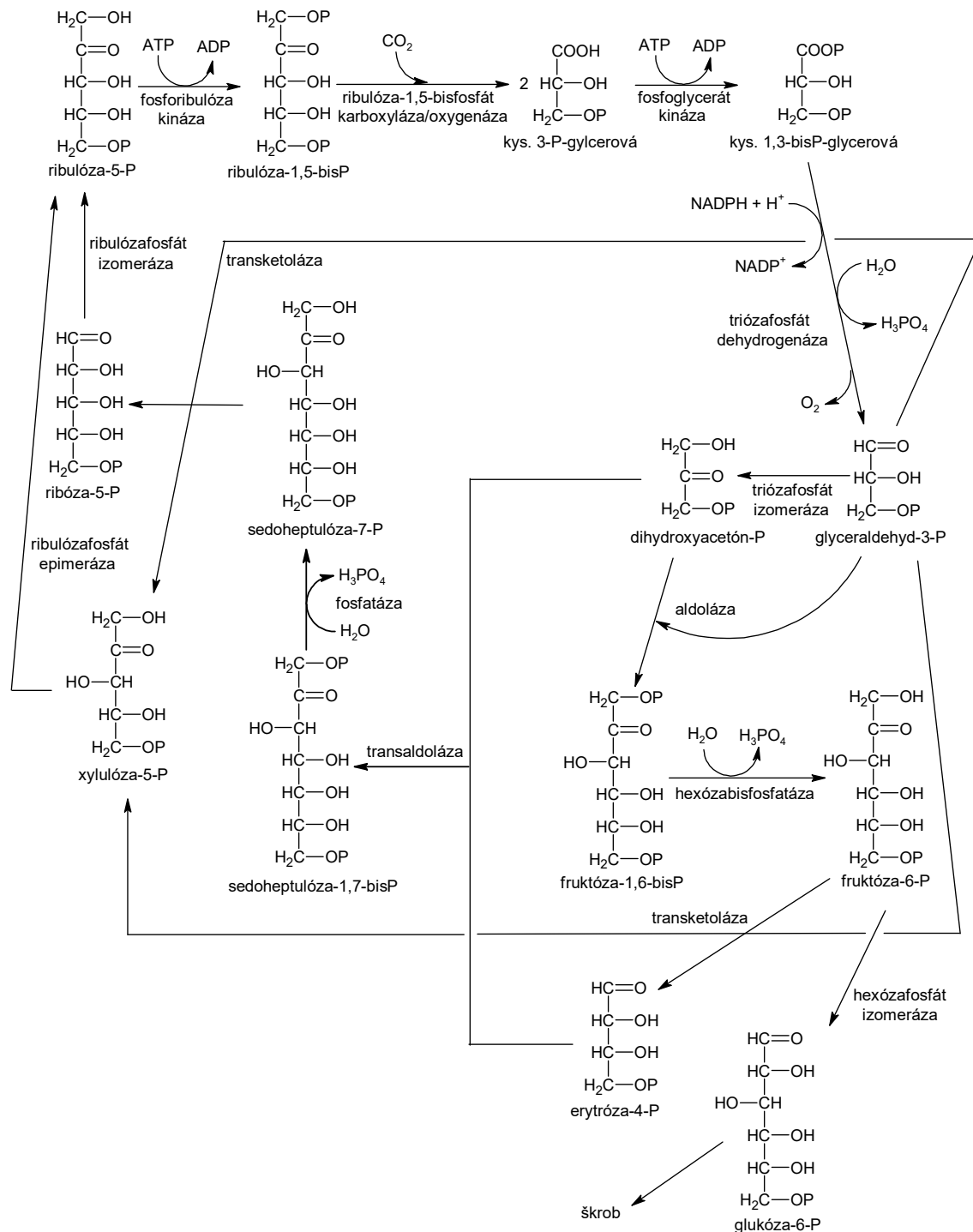


Calvinov cyklus, Temná fáza fotosyntézy (Calvin cycle, The dark phase of photosynthesis)



Fixácia oxidu uhličitého je z globálneho hľadiska jednou z najvýznamnejších syntetických operácií prebiehajúcich v prírode. Tento dej bol najviac skúmaný pri rastlinách typu C_3 (nakoľko primárnym produktom fixácie CO_2 je kyselina 3-fosfoglycerová), do ktorých patria rastliny mierneho pásma ako obilniny, či cukrová

repa a niektoré tropické rastliny ako napríklad ryža, bambus, sója alebo bavlník. Rovnako sem môžeme zaradiť väčšinu bežne sa vyskytujúcich stromov.

Calvinov cyklus možno rozdeliť na tri fázy – karboxylačnú, redukčnú a regeneračnú.

Karboxylačná fáza je charakteristická pre fotosyntézu, kedy dochádza k fosforilácii ribulózy-5-fosfátu fosforibulózakinázou na ribulóza-1,5-bisfosfát pomocou ATP vytvoreného vo svetelnej fáze fotosyntézy. Ďalej dochádza pomocou ribulózabisfosfátkarboxylázy k asimilácii CO_2 a teda ku karboxylácii, ktorej výsledný produkt sa hydrolyzuje na kyselinu 3-fosfoglycerovú. Uvedený enzým je najrozšírenejším proteínom na Zemi.

Po karboxylačnej fáze nasleduje fáza redukčná, kde prebiehajú reakcie známe z glykolýzy (viď Glykolýza). Prvým krokom je fosforylácia kyseliny 3-fosfoglycerovej pomocou fosfoglycerátkinázy na jej 1,3-bifosforylovanú formu, ktorá sa redukuje pomocou ďalšieho produktu svetelnej fázy fotosyntézy akým je $\text{NADPH} + \text{H}^+$ na glyceraldehyd-3-fosfát. Časť z tohto produktu sa izomerizuje na ketoformu a ich kondenzáciou pomocou aldolázy vzniká fruktóza-1,6-bisfosfát, z ktorej sa postupne v chloroplaste tvorí pomocou hexózaabisfosfátázy fruktóza-6-fosfát, ďalej hexózafosfátizomerázou glukóza-6-fosfát až napokon vzniká škrob.

Regeneračná fáza je súbor reakcií zabezpečujúcich obnovu ribulóza-5-fosfátu známých z pentózového cyklu (viď Pentózový cyklus). Glyceraldehyd-3-fosfát a fruktóza-6-fosfát poskytujú v prítomnosti transketolázy erytrózu-4-fosfát a xylulózu-5-fosfát. Zo vzniknutej erytrózy a fosfodihydroxyacetónu sa tvorí aldolázou sedoheptulóza-1,7-bisfosfát, ktorá sa fosfatázou defosforiluje v polohe 1. Na tento produkt prenesie transketoláza ďalšiu molekulu glyceraldehyd-3-fosfátu za vzniku xylulóza-5-fosfátu a ribózy-5-fosfátu. Pomocou ribulózafosfátépimerázy sa mení xylulóza-5-fosfát a pomocou ribulózafosfátizomerázy sa mení zase ribóza-5-fosfát na konečný produkt regeneračnej fázy ribulózu-5-fosfát, čím sa celý cyklus uzatvára.

Na každú jednu naviazanú molekulu CO_2 sa spotrebujú dve molekuly $\text{NADPH} + \text{H}^+$ a tri molekuly ATP, ktorých syntéza vo svetelnej fáze fotosyntézy si vyžaduje 8 až 12 kvánt svetla.

Poznámka:

Tento proces bol skúmaný americkým biochemikom Melvin Ellis Calvinom (1911 – 1997), ktorý ho popísal v roku 1957 a v roku 1961 zaň bol ocenený Nobelovou cenou za chémiu. Na jeho počesť bol dej asimilácie CO_2 nazvaný aj Calvinov cyklus, resp. niekedy označovaný ako Calvinov a Bensonov cyklus (Andrew Alm Benson, USA, 1917 – 2015).

Moses V.: Melvin Calvin (1911–1997). *Adv Carbohydr Chem Bi*, 55, 2000, s. 14-21.

Škárka B., Ferenčík M.: *Biochémiá*. 3. vyd. Alfa, Bratislava, 1992, s. 176-180.
ISBN 80-05-01076-1.

<http://lukoh.eu/chemistry.html>
9.2.2016