Biologie · Abi auf 2 Seiten · 3 / 8

Fotosynthese und Zellatmung

Seite 1: Fotosynthese · Seite 2: Zellatmung und Gärung · mit allen Bilanzen

Im Abitur
Stoffwechsel ist in allen Ländern Pflicht. Gefragt: Orte, Bilanzen, Versuche (Tracer, Absorptionsspektrum) und Diagramme deuten.

Fotosynthese: die Gleichung

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

Lichtenergie wird in chemische Energie (Glucose) umgewandelt. Ort ist der **Chloroplast**: Die **Lichtreaktion** läuft an der **Thylakoidmembran**, der **Calvin-Zyklus** im **Stroma**.

Tracer-Versuch
Mit ^{18}O markiertes Wasser: Das markierte O landet im O_2. Der Sauerstoff stammt also aus dem **Wasser**, nicht aus dem CO_2.

Lichtreaktion (Thylakoidmembran)

1. Chlorophyll im **Fotosystem II** wird durch Licht angeregt und gibt Elektronen ab.
2. **Fotolyse:** Wasser wird gespalten und ersetzt die Elektronen: $2\ H_2O \rightarrow 4\ H^+ + 4\ e^- + O_2$.
3. Die Elektronen laufen über eine **Elektronentransportkette** zum **Fotosystem I**, das sie erneut anregt (Z-Schema).
4. Am Ende wird **$NADP^+$ zu NADPH** reduziert.
5. Dabei werden H^+ in den Thylakoid-Innenraum gepumpt. Der **Protonengradient** treibt die **ATP-Synthase** an (Fotophosphorylierung).

Ergebnis
ATP und NADPH für den Calvin-Zyklus, O_2 als Nebenprodukt.

Pigmente
Chlorophyll absorbiert vor allem **blaues und rotes** Licht, Grün wird reflektiert. Engelmann-Versuch: Bakterien sammeln sich dort, wo viel O_2 entsteht.

Calvin-Zyklus (Stroma)

Phase	Was passiert
1 Fixierung	Enzym **RuBisCO** bindet CO_2 an Ribulose-1,5-bisphosphat (C_5) → 2 × 3-Phosphoglycerat (C_3)
2 Reduktion	mit **ATP und NADPH** zu Glycerinaldehyd-3-phosphat (G3P), daraus wird Glucose gebaut
3 Regeneration	aus dem übrigen G3P entsteht unter ATP-Verbrauch wieder Ribulose-1,5-bisphosphat

Je Glucose: 6 CO_2, 18 ATP, 12 NADPH. Läuft nur, solange die Lichtreaktion ATP und NADPH liefert.

Name
Früher „Dunkelreaktion". Irreführend: Er läuft bei Licht, braucht aber kein Licht direkt.

Einflussfaktoren

- Fotosyntheserate hängt von **Lichtstärke, CO_2-Gehalt und Temperatur** ab. Der Faktor im Minimum begrenzt (**limitierender Faktor**).
- **Kompensationspunkt:** Fotosynthese = Zellatmung, die Pflanze nimmt netto weder CO_2 auf noch gibt sie es ab.
- eA: **C_4- und CAM-Pflanzen** (Mais, Kakteen) fixieren CO_2 erst vorläufig. Vorteil bei Hitze und Trockenheit, Spaltöffnungen bleiben öfter zu.

Sonnen/Schattenblatt
Sonnenblatt: dicker, mehr Palisadengewebe, höhere Sättigung. Schattenblatt: dünner, niedriger Kompensationspunkt.

Zellatmung: die Gleichung

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$$

Glucose wird schrittweise oxidiert, die Energie steckt zwischendurch in **NADH** und **$FADH_2$** und wird als **ATP** nutzbar.

ATP
Energiewährung der Zelle. ATP → ADP + P liefert Energie für Transport, Bewegung, Synthesen.

Die vier Stufen (je Glucose)

Stufe	Ort	Was passiert	Bilanz
Glykolyse	Cytoplasma	Glucose → 2 Pyruvat (C_3)	2 ATP netto, 2 NADH
oxidative Decarboxylierung	Mitochondrien-Matrix	2 Pyruvat → 2 Acetyl-CoA	2 CO_2, 2 NADH
Citratzyklus	Matrix	Acetyl-CoA wird vollständig zu CO_2 abgebaut	4 CO_2, 2 ATP, 6 NADH, 2 $FADH_2$
Atmungskette	innere Mitochondrienmembran	NADH und $FADH_2$ geben Elektronen ab, Endakzeptor O_2 → H_2O	rund 26–28 ATP

Gesamt: rund 30–32 ATP je Glucose. Ältere Bücher: 36 bis 38.

CO_2
Alle 6 CO_2 entstehen in der Decarboxylierung und im Citratzyklus, nicht in der Atmungskette.

Chemiosmotisches Modell

- Die Elektronen wandern über Proteinkomplexe der inneren Membran. Ihre Energie pumpt **H^+** aus der Matrix in den **Intermembranraum**.
- Es entsteht ein **Protonengradient**. H^+ fließen durch die **ATP-Synthase** zurück und treiben die ATP-Bildung an.

Entkoppler
Gifte, die die Membran für H^+ durchlässig machen: Gradient bricht zusammen, Energie wird zu Wärme, kaum ATP.

Gärung (ohne Sauerstoff)

	alkoholische Gärung	Milchsäuregärung
Wer	Hefe	Muskel bei O_2-Mangel, Milchsäurebakterien
Produkt	Pyruvat → Ethanol + CO_2	Pyruvat → Lactat

Sinn: **NAD^+ regenerieren**, damit die Glykolyse weiterläuft. Ausbeute nur **2 ATP** je Glucose.

Pasteur-Effekt
Hefe mit O_2 atmet und verbraucht viel weniger Glucose als ohne O_2.

Beide im Vergleich

	Fotosynthese	Zellatmung
Energie	Licht → chemische Energie (Glucose)	Glucose → ATP (und Wärme)
H^+-Gradient	in den Thylakoid-Innenraum	in den Intermembranraum

Kreislauf
Was die eine Reaktion herstellt, verbraucht die andere. Energie fließt, Stoffe kreisen.

Typische Fehler

- „Pflanzen machen nur Fotosynthese." Sie betreiben auch Zellatmung, Tag und Nacht.
- O_2 der Fotosynthese aus dem CO_2 abgeleitet. Er stammt aus dem Wasser.

Merkhilfe
Fotosynthese baut auf (anabol), Zellatmung baut ab (katabol).

Weiter lernen

mehr Zettel folgen

- Weitere Überblicke zu anderen Themen und Fächern gibt es kostenlos.

Alle Zettel kostenlos:

Link im TikTok-Profil

von randnotiz