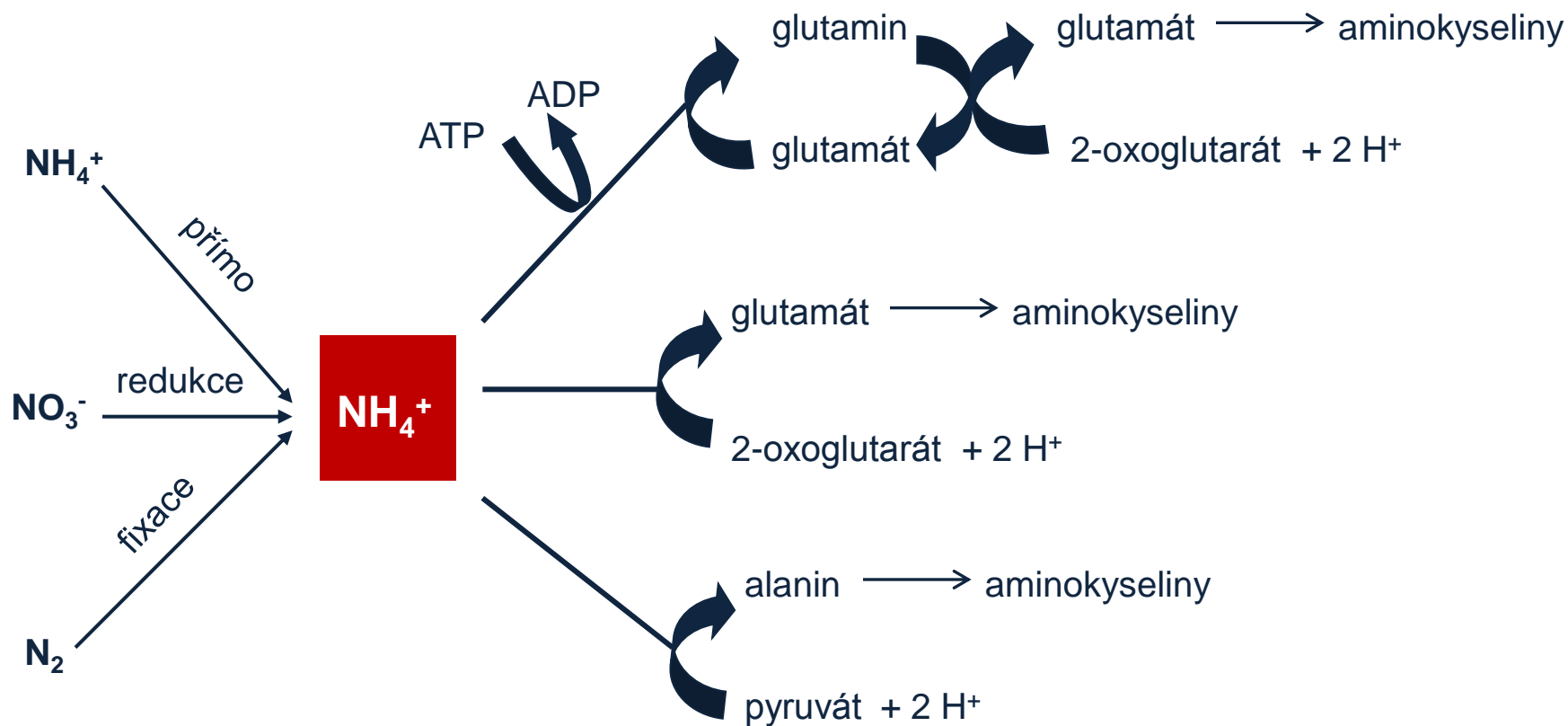


Anabolismus – asimilace uhlíku

- Heterotrofní bakterie
 - Zdroj uhlíku – organické látky
 - Fixace CO_2 – doplňování intermediátů Krebsova cyklu
 - Kyselina fosfoenolpyrohroznová + CO_2 \longrightarrow kyselina oxaloctová + P_i
 - Kyselina pyrohroznová + CO_2 + ATP \longrightarrow kyselina oxaloctová + ADP + P_i
 - Kyselina pyrohroznová + CO_2 + NADH + H^+ \longrightarrow kyselina jablečná + NAD^+

MIKROBIOLOGIE

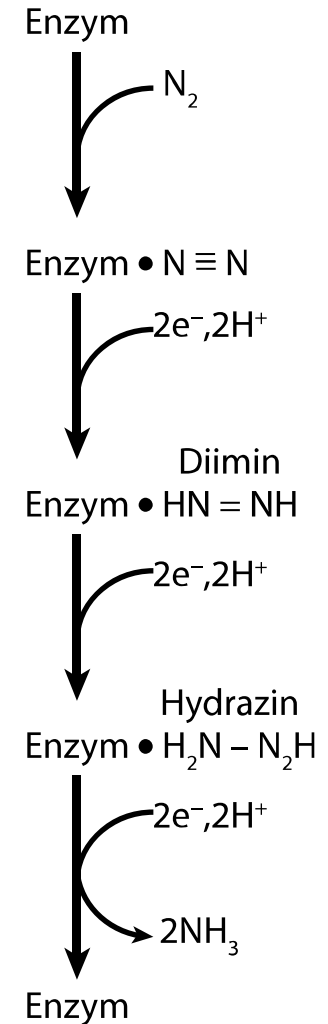
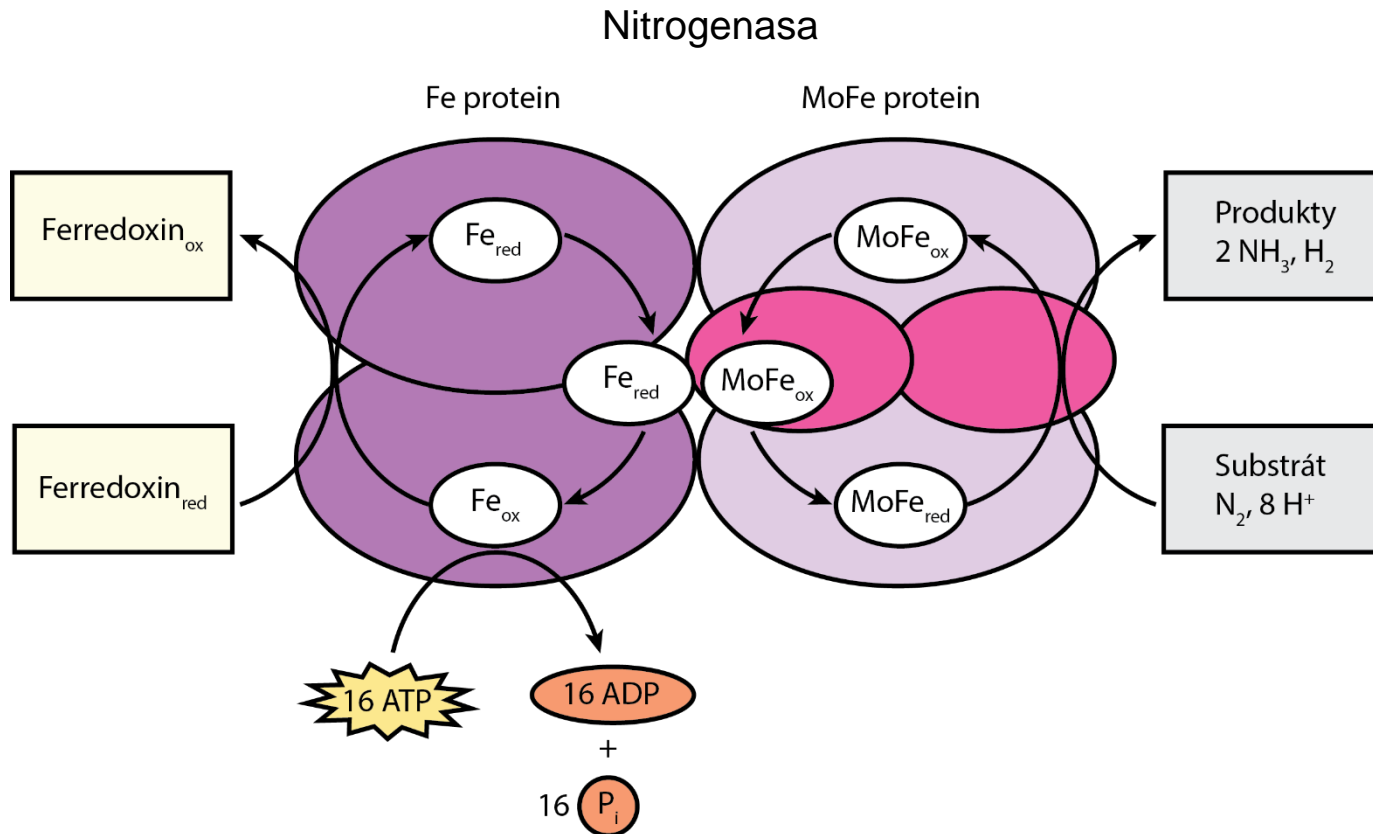
Anabolismus - asimilace dusíku



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – asimilace dusíku

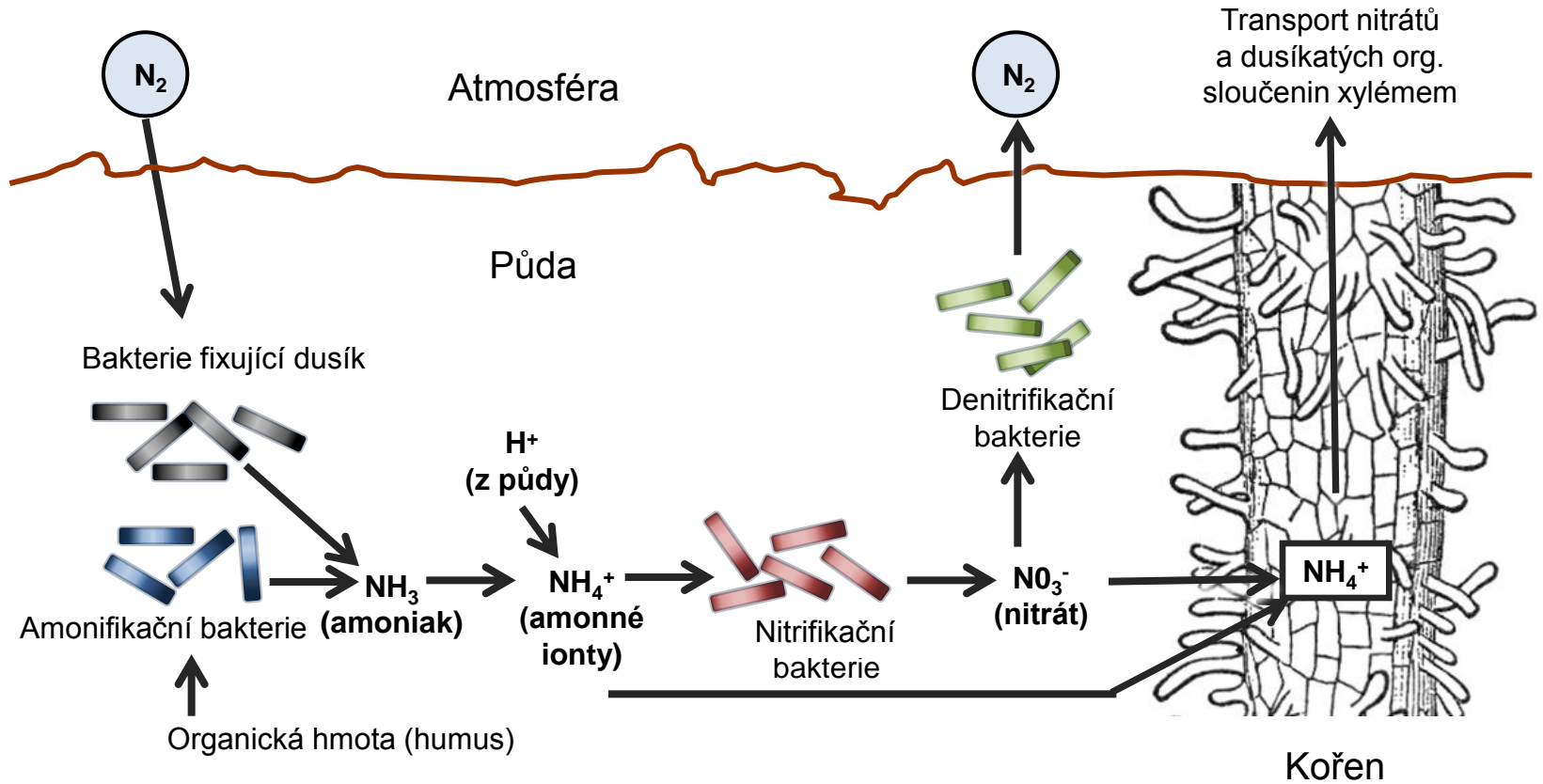
- Fixace molekulového dusíku – redukce N_2 na amoniak
- Enzymy – nitrogenasa + hydrogenasa
- Donor H^+ a elektronů – organický substrát



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – asimilace dusíku

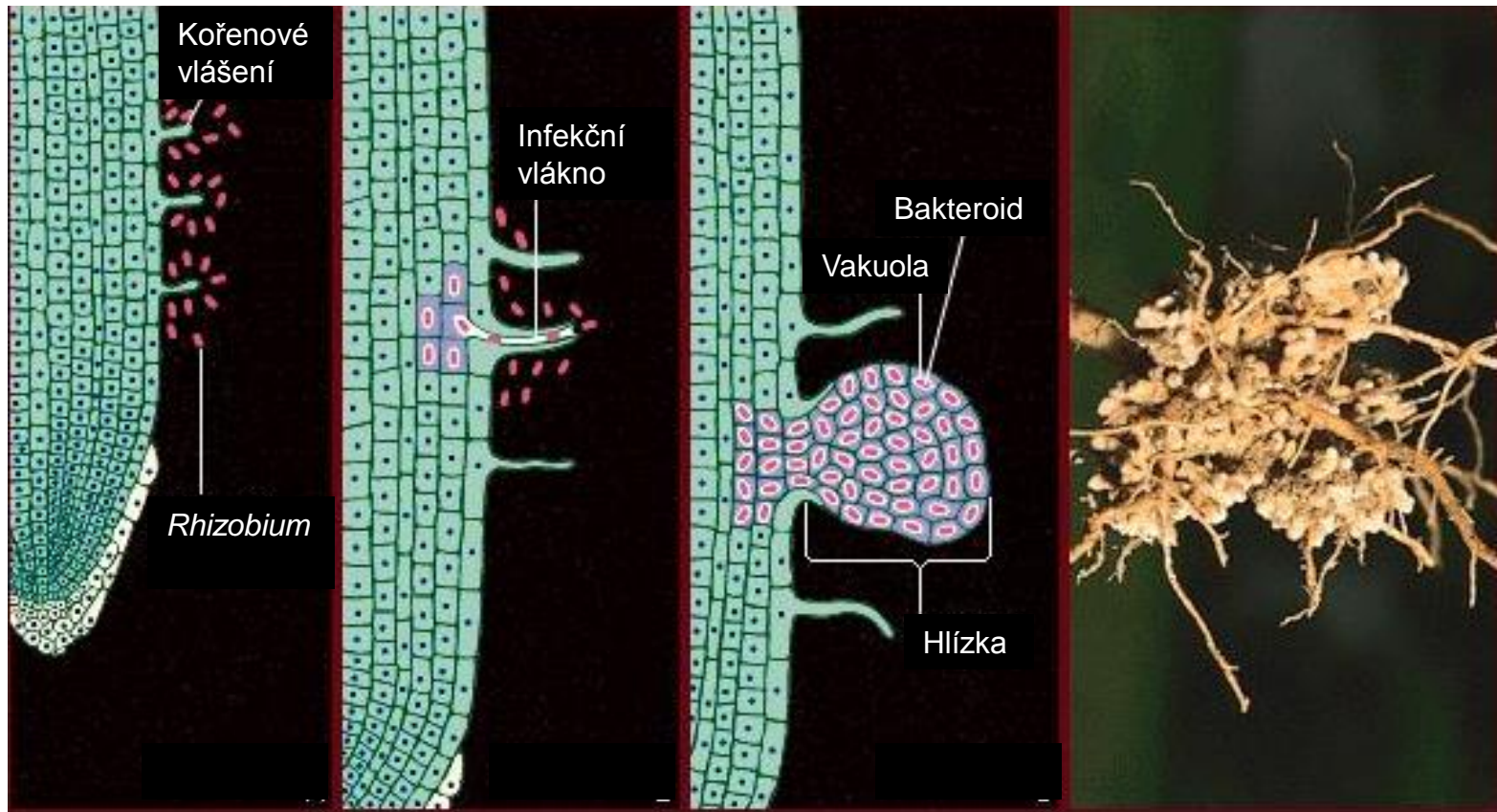
- Fixace molekulového dusíku – symbiotické i volné bakterie



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – asimilace dusíku

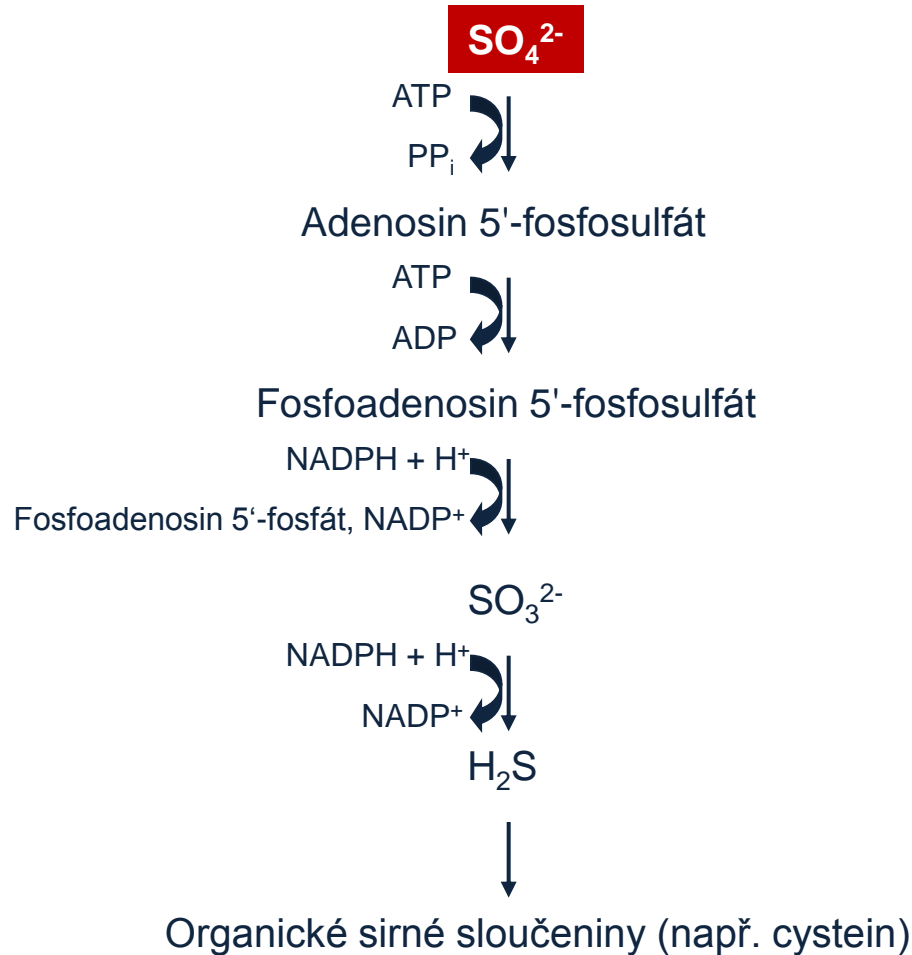
- Fixace molekulového dusíku – symbiotické bakterie



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – asimilace síry

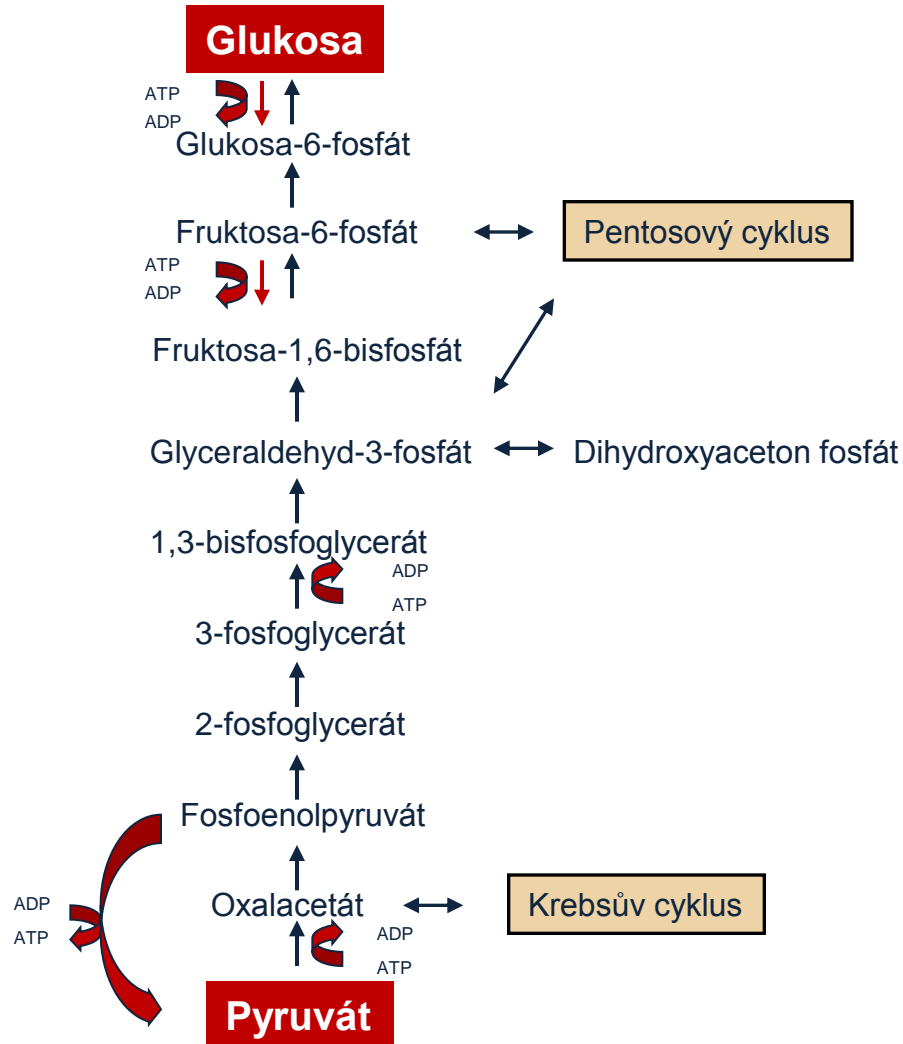
- Redukce síranů



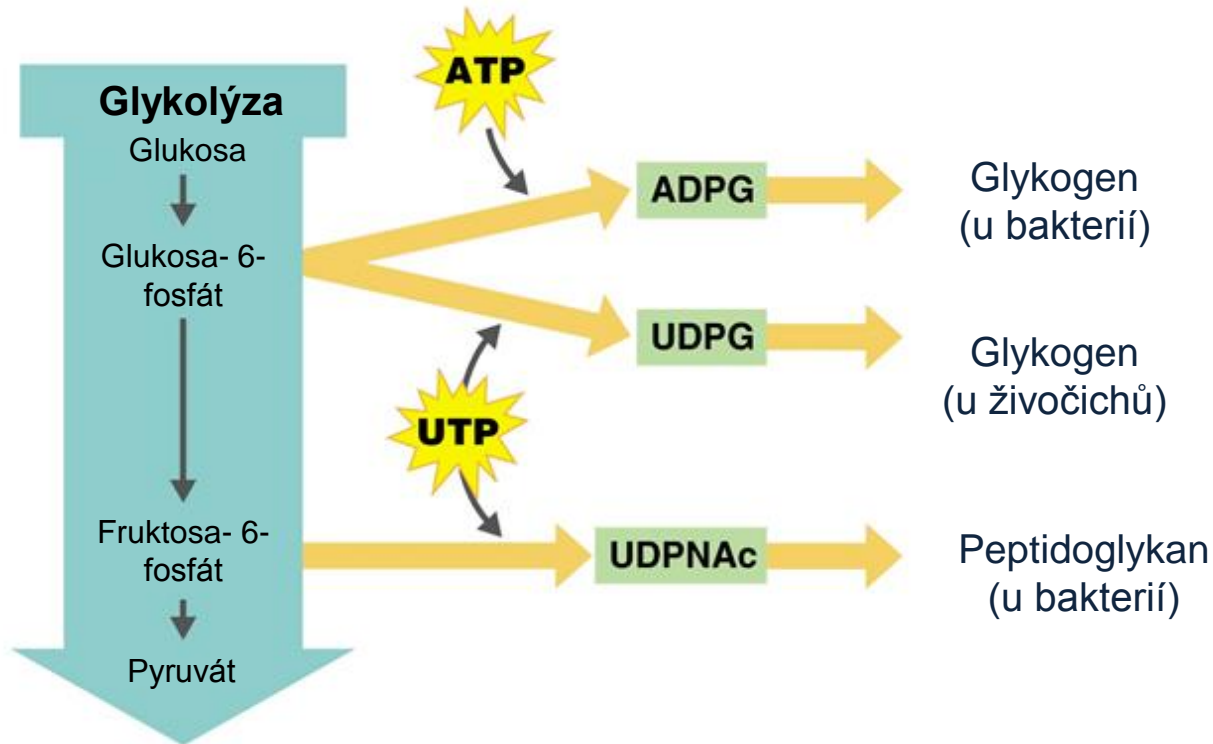
MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – biosyntéza sacharidů

- Glukoneogeneze – u většiny bakterií

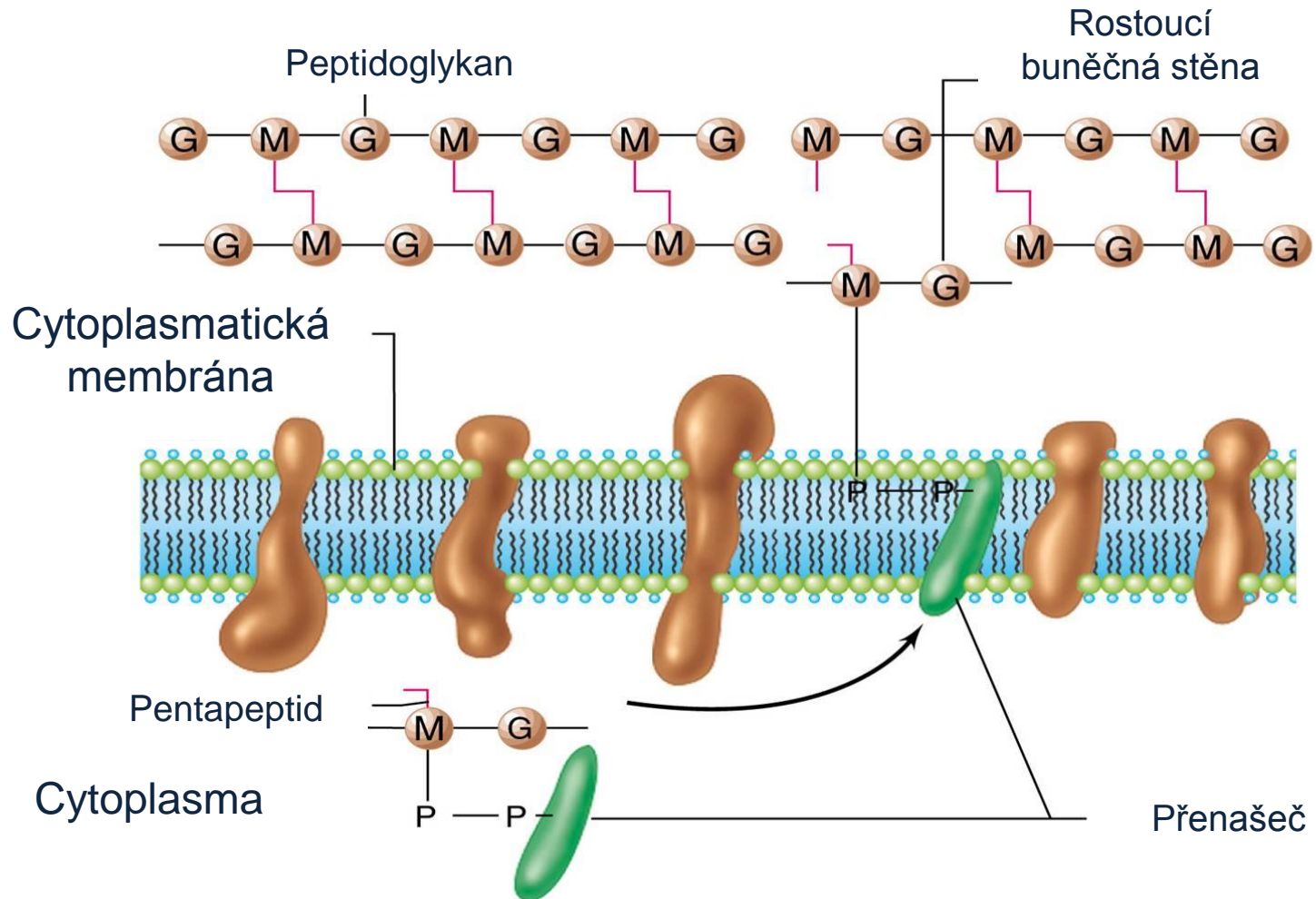


MIKROBIOLOGIE



- $\text{ATP} + \text{glukosa-1-fosfát} \longrightarrow \text{ADP-glukosa} + \text{PP}_i$
- $(\text{Glukosa})_n + \text{ADP-glukosa} \longrightarrow (\text{glukosa})_{n+1} + \text{ADP}$

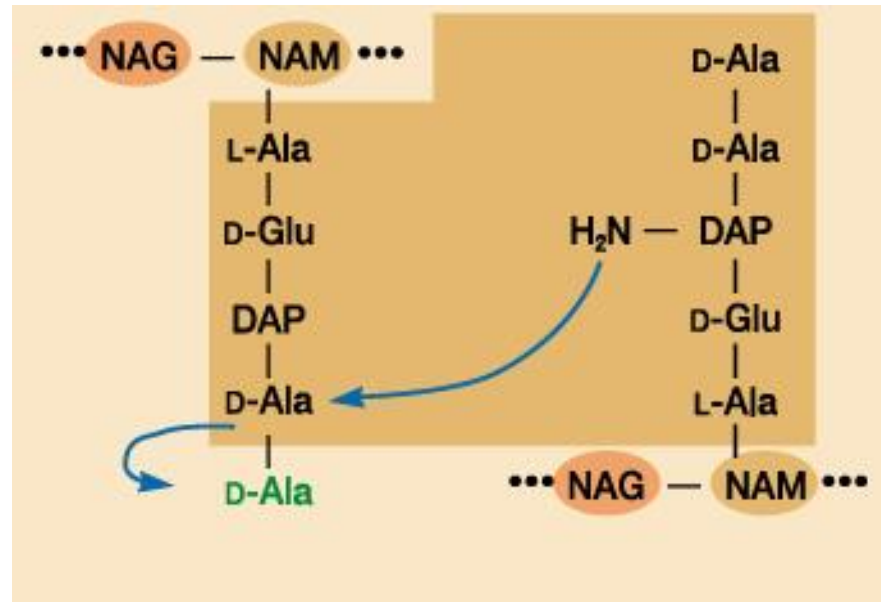
Anabolismus – biosyntéza peptidoglykanu



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – biosyntéza peptidoglykanu

- Transpeptidace



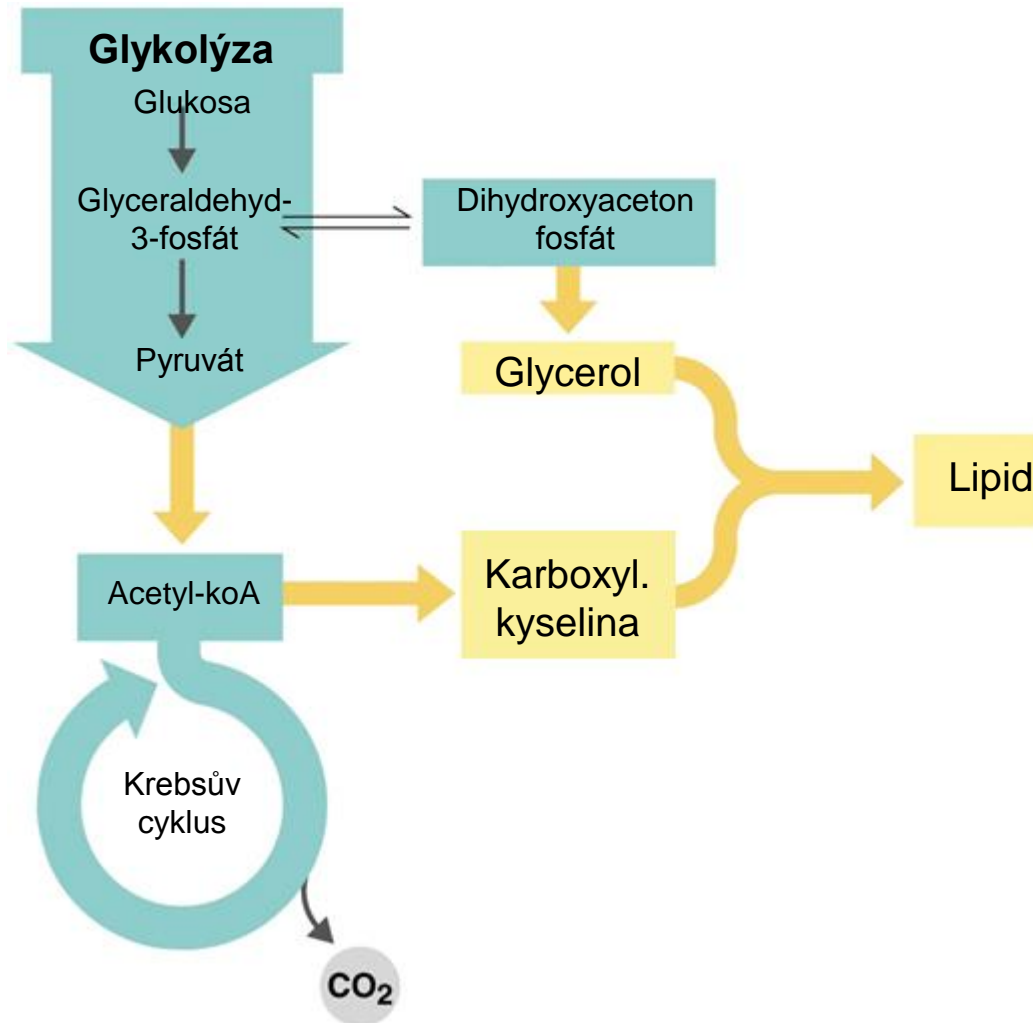
NAG - *N*-acetylglukosamin

NAM – kyselina *N*-acetylmuramová

MIKROBIOLOGIE

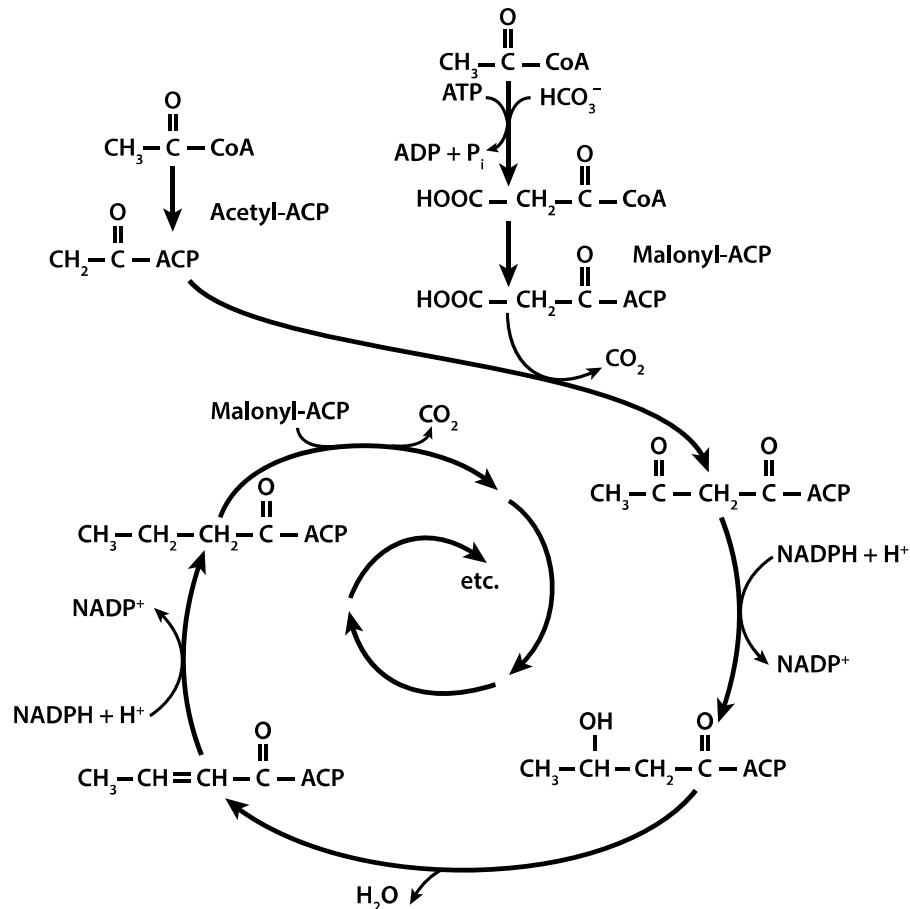
Anabolismus – biosyntéza lipidů

- Zahrnuje tvorbu glycerolu a karboxylových kyselin

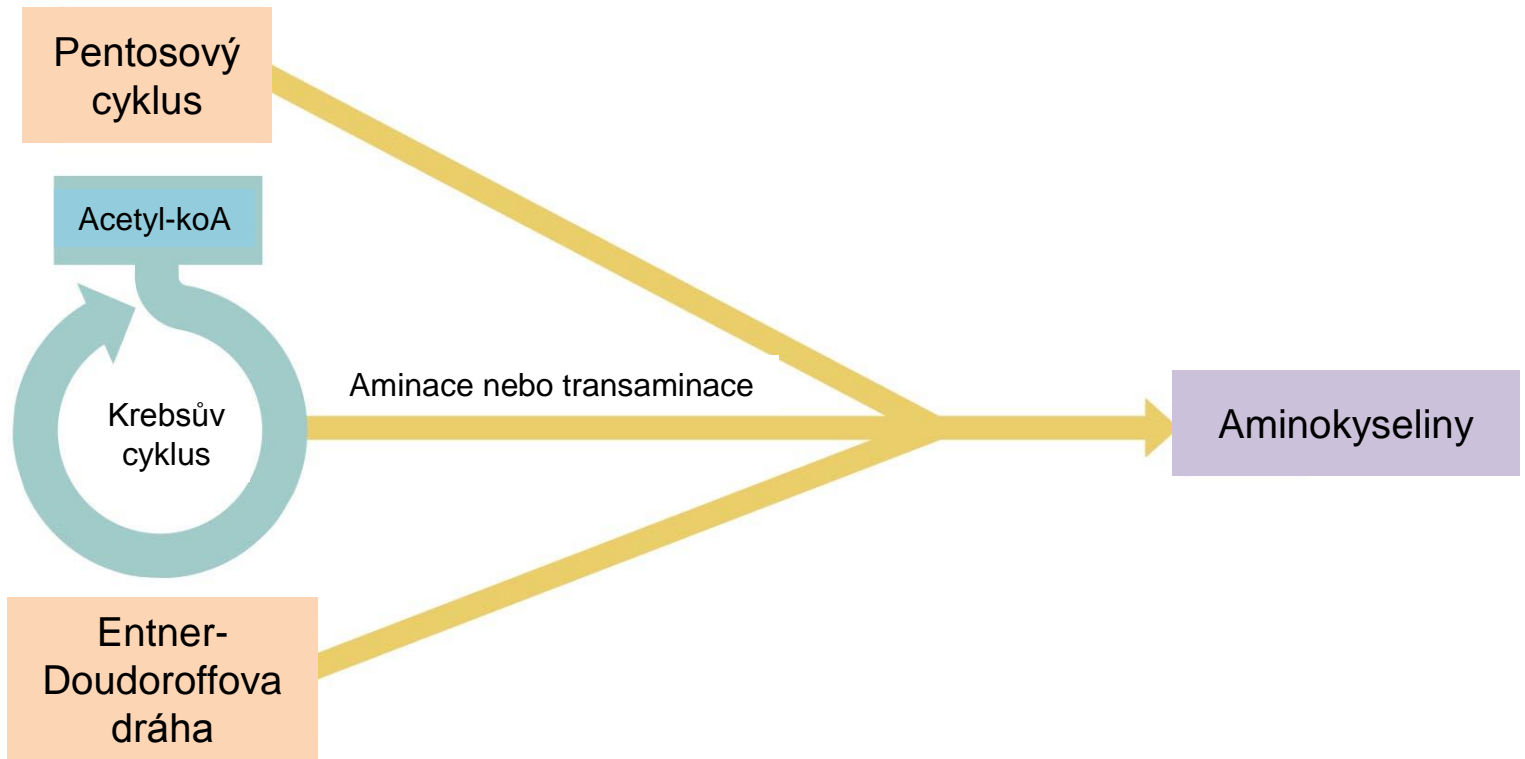


Anabolismus – biosyntéza lipidů

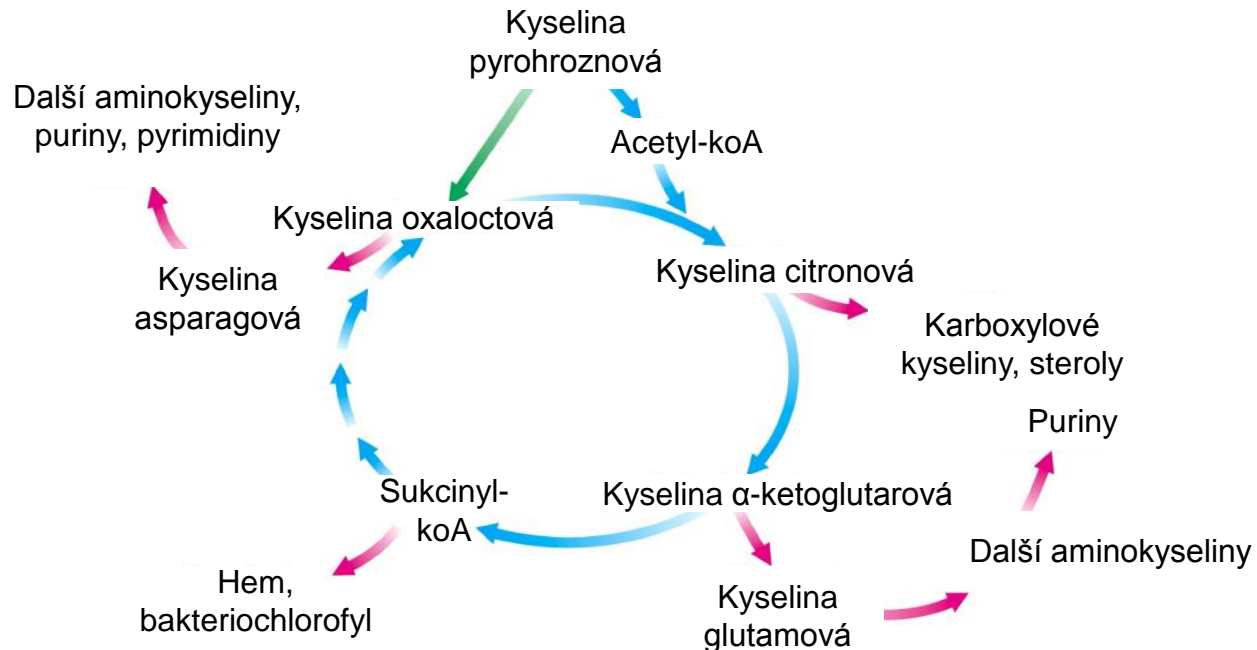
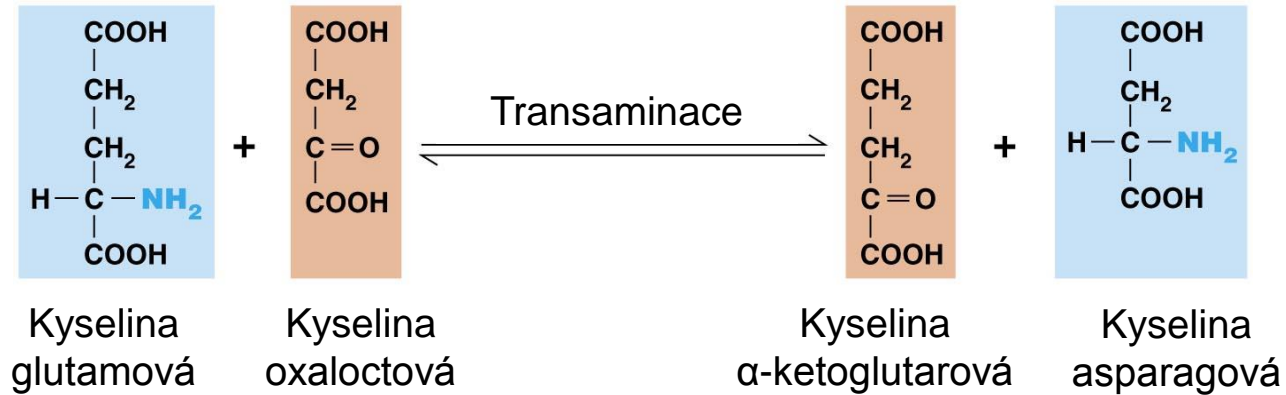
- Syntéza karboxylových kyselin
 - 1 acetyl-koA – karboxylace za účasti ATP – vznik malonyl-koA
 - 2. acetyl-koA – reakce s acyl přenášejícím proteinem (ACP)



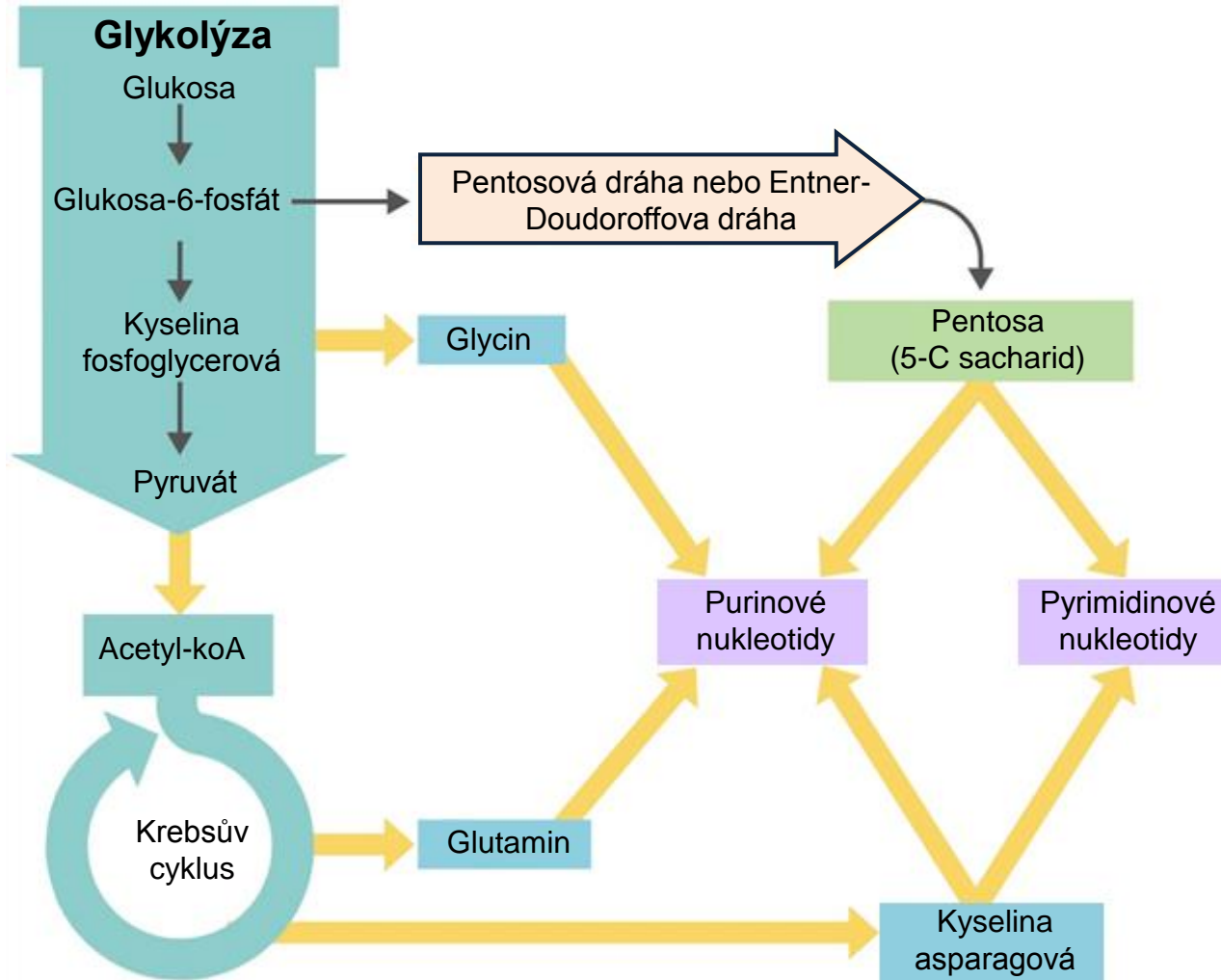
Anabolismus – biosyntéza aminokyselin



Anabolismus – biosyntéza aminokyselin

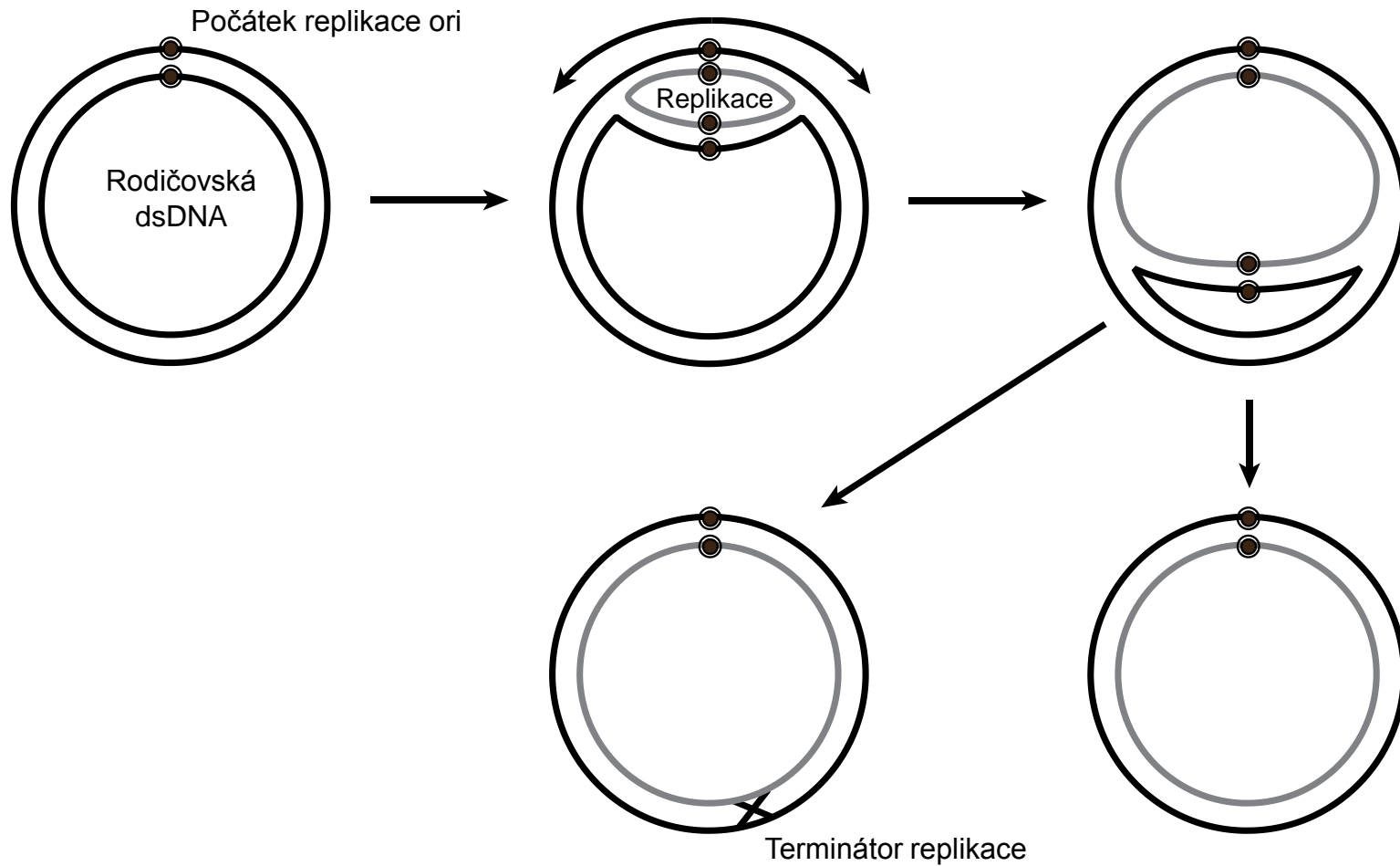


Anabolismus – biosyntéza nukleotidů



Anabolismus – biosyntéza DNA

- Replikace chromosomální a plasmidové DNA
- Replikace =

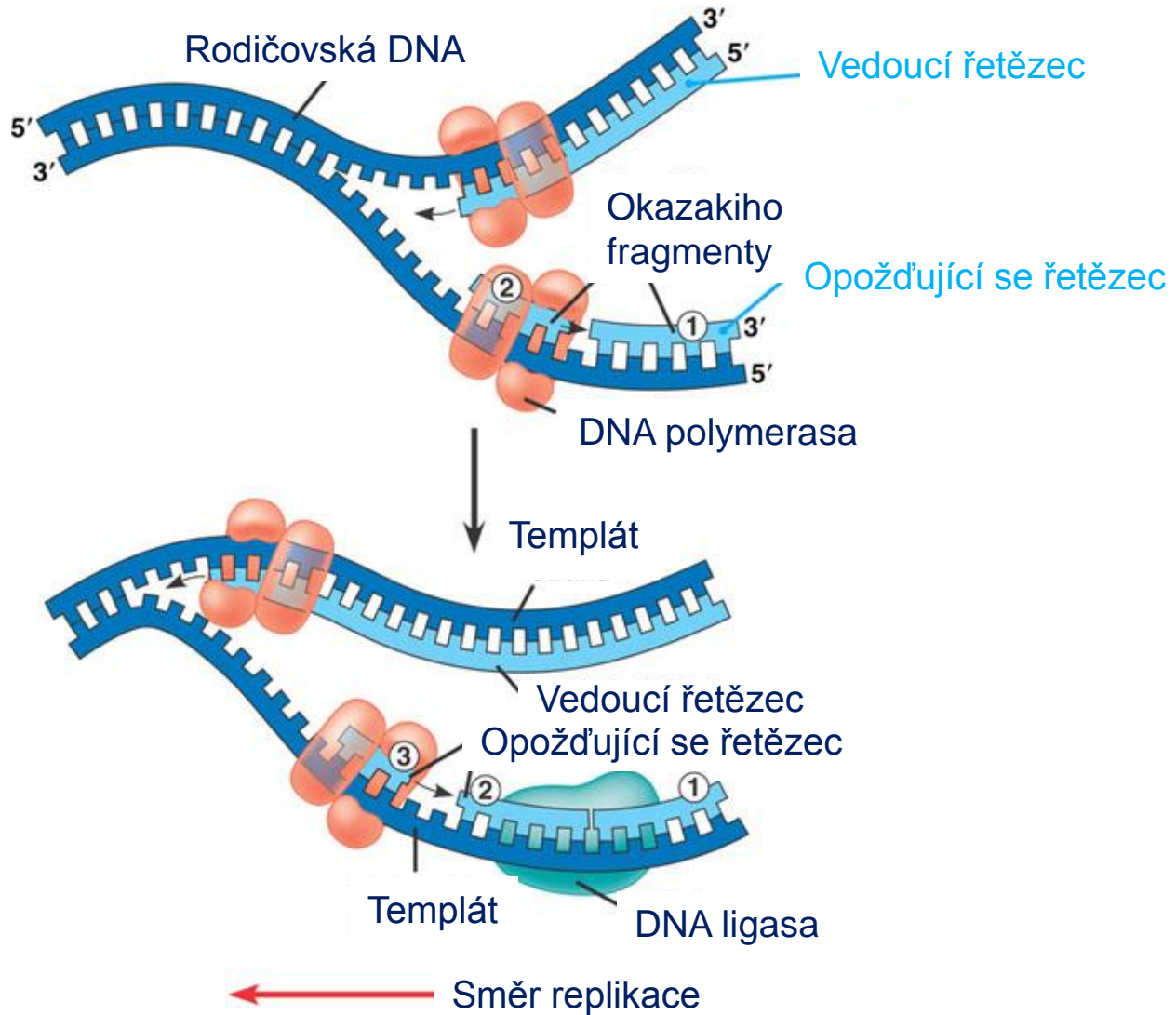


Anabolismus – biosyntéza DNA

- Replikace probíhá semikonzervativně a semidiskontinuálně
- 3 kroky: iniciace, elongace, terminace replikace
- Iniciace replikace – navázání replikačních proteinů na počátek replikace
- Stavební jednotky – nukleosid-5-trifosfáty
- Enzymy
 - DNA-polymerasa – syntéza vlákna DNA ve směru 5' → 3'
 - DNA-ligasa
 - DNA-primasa
 - DNA-helikasa



Anabolismus – biosyntéza DNA



MIKROBIOLOGIE

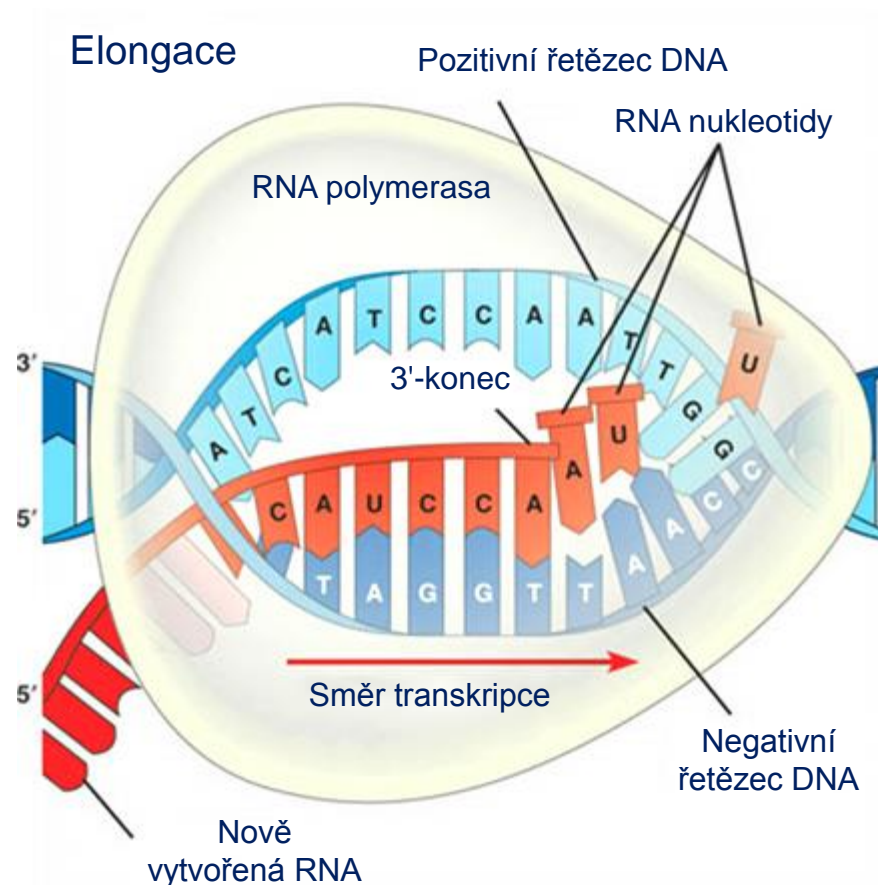
Anabolismus – biosyntéza RNA

- Enzym – RNA polymerasa
- Primární transkript
 - mRNA
 - pre-rRNA
 - pre-tRNA
- Transkripční jednotky bakterií
 - Operony
 - Neoperonové transkripční jednotky



Anabolismus – biosyntéza RNA

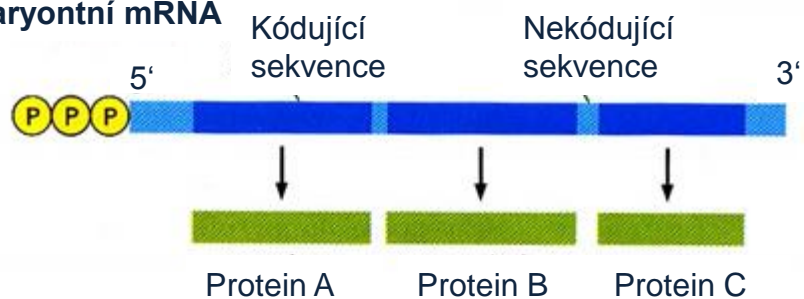
- Průběh transkripce
 - Pohyb RNA-polymerasy ve směru od 3'-konce k 5'-konci negativního DNA řetězce



Anabolismus – biosyntéza RNA

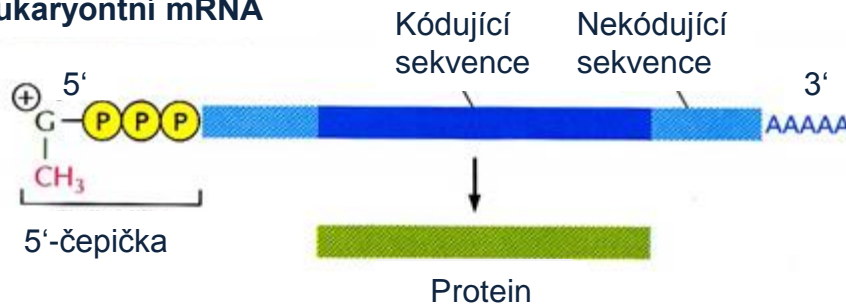
- Bakteriální mRNA
 - Přepis Shineovy-Dalgarnovy sekvence – vazba na ribosomy
 - Přepis strukturních genů – překlad do primární struktury proteinu
 - Polygenní
 - Bez posttranskripčních úprav

Prokaryontní mRNA



Polygenní mRNA

Eukaryontní mRNA

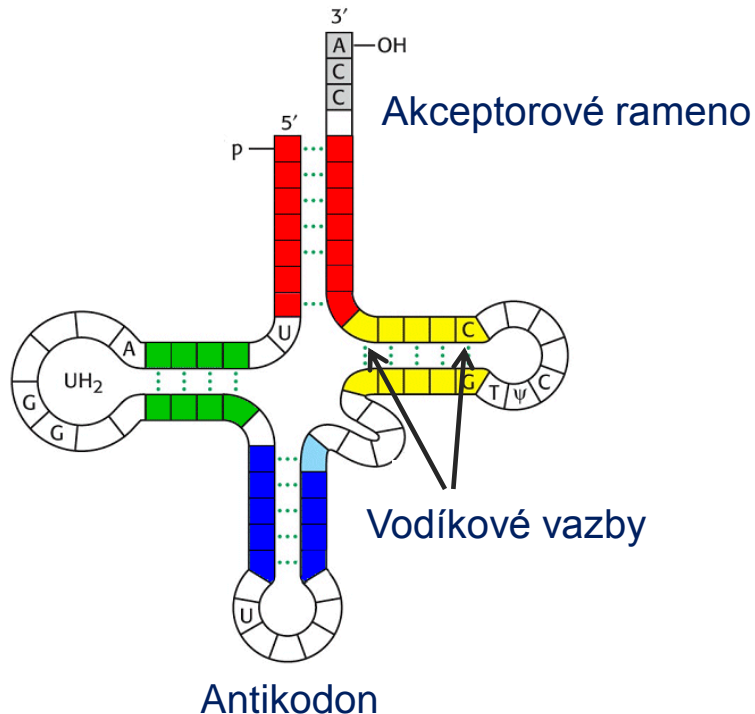


Monogenní mRNA

Anabolismus – biosyntéza bílkovin



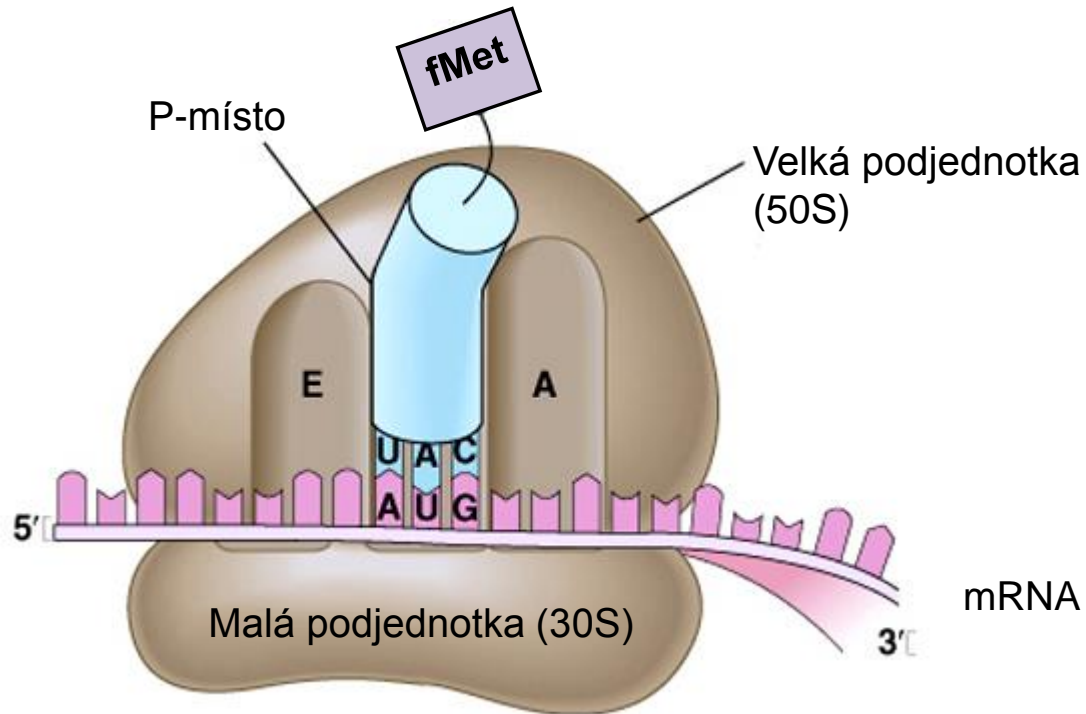
- Translace mRNA na ribosomech
- Řetězec bílkoviny bezprostředně po uvolnění z ribosomu zaujímá sekundární strukturu, pak tvorba terciární struktury
- Stavební jednotky – 20 standardních aminokyselin + selenocystein
- Vazba aminokyselin na tRNA – pomocí aminoacyl-tRNA-syntetas



MIKROBIOLOGIE

Anabolismus – biosyntéza bílkovin

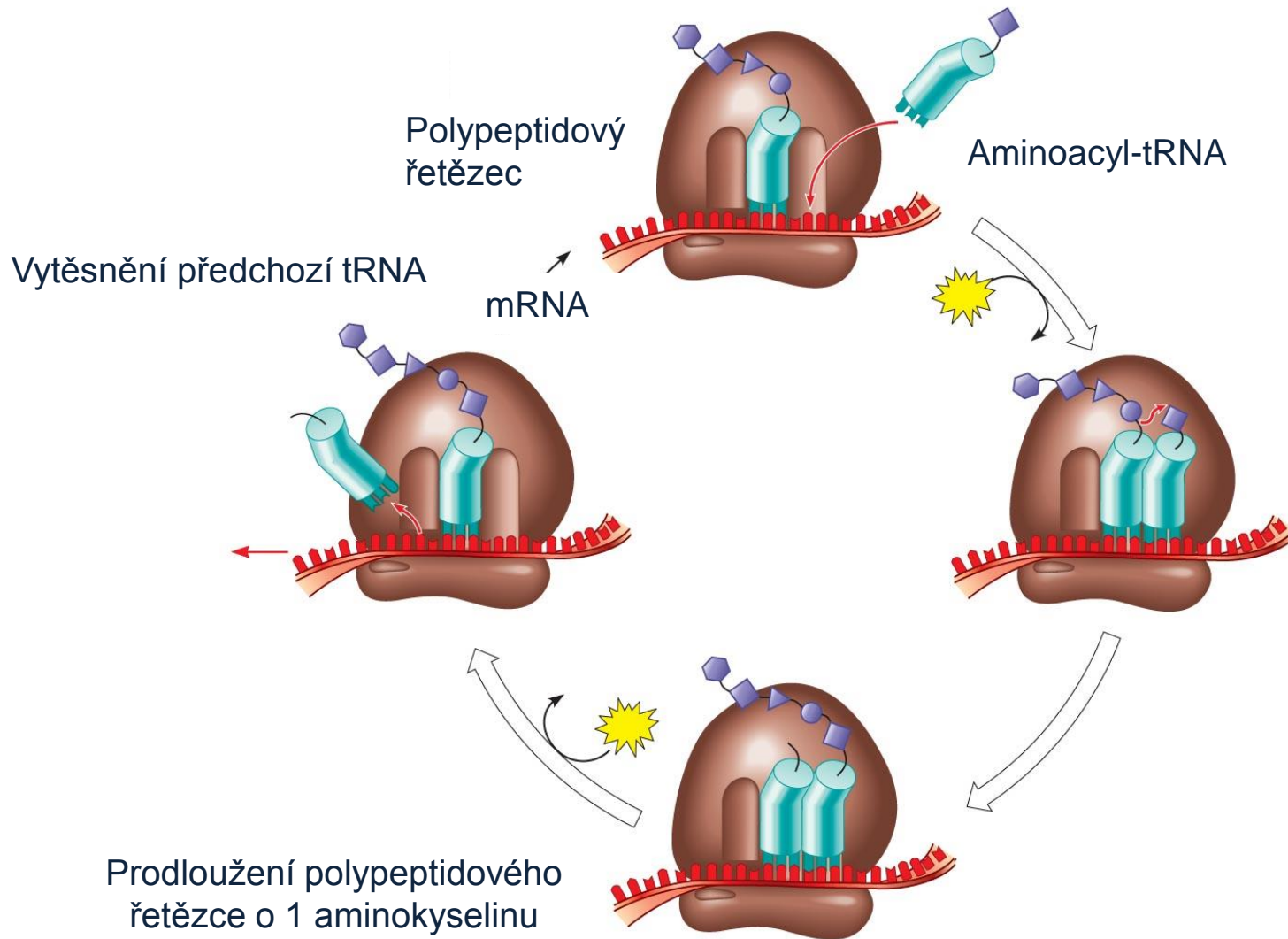
- Vazebná místa na ribosomu



Anabolismus – biosyntéza bílkovin

- Iniclace
 - Navázání mRNA na malou podjednotku ribosomu
 - Iniciační kodon AUG – vazba fMet~tRNA_i^{fMet}
 - Připojení malé podjednotky ribosomu k velké
- Elongace
 - Vstup aminoacyl-tRNA do A-místa
 - Přesun do P-místa, tvorba peptidové vazby a prodloužení polypeptidového řetězce
 - Vytěsnění původní peptidyl-tRNA do E-místa
 - Translokace ribosomu
- Terminace
 - V přítomnosti terminačních kodonů UAA, UAG nebo UGA

MIKROBIOLOGIE



Regulace metabolismu

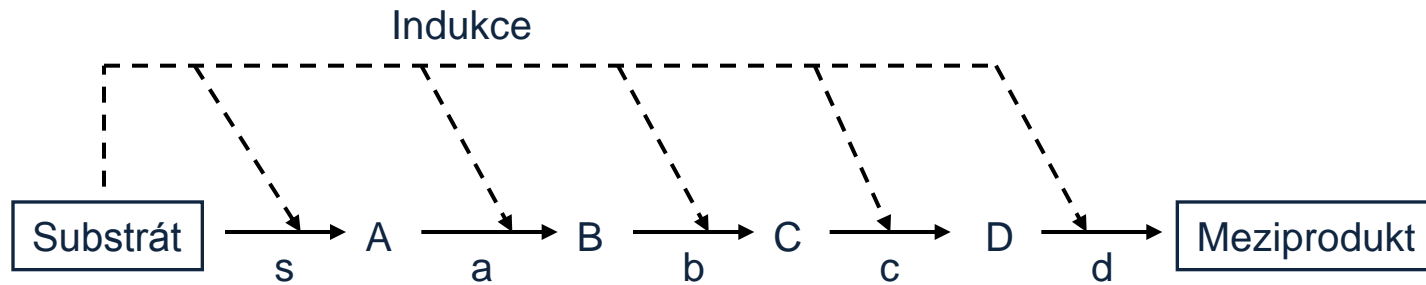
- Regulace syntézy enzymů
 - Optimální poměr mezi rychlostí syntézy enzymů a rychlostí syntézy celkové buněčné bílkoviny
- Regulace na úrovni aktivity enzymu
 - Pouze u klíčových enzymů metabolismu



MIKROBIOLOGIE

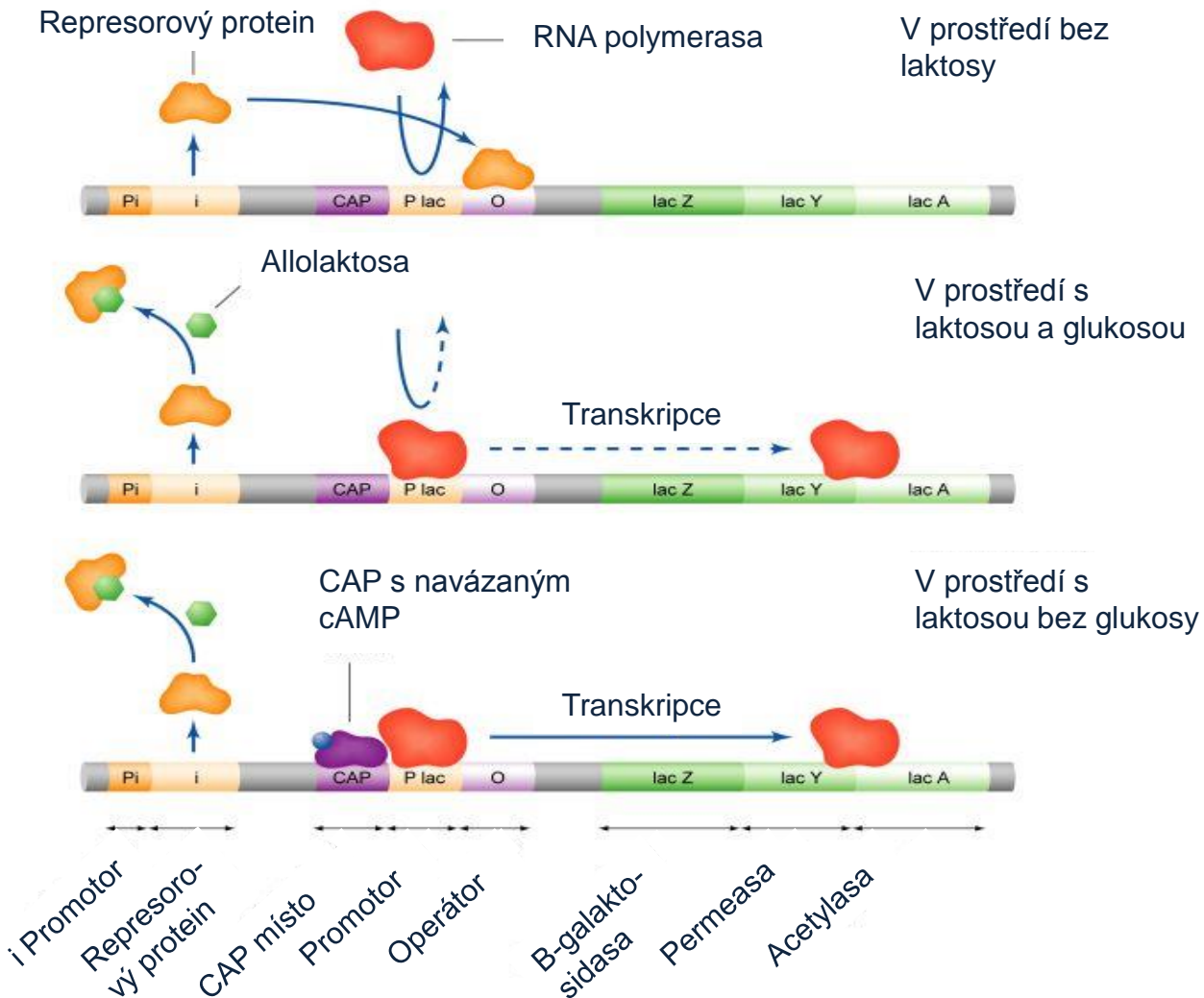
Regulace metabolismu

- Regulace syntézy enzymů
 - Konstitutivní enzymy –
 - Indukovatelné enzymy –



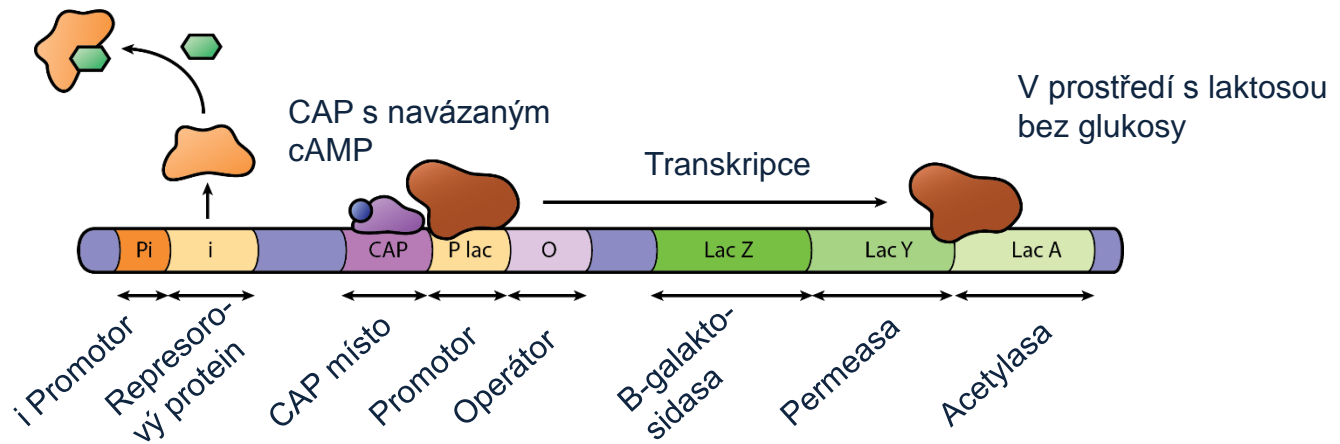
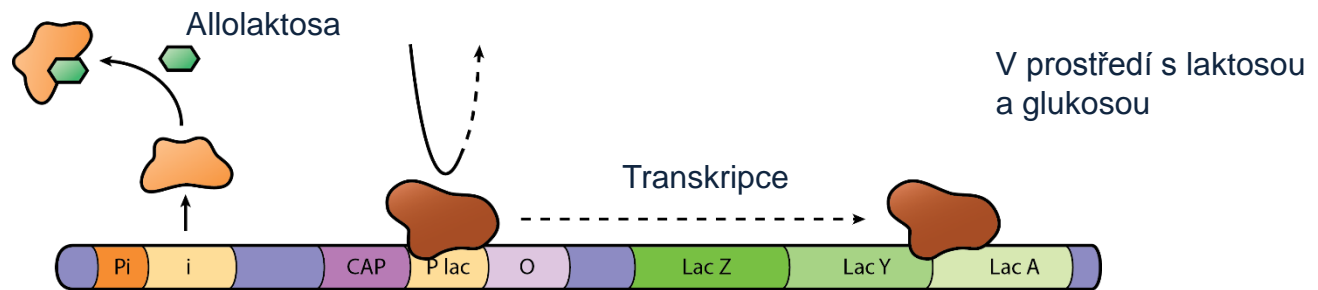
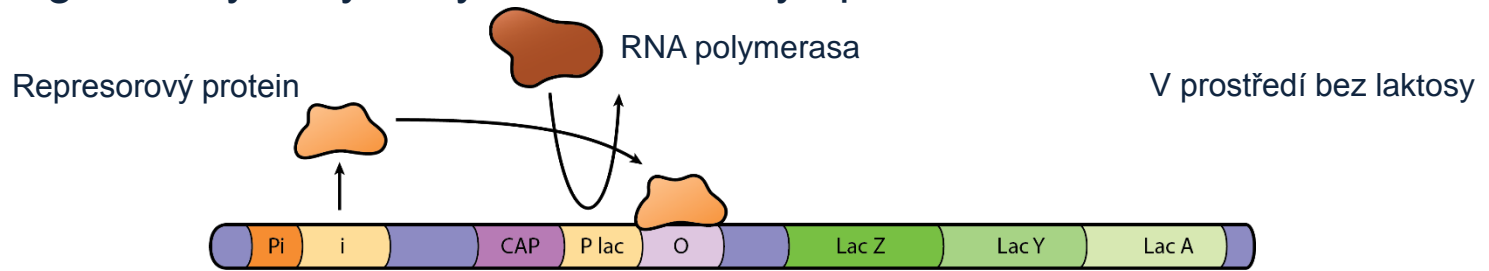
Regulace metabolismu

- Regulace syntézy enzymů – laktosový operon



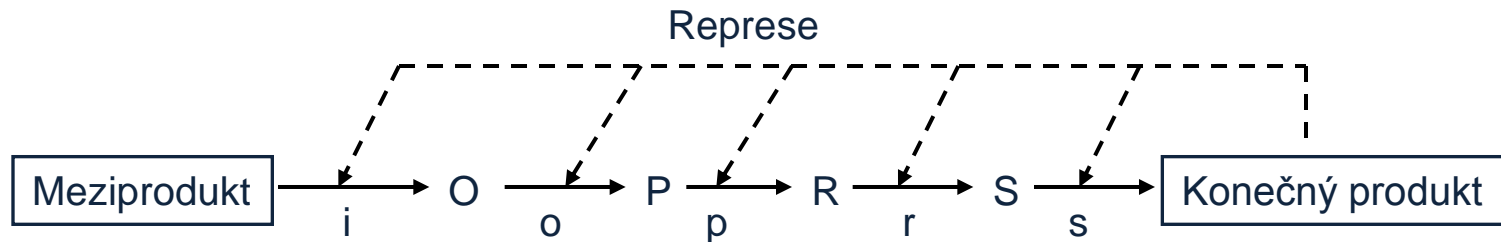
Regulace metabolismu

- Regulace syntézy enzymů – laktosový operon



Regulace metabolismu

- Regulace syntézy enzymů
 - Represe – regulace anabolismu, enzymy nejsou syntetizovány, pokud je výsledný produkt této dráhy přítomen v prostředí

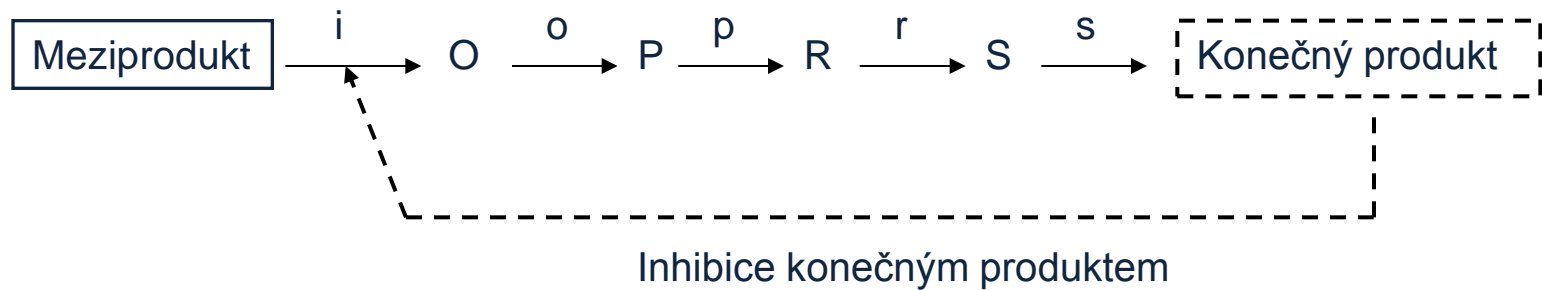


- Represe konečným produktem – enzym nezbytný pro syntézu základní struktury buňky – nepřetržitá syntéza, ale syntéza může být zpomalena
- Katabolická represe – v přítomnosti 2 substrátů upřednostnění energeticky výhodnějšího

MIKROBIOLOGIE

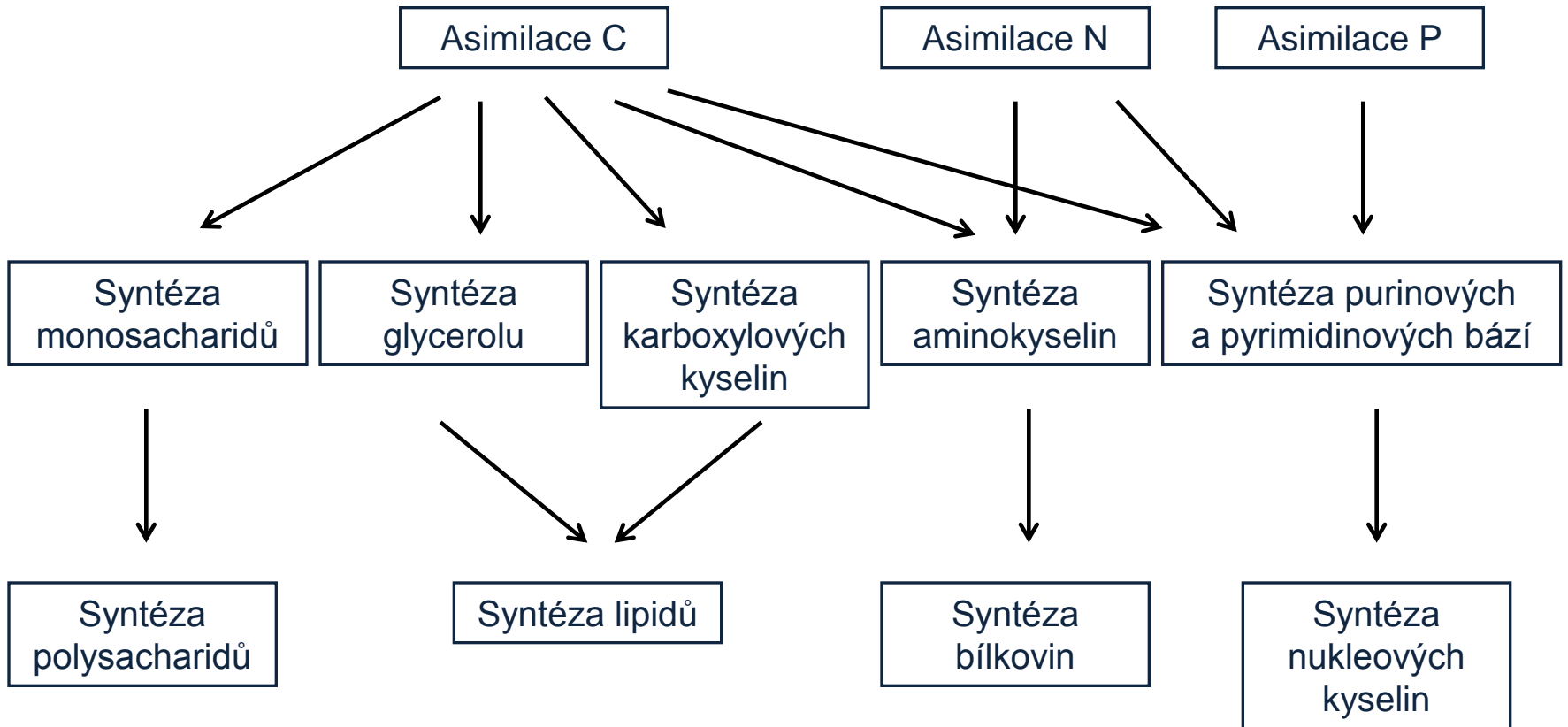
Regulace metabolismu

- Regulace na úrovni aktivity enzymu
 - Pozitivní efektor –
 - Negativní efektor –
 - Inhibice konečným produktem –



MIKROBIOLOGIE

Shrnutí - anabolismus



MIKROBIOLOGIE

Reference

- Franche C., Lindström K., Elmerich C. (2009): Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. *Plant Soil* 321: 35-59.
- Görke B., Stülke J. (2008): Carbon catabolite repression in bacteria: many ways to make the most out of nutrients. *Nature Reviews Microbiology* 6: 613-624.
- Němec M., Horáková D., *Základy mikrobiologie pro učitelské studium*, Masarykova univerzita, Fakulta přírodovědecká, Brno, 2002.
- Rosypal S., *Nový přehled biologie*, Scientia, Praha, 2003.
- Rosypal S. a kol., *Obecná bakteriologie*, SPN, Praha, 1981.
- Talaro K.P., *Foundations in microbiology (6th edition)*, McGraw-Hill, New York, 2008.
- Typas A., Banzhaf M., Gross C.A., Vollmer W. (2012): From the regulation of peptidoglycan synthesis to bacterial growth and morphology. *Nature Reviews Microbiology* 10: 123-136.
- Willey J., Sherwood L., Woolverton C., *Prescott's principles of microbiology*, McGraw-Hill, New York, 2009.

MIKROBIOLOGIE

Animace

- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0070960526/student_view0/chapter5/animation_quiz_1.html
- http://glencoe.mcgraw-hill.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::640::480::/sites/dl/free/0003292010/811350/Root_Nodule_Formation.swf::Root%20Nodule%20Formation
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/007337525x/student_view0/exercise9/peptidoglycan_synthesis.html
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/007337525x/student_view0/exercise17/structural_basis_of_dna_replication.html
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/007337525x/student_view0/exercise17/mrna_synthesis_transcription.html
- <http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0072437316/120077/micro06.swf>
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/007337525x/student_view0/exercise24/comboination_of_switches_the_lac_operon.html
- http://www.professorcrista.com/files/animations/posted_animations/operons_repression.html