

# Citrátový cyklus a Dýchací řetězec



Milada Roštejnská  
Helena Klímová

# Obsah 1

Citrátový cyklus

Citrátový cyklus (reakce)

Citrátový cyklus (schéma)

Respirace (dýchání)

Vnější a vnitřní respirace

Dýchací řetězec

Mitochondrie

Schéma energetického metabolismu v mitochondriích

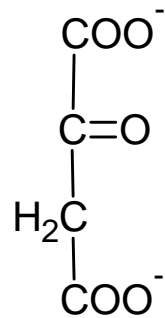
Enzymové komplexy

Použitá literatura

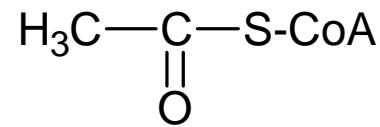
# Citrátový cyklus

Citrátový cyklus neboli cyklus kyseliny citronové je označení pro sled reakcí, při nichž se acetylkoenzym A mění na oxid uhličitý za současného uvolnění energie.

Cyklus zahajuje oxalacetát, který se v posledním stupni regeneruje.

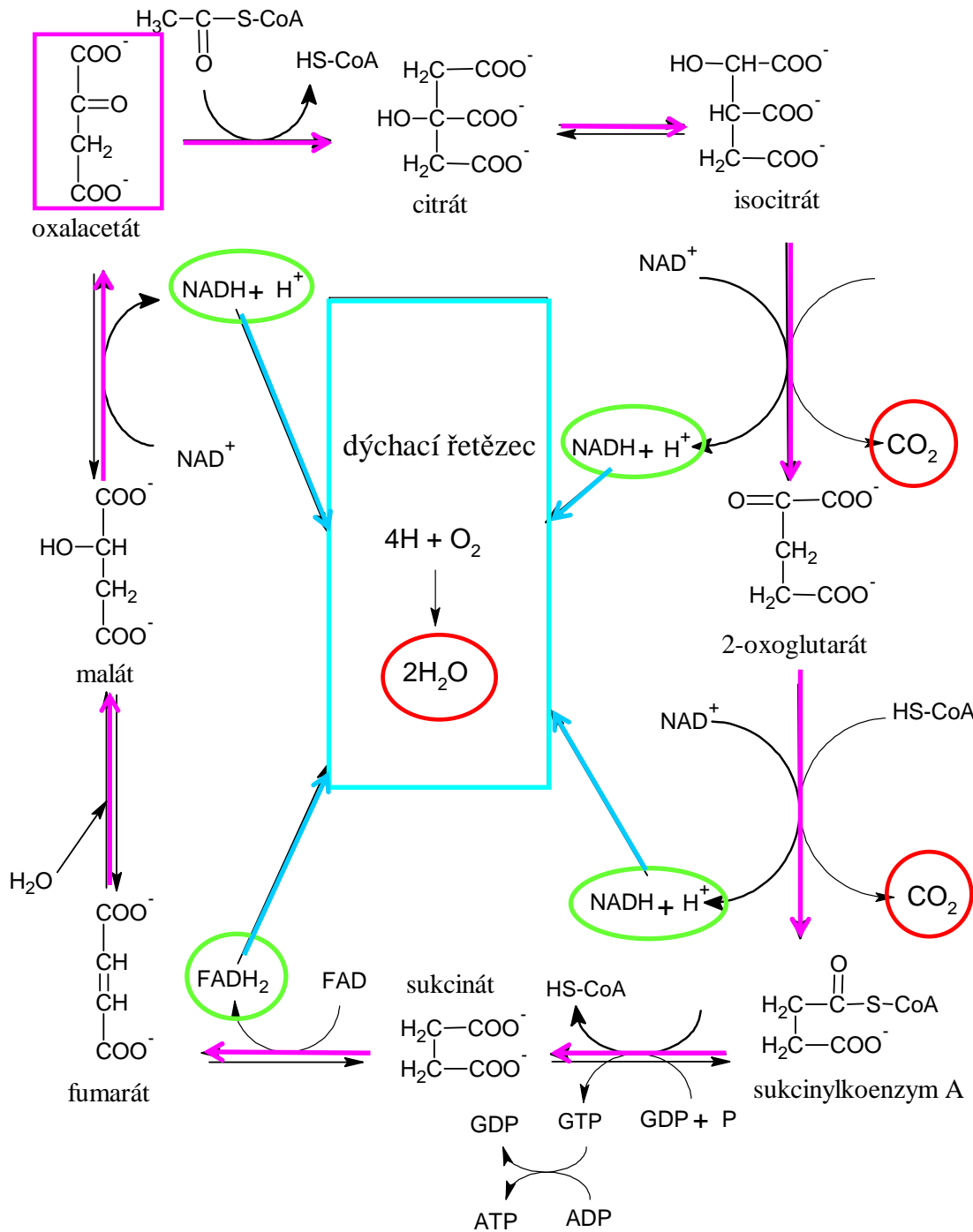


*Oxalacetát*



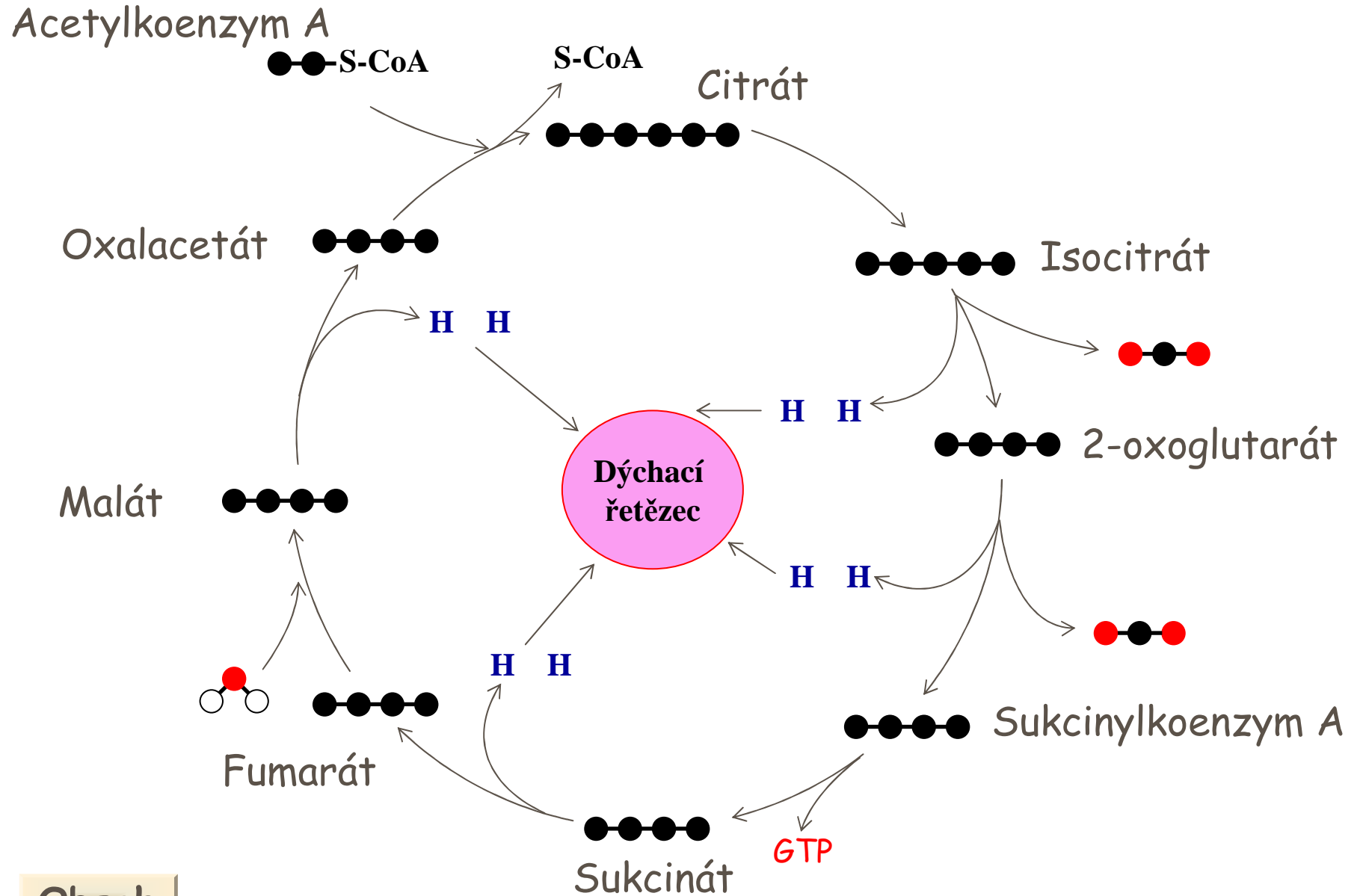
*Acetylkoenzym A*

Citrátový cyklus je spřažen s dýchacím řetězcem a probíhá pouze ve spojení s tímto řetězcem.



Obsah

# Citrátový cyklus - spustit animaci

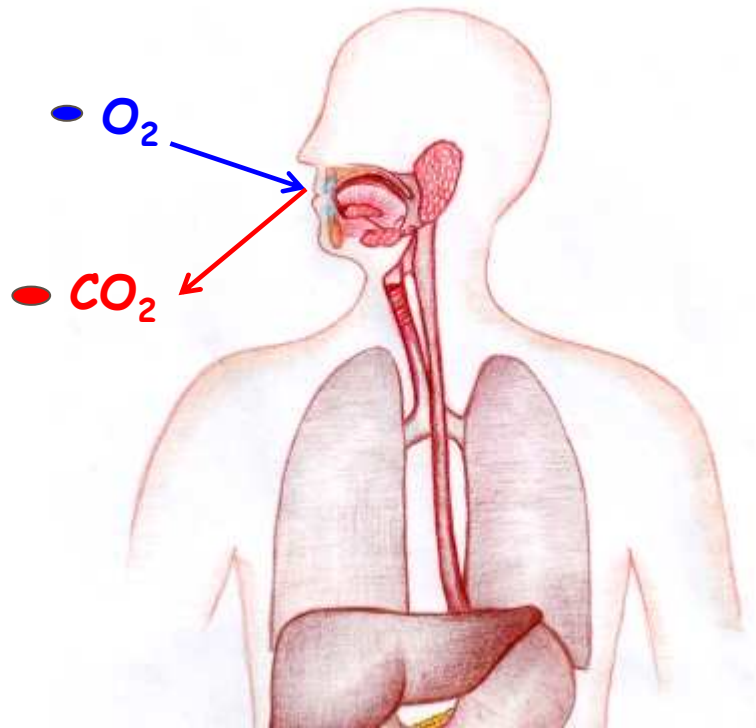


Obsah

# Respirace (dýchání)

Během dýchání dochází k oxidaci živin, a tím vzniká energie potřebná pro pohon řady biochemických procesů.

Při dýchání dochází k absorpci kyslíku z atmosférického vzduchu a naopak k výdeji oxidu uhličitého.



Kyslík je přenášen oběhovým systémem ke každé buňce organismu.

# Vnější a vnitřní respirace

Dýchání (**respiraci**) můžeme rozdělit na dvě rozdílné části jednoho

procesu:

**Vnitřní respirace**



Probíhá v buňkách. Složky potravy jsou odbourávány řadou chemických reakcí, z nichž většina potřebuje **kyslík**. Tyto reakce uvolňují energii.

**Vnější respirace**

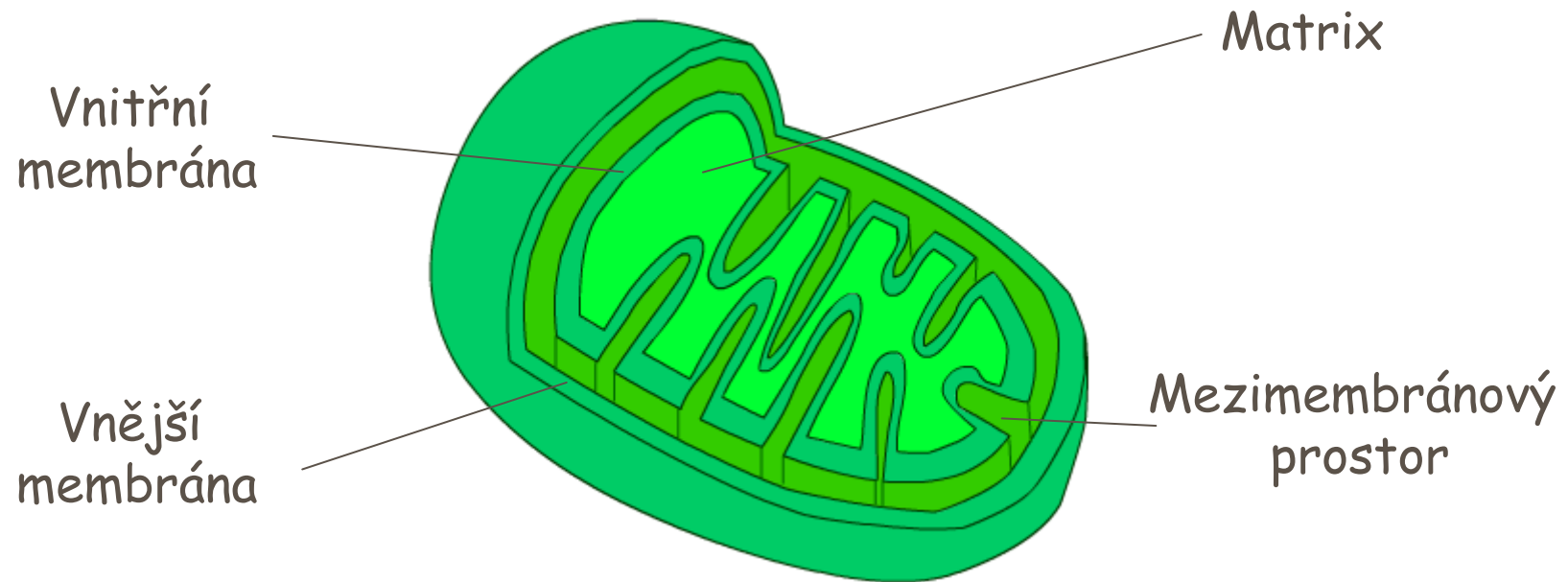


Dodává **kyslík** buňkám, a tím umožňuje vnitřní respiraci.

# Mitochondrie

Dýchací řetězec je lokalizován ve vnitřní mitochondriální membráně.

Citrátový cyklus probíhá v matrix mitochondrie.



Obr. 2. Mitochondrie



# Dýchací řetězec

Dýchací řetězec je souborem reakcí, které ukončují energetické odbourávání monosacharidů, mastných kyselin, glycerolu a aminokyselin.

V dýchacím řetězci probíhá oxidace redukovaných koenzymů:



**Protony** z redukovaných koenzymů jsou přenášeny do mezimembránového prostoru.

**Elektrony** z redukovaných koenzymů jsou přenášeny po sérii akceptorů uspořádaných v dýchacím řetězci na elementární kyslík za vzniku vody.

Obsah



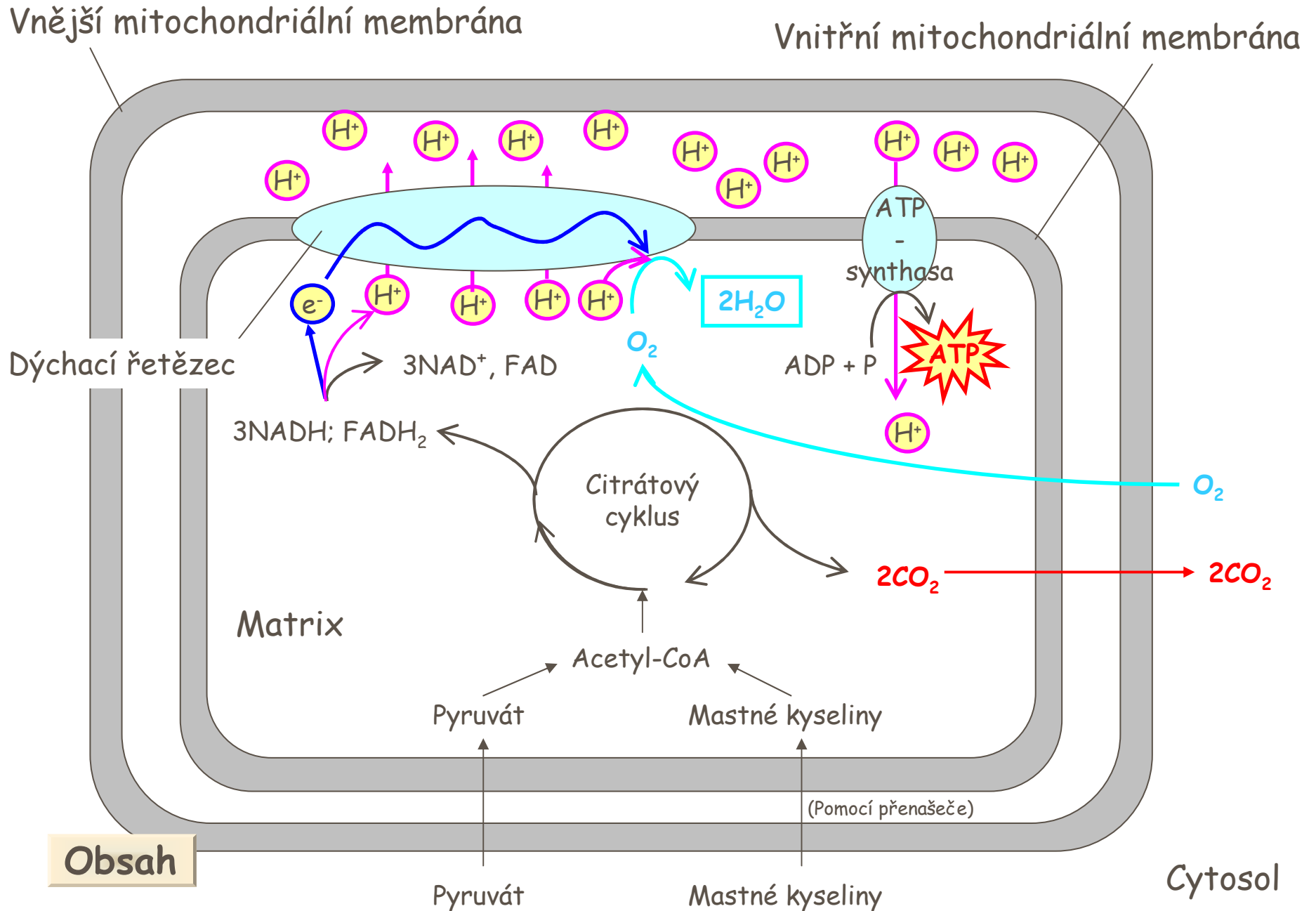
# Dýchací řetězec

Dýchací řetězec se skládá ze 4 enzymových komplexů a z enzymu ATP-synthasy.

Během přenosu elektronů vzniká energie, kterou využívá každý enzymový komplex k čerpání protonů z matrix do mezimembránového prostoru

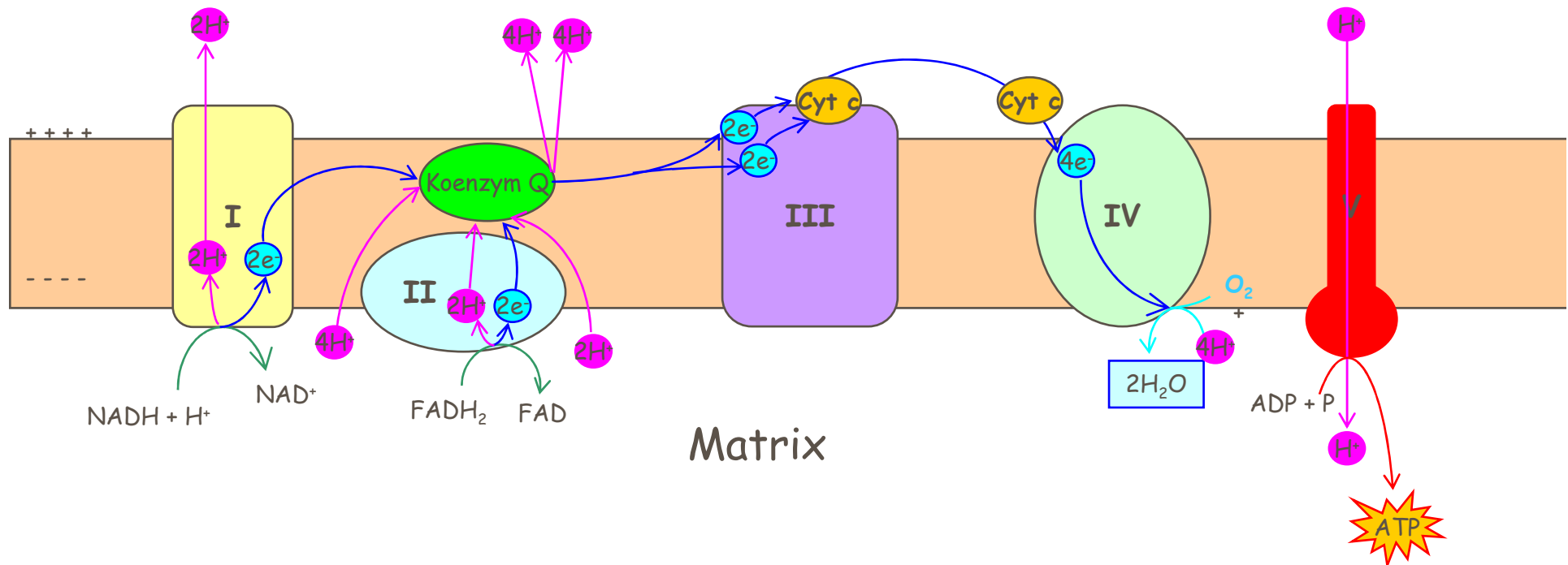
Při přechodu protonů zpět do matrix vzniká energie, která pohání **syntézu ATP** z ADP a anorganického fosfátu. Protony roztáčejí stopku hlavy ATP-synthasy, a tím dochází k syntéze ATP.

# Obr. 3. Schéma energetického metabolismu v mitochondriích



# Enzymové komplexy (zjednodušené schema)

I NADH-CoQ oxidoreduktasa  
II Sukcinát-CoQ oxidoreduktasa  
III CoQH<sub>2</sub>-cytochrom c oxidoreduktasa  
IV Cytochrom c oxidasa  
V ATP-synthasa



Obsah

# Dýchací řetězec\*

(pro učitele)

Obsah:

Enzymový komplex I

Enzymový komplex II

Enzymový komplex III

Enzymový komplex IV

Enzymové komplexy

Reakce enzymových komplexů

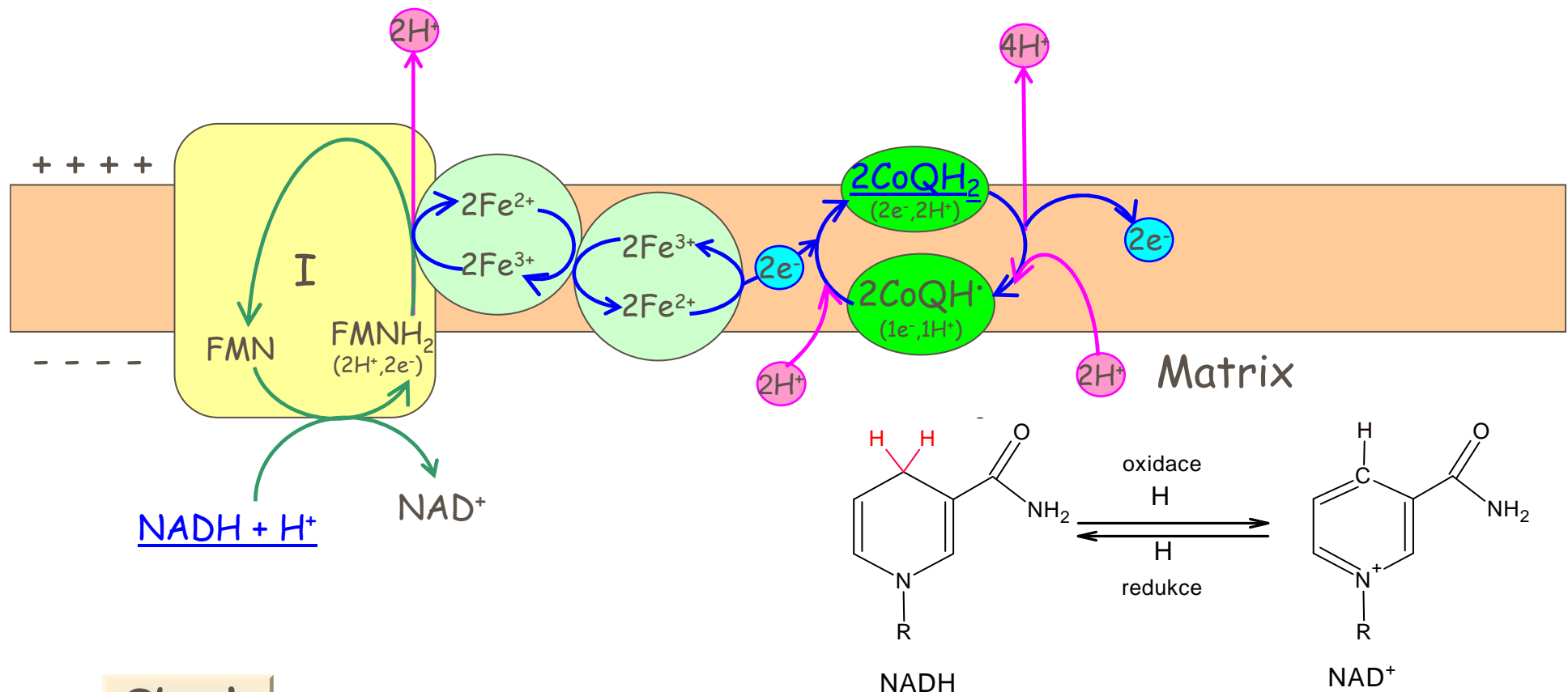
Koenzymy NADH, FADH<sub>2</sub>

Koenzym Q, Koenzym QH<sub>2</sub>

Použitá literatura

# Enzymové komplexy: Komplex I

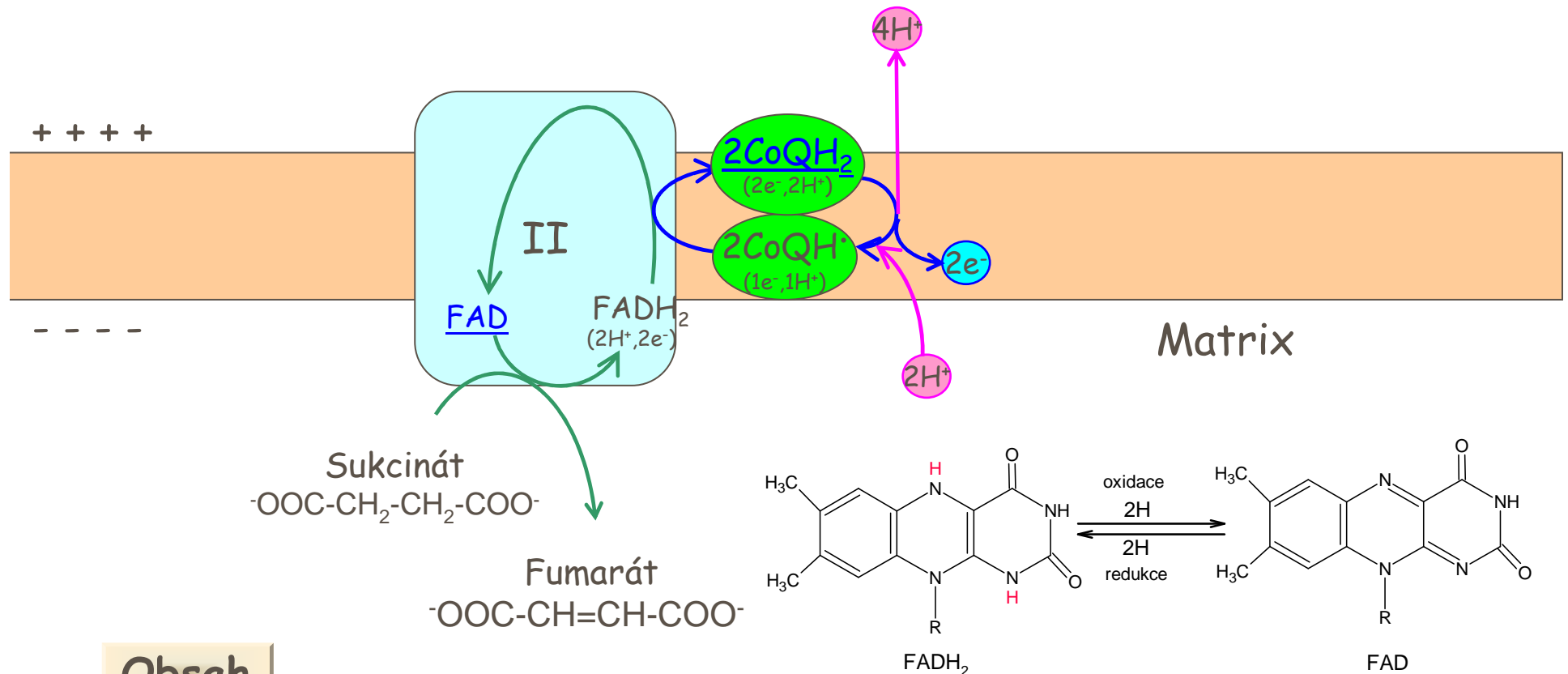
Komplex I: NADH-CoQ-oxidoreduktasa



Obsah

# Enzymové komplexy: Komplex II

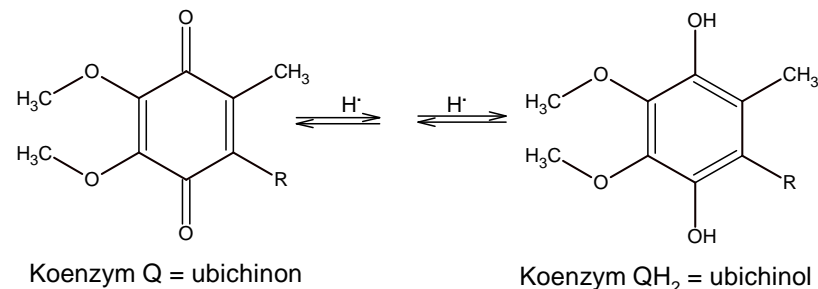
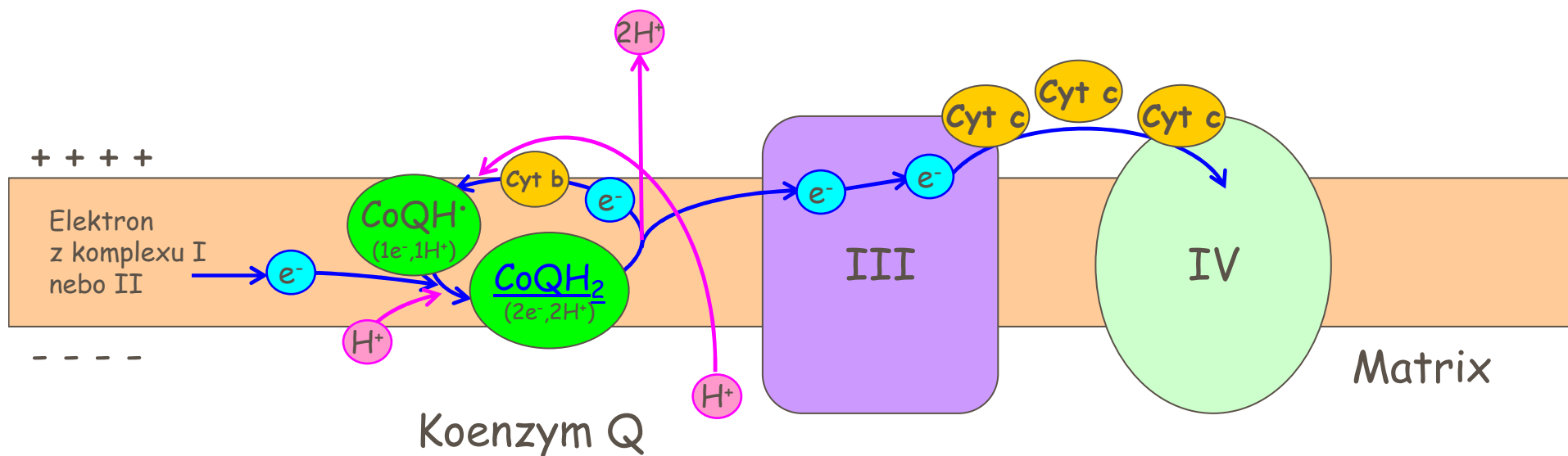
Komplex II: Sukcinát-CoQ-oxidoreduktasa



Obsah

# Enzymové komplexy: Komplex III

Komplex III: CoQH<sub>2</sub>-cytochrom-c-oxidoreduktasa

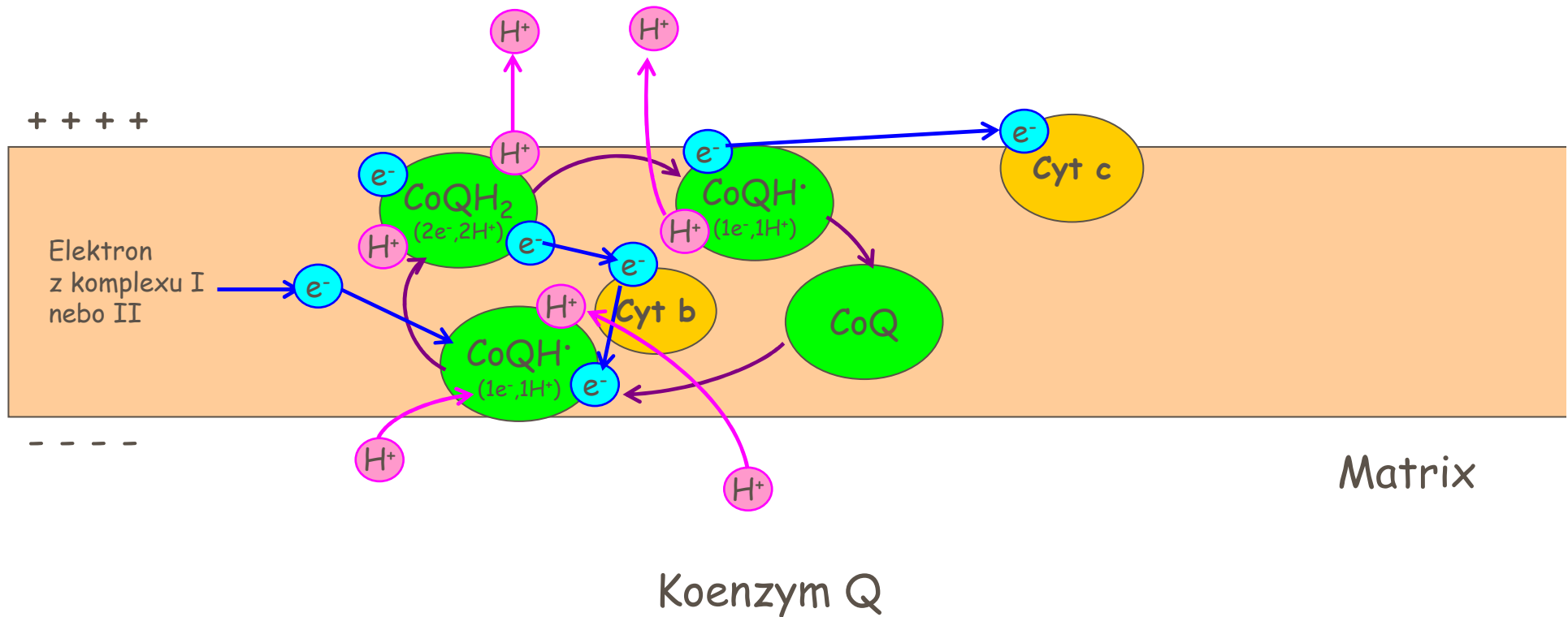


Obsah



# Enzymové komplexy: Komplex III

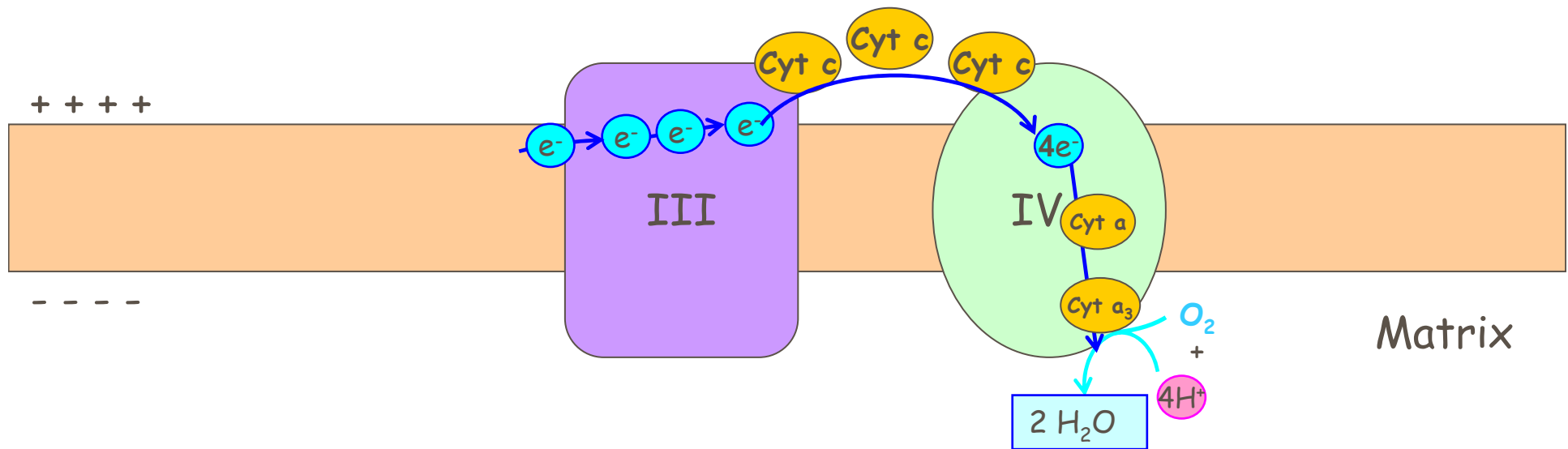
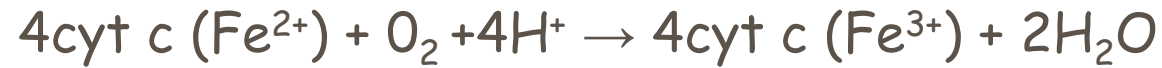
Komplex III: CoQH<sub>2</sub>-cytochrom-c-oxidoreduktasa



Obsah

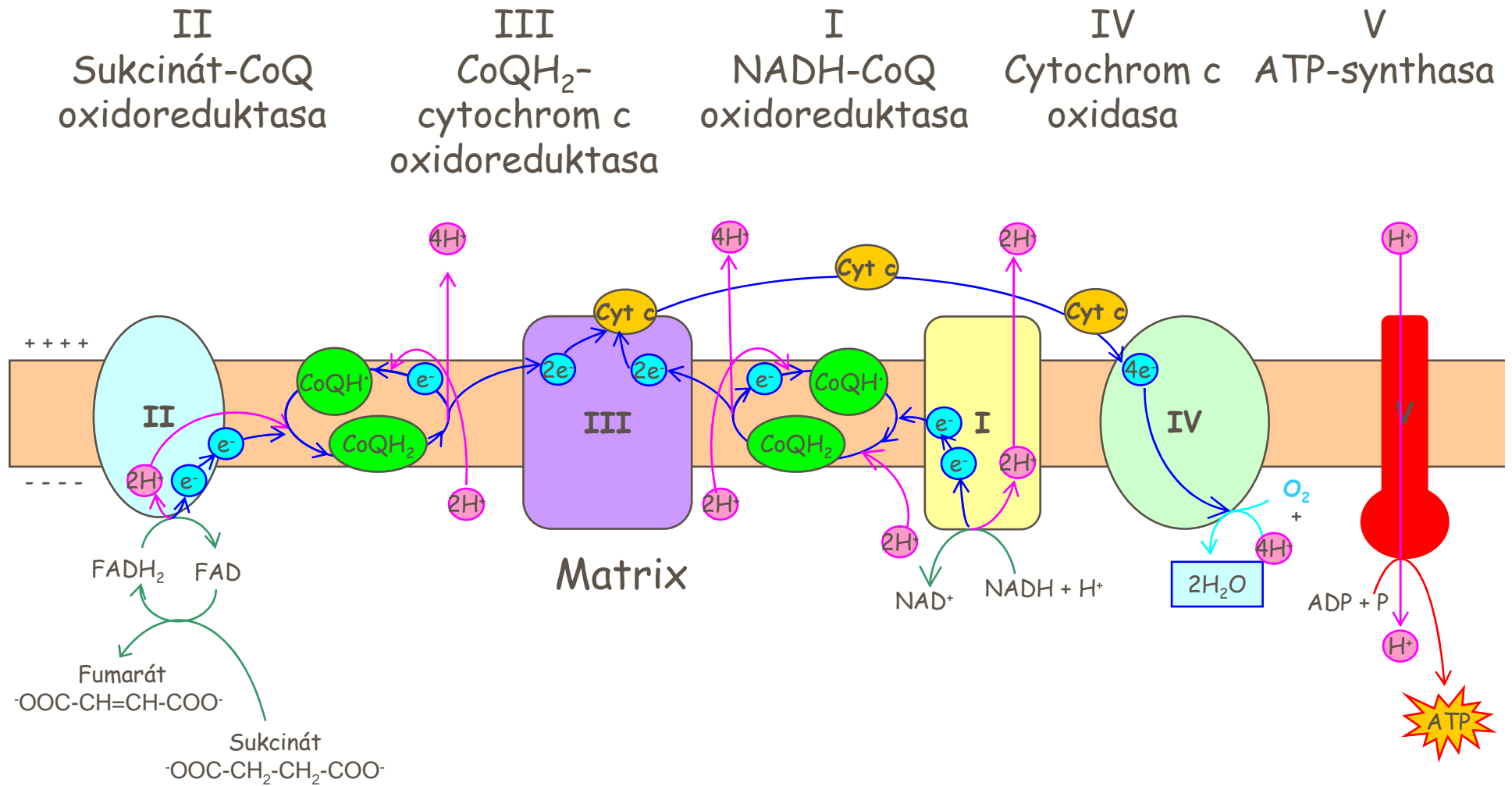
# Enzymové komplexy: Komplex IV

Komplex IV: Cytochrom-c-oxidasa



Obsah

# Enzymové komplexy



Obsah

# Reakce enzymových komplexů

## Komplex I: NADH-CoQ-oxidoreduktasa



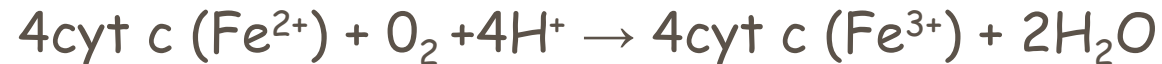
## Komplex II: Sukcinát-CoQ-oxidoreduktasa



## Komplex III: CoQH<sub>2</sub>-cytochrom-c-oxidoreduktasa



## Komplex IV: Cytochrom-c-oxidasa



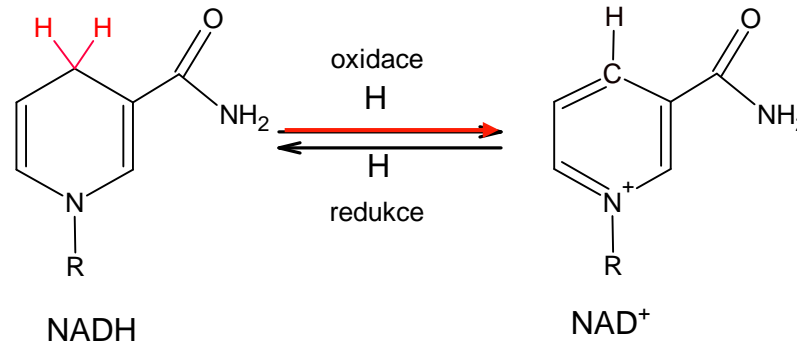
Kyslík udržuje komplex cytochromů v **oxidovaném stavu**  
(Fe<sup>2+</sup> zoxiduje zpátky na Fe<sup>3+</sup>).

Obsah

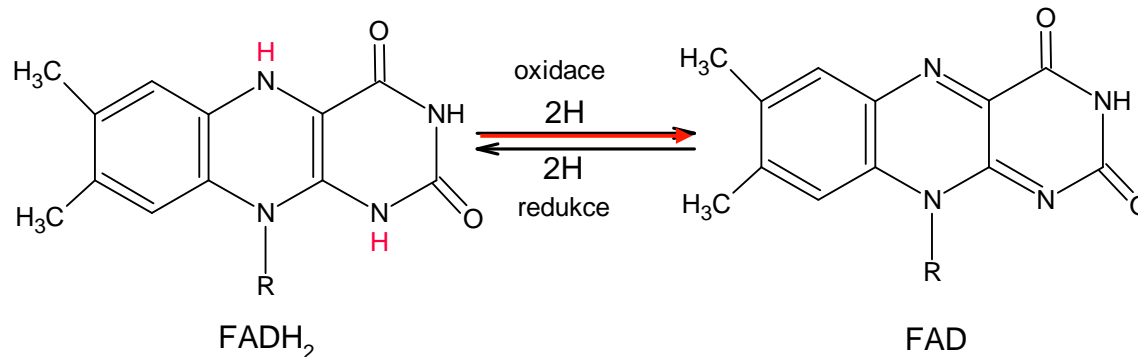
# Koenzymy NADH, FADH<sub>2</sub>

V dýchacím řetězci probíhá **oxidace** redukovaných koenzymů.

## nikotinamadenindinukleotid



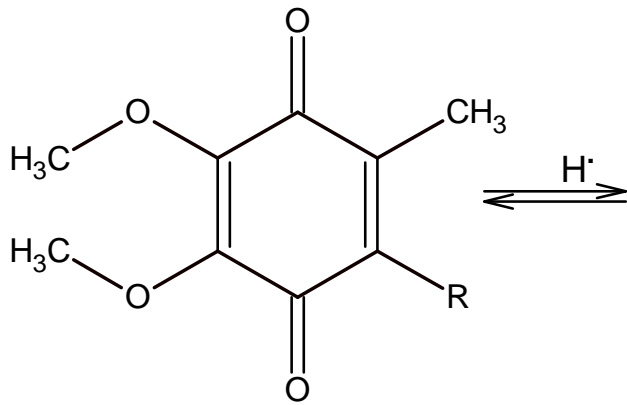
## flavinadenindinukleotid



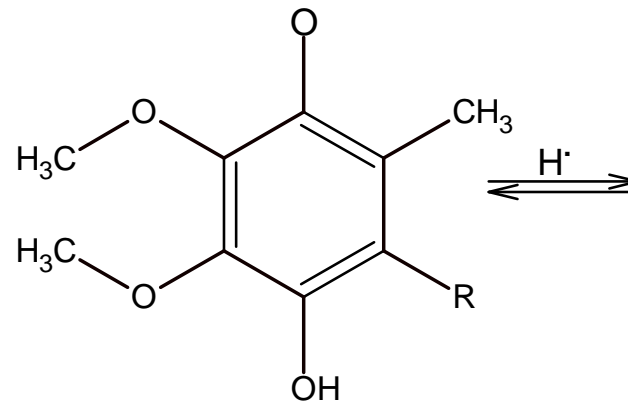
Obsah



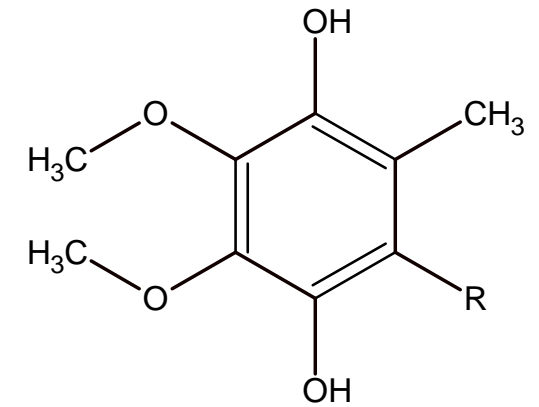
# Koenzym Q, Koenzym QH<sub>2</sub>



Koenzym Q = ubichinon



Koenzym QH ubisemichinon  
(radikál)



Koenzym QH<sub>2</sub> = ubichinol



Obsah

# Použitá literatura

- [1] ALBERTS, B. a kol. *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero Publishing, 1997.
- [2] SOFROVÁ, D. - TICHÁ, M. a kol. *Biochemie - základní kurz*. Praha: skripta UK, 1993.
- [3] KARLSON, P. *Základy biochemie*. Praha: Academia, 1981.
- [4] BLOOMFIELD, M., M. *Chemistry and the Living Organism*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- [5] KLOUDA, P. *Základy biochemie*. Ostrava: nakladatelství Pavel Klouda, 2000.
- [6] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. Praha: Scientia, 1998.
- [7] McKEE, T. - McKEE, J. *Biochemistry: an introduction*. United States of America: McGraw-Hill Companies, 1999.

Ilustrace Markéta Roštejnská: obr. 1

Obsah