

SEC VIII.	<b>Biochemické deje</b>
SEC VIII. 1	<b>Redoxné deje v živých sústavách</b>

**Cieľové požiadavky**

**Obsahový štandard:** Katabolický dej. Anabolický dej. Endergonický dej, exergonický dej. Makroergická väzba. Glykolýza,  $\beta$ -oxidácia, citrátový cyklus, dýchací reťazec. Replikácia, transkripcia, translácia

**Výkonový štandard:**

- Porovnať premenu látok v neživých a živých sústavách.
- Vysvetliť význam jednotlivých biochemických dejov (katabolické, anabolické, amfibolické), vymenovať konkrétne príklady.
- Lokalizovať priebeh citrátového cyklu, dýchacieho reťazca, glykolýzy,  $\beta$  – oxidácie mastných kyselín, replikácie, transkripcie a translácie v bunke.
- Vysvetliť priebeh glykolýzy (po vznik kyseliny pyrohroznovej podľa predloženej schémy).
- Vysvetliť podstatu alkoholového a mliečneho kvasenia.
- Vysvetliť vzťah medzi glykolýzou, citrátovým cyklom a dýchacím reťazcom.
- Vysvetliť vznik a funkciu ATP v energetickom metabolizme bunky.
- Vysvetliť prepojenie  $\beta$  – oxidácie mastných kyselín a citrátového cyklu.
- Porovnať glykolýzu a Lypenovu špirálu z hľadiska energie.
- Opísať podstatu a vzťah medzi svetelnou a tmavou fázou fotosyntézy.
- Vysvetliť podstatu a význam replikácie, syntéza DNA.
- Vysvetliť súvislosti medzi štruktúrou nukleových a syntézou bielkovín.
- Opísať biochemické deje z hľadiska energetickej bilancie.

**Látkový metabolizmus**

- súbor všetkých biochemických procesov prebiehajúcich v živých organizmoch, zahrňujúci tok energie a látok
- reakcie v živých sústavách potrebné na získavanie energie a tvorbu energeticky významných látok
- chemické reakcie bezprostredne na seba nadväzujú (produkt reakcie sa stáva substrátom nasledujúcej reakcie)- **metabolické dráhy**

**Typy metabolických dráh**

I. Katabolické (rozkladné, disimilačné)	II. Anabolické (syntetické, asimilačné)	III. Amfibolické (rozkladno-syntetické)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zo zložitých substrátov vznikajú jednoduchšie produkty</li> <li>• exergonické deje</li> <li>• väčšinou oxidácia (dehydrogenácia) substrátu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z jednoduchých substrátov sa tvoria zložité produkty</li> <li>• endergonické deje</li> <li>• redukcia (hydrogenácia) substrátu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dochádza k čiastočnej štruktúrnej zmene substrátov</li> <li>• anabolicko- katabolický charakter</li> </ul>
<i>napr. <math>\beta</math>- oxidácia</i>	<i>napr. fotosyntéza</i>	<i>napr. transaminácia, citrátový cyklus</i>

**Redoxné reakcie živých organizmoch**

- Prenos atómov vodíka alebo elektrónov v prítomnosti koenzýmov

<b>I. oxidácia</b>		<b>II. redukcia</b>
dehydrogenácia ( <i>odovzdávanie atómov vodíka, elektrónov</i> )		hydrogenácia ( <i>prijímanie atómov vodíka, elektrónov</i> )
<b>A. anaeróbna</b>	<b>B. aeróbna</b>	
Oxidácia bez prítomnosti kyslíka	Oxidácia za prítomnosti kyslíka	

### Oxidoreduktázy

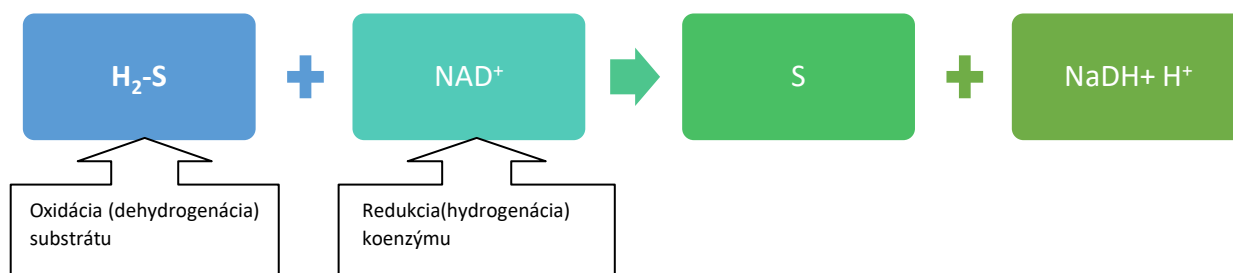
- enzýmy potrebné pre metabolické procesy
- na aktívne miesto majú naviazané **koenzýmy**, ktoré sa naviazaním  $H^+$  počas reakcií redukujú a následne oxidujú (*prenos elektrónov alebo  $H^+$* )

### Typy koenzýmov oxidoreduktáz a ich formy

	názov	oxidovaná forma (oxidovadlá v katabolizmoch)	redukovaná forma (redukovadlá v anabolizmoch)
<b>NAD</b>	nikotínamidadenín dinukleotid	$NAD^+$	$NADH + H^+$
<b>NADP</b>	nikotínamidadenín dinukleotidfosfát	$NADP^+$	$NADPH + H^+$
<b>FAD</b>	flavínadenín dinukleotid	FAD	$FADH_2$

Biologická oxidácia sa začína oxidáciou substrátu ( *odtrhnutie atómov vodíka* ) ako akceptor slúžia oxidované formy koenzýmov

substrát + oxidovaná forma koenzýmu  $\rightarrow$  substrát + redukovaná forma koenzýmu



### Porovnanie priebehu redoxnej reakcie



1. V neživých sústavách	2. V živých sústavách
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priama redukcia- pomocou redukujúcich látok alebo vodíkom</li> <li>• Vratná oxidácia- silnými oxidačnými činidlami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomocou enzýmu alkoholdehydrogenázy a prenášača atómov vodíka <math>NAD^+</math></li> </ul>

## Energetika biochemických reakcií v živých sústavách

- biochemické reakcie majú **energetický efekt** (*energia nevzniká ani nezaniká, iba mení formu*)
- v porovnaní s neživou sústavou sa vnútorná energia nemení na reakčné teplo, ale na voľnú energiu
- prenos voľnej energie zabezpečujú makroergické zlúčeniny

**Voľná (Gibsonová) energia ( $\Delta G$ )**- vyjadruje samovoľnosť priebehu chemického deja pri konštantnom tlaku a teplote, vyjadruje veľkosť hnacej sily procesu, [kJ/mol]

**Entropia ( $\Delta S$ )**- miera neusporiadanosti systému

## Typy reakcií z energetického hľadiska

A.Exergonické	B.Endergonické
katabolické dráhy spojené s oxidáciou substrátu	anabolické dráhy spojené s redukciami substrátu
Samovoľné deje	Nesamovoľné deje
Voľná energia sa uvoľňuje	Voľná energia sa spotrebuje
<b><math>\Delta G &lt; 0</math></b>	<b><math>\Delta G &gt; 0</math></b>
<i>obsah energie východiskových látok &gt; energia produktov</i>	<i>obsah voľnej energie produktov &gt; energia východiskových látok</i>
<i>Rastie entropia</i>	<i>Klesá entropia</i>

- **Amfibolické dráhy** spojené s malým prenosom energie
- Reakcie na seba nadväzujú- energiou uvoľnenú pri exergonickom deji (tvorbou makroergických väzieb) a organizmus využije na endergonický proces (štiepením makroergických väzieb)
- **Všetky prírodné deje smerujú k stavu s maximálnou neusporiadanosťou a minimálnou energiou**

## Makroergické zlúčeniny

- Zlúčeniny obsahujúce jednu alebo viac **makroergických väzieb**
- Rozpadom makroergickej väzby sa naraz uvoľní veľké množstvo energie (*vznik produktu s nižšou vnútornou energiou*)
- Nepriame prenášače (*uchovávače*) energie medzi endergonickými a exergonickými reakciami (*katabolizmami a anabolizmami*)
- napr. tioestery **AcetylCoA**, estery **H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**, **ATP**, **GTP**

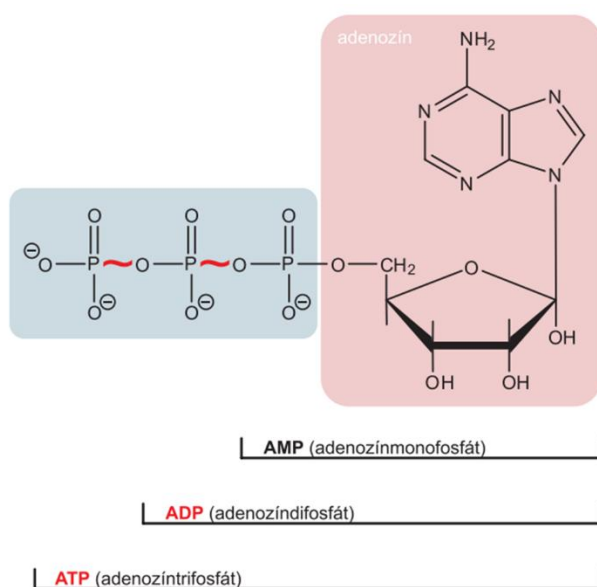
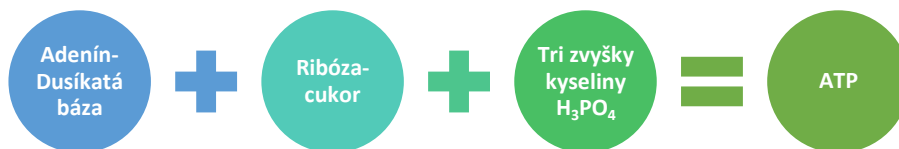
## ATP (adenozíntrifosfát, kyselina adenozíntrifosforečná)

- makroergická zlúčenina, ktorá je univerzálnym prenášačom energie (*energia sa využije na endergonické reakcie v bunke, svalovú prácu, teplo, svetlo, elektrickú energiu*)
- V bunke sa udržiava jej konštantné množstvo (*tvorba prebieha nepretržite, nemožný prenos medzi bunkami, neukladá sa do zásoby*)
- tvorí sa v mitochondriách

## Tvorba ATP

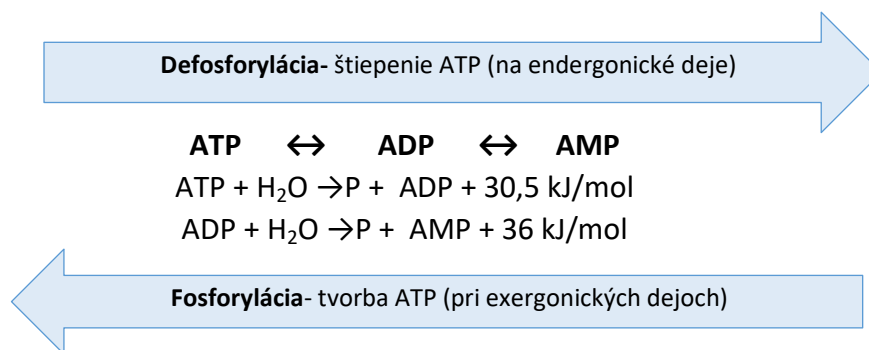
A. priamo	B. nepriamo
Hydrolytickým štiepením iných makroergických zlúčenín ( <i>napr. GTP v citrátovom cykle</i> )	Oxidáciou látok napr. v dýchacom( koncovom) reťazci z redukovaných koenzýmov

## Zloženie ATP



## Makroergická fosfátová väzba

- typ kovalentnej väzby ( *označenie vlnkou* )
- Na vytvorenie je potrebné veľké množstvo energie - **fosforylácia**
- Viazaná energia sa uvoľní hydrolytickým štiepením (  $30,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  )- **defosforylácia**



Zdroj schémy ATP: KMEŤOVÁ, J., SKORŠEPA, M., VYDROVÁ, Mária.: *Chémia pre 3.ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 7.ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Martin: Vydavateľstvo Matice slovenskej, 2011. 91s. ISBN 978-80-8115-042-5