

## 4.2 Grundlagen der Fotosynthese

### a) Bedeutung der Fotosynthese

- alle Organismen müssen dissimilieren, d.h. energiereiche organische Verbind. zur Energieversorgung abbauen
- diese org. Verb. werden hauptsächlich durch Fotosynthese (= FS) bereitgestellt
- in Ökosystemen herrscht Energiedurchfluss und FS ist wesentlicher input ? ohne FS kein Leben
- Chemosynthese (= CS) funktioniert nur unter O<sub>2</sub>-Verbrauch ? wird auch erst durch FS möglich
- 2 wesentliche *Bedeutungen* der FS:
  - liefert energiereiche org. Verb. zur Dissimilation für alle Organismen durch Umwandlung von Licht-Energie in chemische Energie
  - liefert O<sub>2</sub> für Atmung und CS

### b) Feinbau des Chloroplasten

- Wiederholung aus Zytologie

### c) Blattfarbstoffe

- Licht ist eine Mischung aus verschiedenen elektromagnetischen Wellen mit unterschiedlichen Wellenlängen (700nm = rot, 400 nm = violett)
- Energie des Lichtes kann von Farbstoffen je nach Wellenlänge unterschiedlich gut aufgenommen = absorbiert werden
- im Chloroplasten sind verschiedene Farbstoffe enthalten
  - ⇒ **Chlorophyll a (blaugrün)**
  - ⇒ **Chlorophyll b (gelbgrün)**
  - ⇒ **Carotenoide (rot-orange)**
  - ⇒ **Xanthophyll (gelb)**
- nur Chlorophyll a ist fotosynthetisch aktiv, die anderen nehmen das Licht anderer Wellenlängen auf und übertragen dessen Energie auf Chlorophyll a (? "Antennenpigmente") ? bessere Lichtausnutzung

### 4.3 Primärreaktion

#### a) Grundlagen der Lichtreaktion

- Lichtreaktion = Primärreaktion
- findet in der Thylakoidmembran statt
- Ausgangsstoffe: H<sub>2</sub>O, ADP + Pi, NADP<sup>+</sup>
- Produkte: O<sub>2</sub>, NADPH+H<sup>+</sup>, ATP
- wesentlicher Vorgang: Energieumwandlung (Licht-Energie in chemische Energie)
- vier Teilschritte:
  1. Aktivierung des Chlorophylls
  2. Bildung von NADPH+H<sup>+</sup>
  3. Fotolyse des Wassers
  4. Bildung von ATP (= Fotophosphorylierung)

#### b) Aktivierung des Chlorophylls

- P680 (FS II) wird durch Licht aktiviert; Elektronen werden herausgeschleudert
- diese Elektronen werden übertragen auf P700 (FS I) = "lichtgetriebener Elektronentransport"
- dabei Transport von H<sup>+</sup> durch die Thylakoidmembran hindurch in den Thylakoidinnenraum
- Ergebnis: Elektronenlücke in P680

#### c) Bildung von NADPH + H<sup>+</sup>

- freigewordene Elektronen des Chlorophylls reagieren im Stroma mit NADP<sup>+</sup>  
(  $\text{NADP}^+ + 2 \text{e}^- \Rightarrow \text{NADP}^-$  ;  $\text{NADP}^- + 2 \text{H}^+ \Rightarrow \text{NADPH} + \text{H}^+$  )
- NADPH + H<sup>+</sup> ist wichtig als H-Speicher für die Dunkelreaktion
- dadurch entsteht ein H<sup>+</sup>-Mangel auf der Matrix-Seite der Thylakoidmembran

#### d) Fotolyse des Wassers

- durch den Sog der Elektronenlücke im P680 wird Wasser gespalten  $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2 \text{H}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{e}^-$
- 2 e<sup>-</sup> ⇒ schließen die Elektronenlücke in P680
- 2 H<sup>+</sup> ⇒ wird zunächst im Thylakoidinnenraum angereichert
- $\frac{1}{2} \text{O}_2$  ⇒ Abfallprodukt, Abgabe an die Umwelt oder Nutzung für biologische Oxidation

### e) Fotophosphorylierung

- im Thylakoidinnenraum jetzt viele H<sup>+</sup>-Ionen (durch Fotolyse und lichtgetriebenen Elektronentransport, ? pH ≈ 5), im Stroma dagegen wenige H<sup>+</sup>-Ionen (NADP-Reaktion ⇒ pH ≈ 8)

- Konzentrationsausgleich der H<sup>+</sup>-Ionen durch die Thylakoidmembran hindurch wird genutzt, um am Enzym ATP-Synthetase ATP zu bilden

ADP + Pi ? ATP (endothermer Prozess)

? ATP als Energiespeicher für die Dunkelreaktion

e<sup>-</sup>-Transport von H<sub>2</sub>O über Fotosysteme II und I zu NADP<sup>+</sup> heißt nichtzyklische Phosphorylierung und liefert

neben ATP auch O<sub>2</sub> und NADPH+H<sup>+</sup>

- außerdem existiert zyklische Phosphorylierung: weitestgehend unaufgeklärt. e<sup>-</sup> wandern von Chl a<sub>1</sub> über verschiedene Zwischenverbindung zurück zu Chlorophyll a<sub>1</sub>, dabei nur ATP-Bildung (kein O<sub>2</sub> und NADPH+H<sup>+</sup>)

### f) Gesamtbilanz der Lichtreaktion:

