



Samenvatting Boek 5 - thema 3 - Energie

Doelstelling 1

Je moet kunnen omschrijven wat stofwisseling, assimilatie en dissimilatie is en wat er bij deze reacties met de energie gebeurt.

- Stofwisseling (metabolisme): het geheel van chemische processen in een cel.
- Assimilatie: de opbouw van organische moleculen uit kleinere moleculen.
 - Resultaat: vorming van organische stoffen waaruit het individu bestaat.
 - Assimilatiereacties zijn endotherm: er wordt energie vastgelegd in de grotere moleculen.
- Dissimilatie: de afbraak van organische moleculen tot kleinere moleculen.
 - Resultaat: vrijmaken van energie voor processen in cellen.
 - Dissimilatiereacties zijn exotherm.
- ATP (adenosinetriphosfaat) brengt in cellen chemische energie over van de ene stof naar de andere stof.
 - Opbouw: $\text{ADP} + \text{P}_i + \text{energie} \rightarrow \text{ATP}$
 - Afbraak: $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{energie}$
- In organische moleculen bevindt de chemische energie zich vooral in de elektronen.
 - Elektronen die in een ruime baan om de atoomkern bewegen, zijn energierijk.
 - Bij dissimilatiereacties worden energierijke elektronen, meestal samen met waterstofionen, overgedragen aan elektronenacceptoren (waterstofacceptoren).

Doelstelling 2

Je moet de bouw en werking van enzymen kunnen beschrijven.

- Enzymen versnellen (katalyseren) stofwisselingsreacties zonder daarbij zelf te worden verbruikt.
 - Enzymen verlagen de hoeveelheid activeringsenergie die nodig is om een reactie op gang te brengen.
- Enzymatische reacties zijn vaak evenwichtsreacties.
 - Een enzym heeft geen invloed op de ligging van het evenwicht, wel op de snelheid waarmee het evenwicht zich instelt.
 - Enzymen zijn reactiespecifiek: elk enzym kan slechts één evenwichtsreactie beïnvloeden.
- Een enzym wordt genoemd naar het substraat (de stof waarop het enzym inwerkt).
 - De naam van het enzym krijgt het achtervoegsel -ase.
- Enzymen zijn eiwitmoleculen met een specifieke ruimtelijke structuur.
 - Een enzymmolecuul heeft een actief centrum, dat tijdelijk een binding aangaat met een substraatmolecuul. Er ontstaat dan een enzym-substraatcomplex.
- Sommige enzymen hebben een co-enzym nodig om werkzaam te zijn.
 - Co-enzym: bijv. een metaalion of een vitamine.
 - Apo-enzym: het enzymmolecuul met het actieve centrum.

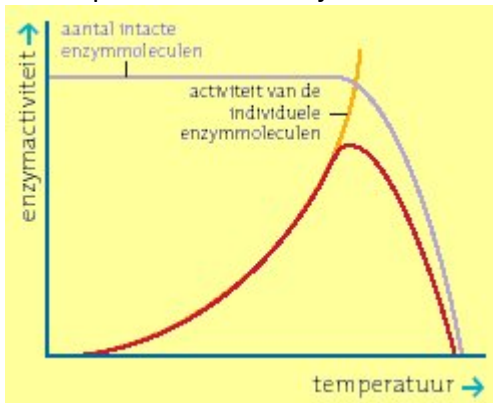
Doelstelling 3

Je moet de invloed van milieufactoren op de enzymactiviteit kunnen beschrijven.

- De enzymactiviteit kan worden uitgedrukt in:
 - de hoeveelheid substraat die per tijdseenheid wordt omgezet;
 - de hoeveelheid reactieproduct die per tijdseenheid ontstaat.
- De enzymactiviteit kan ook worden afgeleid uit de tijd die een bepaalde hoeveelheid enzym nodig heeft om een bepaalde hoeveelheid substraat om te zetten.



- **Temperatuur:** beïnvloedt de enzymactiviteit volgens een optimumkromme.
 - Bij stijgende temperatuur zetten intacte enzymmoleculen sneller substraatmoleculen om.
 - Bij stijgende temperatuur denatureren steeds meer enzymmoleculen: ze verliezen hun specifieke ruimtelijke structuur. Deze verandering is irreversibel (onomkeerbaar).



- **Zuurgraad (pH)** : beïnvloedt de enzymactiviteit volgens een optimumkromme.
 - Een oplossing die veel H^+ -ionen bevat is zuur. De pH is dan lager dan 7.
 - Een oplossing die veel OH^- -ionen bevat is basisch. De pH is dan hoger dan 7.
 - De ruimtelijke structuur van enzymmoleculen blijft alleen bij een bepaalde pH in stand.
- Chemische stoffen kunnen de enzymactiviteit beïnvloeden.
 - **Activering:** de ruimtelijke structuur van een enzymmolecuul wordt zodanig veranderd, dat sneller E-S-complexen kunnen worden gevormd (bijv. sommige hormonen, geneesmiddelen).
 - **Concurrerende remming:** remstofmoleculen concurreren met substraatmoleculen in het aangaan van een binding met het actieve centrum van enzymmoleculen (bijv. sulfapreparaten).
 - **Niet-concurrerende remming:** remstoffen veranderen de ruimtelijke structuur van enzymmoleculen, waardoor geen E-S-complexen meer kunnen worden gevormd (bijv. zware metalen). Deze verandering is irreversibel.

Doelstelling 4

Je moet de aërobe dissimilatie van glucose in hoofdlijnen kunnen beschrijven. Ook moet je uitgebreide reactieketens hiervan kunnen interpreteren.

- De aërobe dissimilatie van glucose wordt ook wel verbranding genoemd.
Brutoreactievergelijking:
 $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{energie}$
- **Glycolyse:** een glucosemolecuul wordt gesplitst in twee pyrodruivenzuurmoleculen.
 - De glycolyse vindt plaats in het grondplasma.
- **Citroenzuurcyclus (krebscyclus):** de pyrodruivenzuurmoleculen worden afgebroken tot koolstofdioxidemoleculen.
 - Energierijke elektronen worden overgedragen aan elektronenacceptoren (NAD^+ en FAD).
 - De citroenzuurcyclus vindt plaats in de vloeistof in de mitochondriën.
- **Oxidatieve fosforylering (elektronentransportketen):** energierijke elektronen staan hun energie geleidelijk af voor de synthese van ATP.
 - Op het laatst worden de elektronen (samen met waterstofionen) gebonden aan zuurstof. Hierbij ontstaan watermoleculen.
 - De oxidatieve fosforylering vindt plaats in het binnenmembraan van de mitochondriën.



- Een glucosemolecuul levert de energie voor de vorming van ATP-moleculen.
 - Bij de glycolyse netto 2 ATP-moleculen.
 - Bij de citroenzuurcyclus en de oxidatieve fosforylering 36 ATP-moleculen.

Doelstelling 5

Je moet de fotosynthese in hoofdlijnen kunnen beschrijven. Ook moet je uitgebreide reactieketens hiervan kunnen interpreteren.

- Fotosynthese is koolstofassimilatie met behulp van lichtenergie. Brutoreactievergelijking:

$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{lichtenergie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$$
- Fotosynthese vindt plaats in cellen met bladgroen.
 - Bladgroen is een verzamelnaam voor verschillende fotosynthetische pigmenten (o.a. chlorofyl en caroteen), die lichtenergie absorberen.
 - Uit wit licht worden vooral de kleuren violet, blauw en rood geabsorbeerd.
 - De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, wordt voor een deel direct omgezet in zetmeel.
- Lichtreacties: lichtenergie wordt vastgelegd.
 - Andere fotosynthetische pigmenten dragen de energie die ze hebben geabsorbeerd over aan chlorofyl.
 - In chlorofylmoleculen worden elektronen aangeslagen.
 - Chlorofyl kan de energierijke elektronen overdragen aan een elektronenacceptor (NADP^+).
 - In chlorofyl worden de elektronen aangevuld vanuit watermoleculen, die hiervoor worden gesplitst.
- Donkerreacties: uit CO_2 -moleculen worden glucosemoleculen opgebouwd.
 - De energie die hiervoor nodig is wordt geleverd door de energierijke producten van de lichtreacties (ATP en NADPH).
 - Voor de donkerreacties is geen licht nodig.
 - De donkerreacties vinden aansluitend op de lichtreacties plaats.

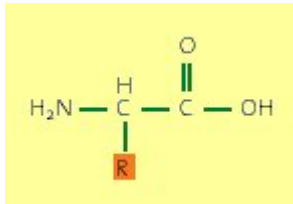
Doelstelling 6

Je moet de chemosynthese en de voortgezette assimilatie kunnen beschrijven.

- Chemosynthese: koolstofassimilatie met behulp van energie, verkregen uit de oxidatie van een anorganische stof.
 - Zwavelbacteriën oxideren waterstofsulfide (H_2S) tot zwavel (S) en vervolgens tot zwavelzuur (H_2SO_4).
 - Nitrietbacteriën oxideren ammoniak (NH_3) of ammoniumionen (NH_4^+) tot nitrietionen (NO_2^-).
 - Nitraatbacteriën oxideren nitrietionen tot nitraationen (NO_3^-).
- Voortgezette assimilatie: de vorming van andere koolhydraten, eiwitten en vetten uit glucose.
 - Hierbij is ATP de energiebron.
- Assimilatie van koolhydraten.
 - Uit monosachariden (bijv. glucose, fructose) kunnen disachariden (bijv. sacharose) worden gevormd.
 - Door polymerisatie kunnen polysachariden worden gevormd (bijv. zetmeel, glycogeen, cellulose).
 - Bij planten dient zetmeel als koolhydraatreserve en bij dieren glycogeen.



- Assimilatie van eiwitten (proteïnen).
 - Eiwitten zijn polymeren van aminozuren. Er zijn twintig verschillende aminozuren.
 - Aminozuren bestaan uit een C-atoom, een aminogroep ($-\text{NH}_2$), een zuurgroep ($-\text{COOH}$), een H-atoom en een restgroep.



- Planten kunnen aminozuren assimileren uit glucose en nitraationen. Dieren kunnen alleen aminozuren assimileren uit andere aminozuren.
 - Eiwitturnover: eiwitten worden meestal opgebouwd uit aminozuren die vrijkomen uit juist afgebroken eiwitten.
- Assimilatie van vetten (lipiden).
 - Een vetmolecuul is opgebouwd uit glycerol en drie vetzuren (bij fosfolipiden is één vetzuur vervangen door fosforzuur).
 - Vetten worden als reservebrandstof opgeslagen.

Doelstelling 7

Je moet de anaërobe dissimilatie van glucose en de dissimilatie van eiwitten en vetten kunnen beschrijven.

- Anaërobe dissimilatie van glucose: hierbij vindt alleen glycolyse plaats.
 - Per glucosemolecuul worden slechts twee ATP-moleculen gevormd.
 - Er blijven energierijke eindproducten over.
- Alcoholgisting: het eindproduct van de glycolyse (pyrodruivenzuur) wordt omgezet in ethanol.
 - Bij deze omzetting komt CO_2 vrij en wordt NAD^+ gevormd.
 - Alcoholgisting wordt toegepast bij de bereiding van bier, wijn en brood.
- Melkzuurgisting: pyrodruivenzuur wordt omgezet in melkzuur.
 - Bij deze omzetting wordt NAD^+ gevormd.
 - Melkzuurgisting wordt toegepast bij de bereiding van kaas, yoghurt en zuurkool.
 - Melkzuurgisting vindt ook plaats in spieren, wanneer er in korte tijd veel energie moet worden vrijgemaakt.
- Dissimilatie van eiwitten.
 - Eiwitten worden gesplitst in aminozuren.
 - Van de aminozuren wordt de aminogroep afgesplitst en omgezet in ammoniak.
 - De overblijvende koolstofketen wordt omgezet in pyrodruivenzuur, in azijnzuur of in een andere stof en verder gedissimileerd in de citroenzuurcyclus.
- Dissimilatie van vetten.
 - Vetten worden gesplitst in glycerol en vetzuren.
 - Glycerol wordt omgezet in pyrodruivenzuur.
 - Van de vetzuren worden C_2 -moleculen afgesplitst, die worden omgezet in azijnzuur.



Doelstelling 8

Je moet kunnen beschrijven wat het respiratoir quotiënt en wat het basale metabolisme is.

- Respiratoir Quotiënt (RQ):
$$\frac{\text{aantal afgegeven CO}_2\text{-moleculen}}{\text{aantal opgenomen O}_2\text{-moleculen}}$$
- Bij aërobe dissimilatie:
 - van koolhydraten is het RQ = 1,0;
 - van vetten is het RQ = 0,7;
 - van eiwitten is het RQ = 0,8.
- Basale metabolisme (grondstofwisseling): de stofwisseling van een individu in rust.
- De intensiteit van het basale metabolisme van een individu is afhankelijk van:
 - het gewicht;
 - de leeftijd;
 - het geslacht;
 - de lichaamstemperatuur (bij homoiotherme dieren is die temperatuur constant; bij poikilotherme dieren is die ongeveer gelijk aan de omgevingstemperatuur);
 - de tijd van het jaar of het tijdstip van de dag.

Doelstelling 9

Je moet de kringloop van koolstof in hoofdlijnen kunnen beschrijven. Ook moet je uitgebreide schema's hiervan kunnen interpreteren.

- Producenten nemen koolstofdioxide uit de lucht op en produceren hiermee organische stoffen.
 - Planten en cyanobacteriën zijn producenten.
- Consumenten nemen de organische stoffen van andere organismen als voedsel op.
 - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten breken organische resten af tot anorganische stoffen.
 - Schimmels en heterotrofe bacteriën zijn reducenten.
 - Detritus: alle dode resten en andere afvalproducten van organismen.
- Door verbranding van fossiele brandstoffen komt extra koolstof (CO₂) in de koolstofkringloop.

Doelstelling 10

Je moet de kringloop van stikstof in hoofdlijnen kunnen beschrijven. Ook moet je uitgebreide schema's hiervan kunnen interpreteren.

- Producenten nemen stikstof vooral op in nitraationen.
 - Stikstofassimilatie: uit nitraationen en glucose worden stikstofhoudende organische verbindingen (bijv. eiwitten) opgebouwd.
- Consumenten scheiden stikstof uit met hun urine (als ammoniak, ureum of urinezuur).
- Reducenten breken organische stikstofhoudende verbindingen af tot o.a. ammoniak.
- Nitrificerende bacteriën zijn actief in een zuurstofrijke bodem.
 - Nitrietbacteriën zetten ammoniak en ammoniumionen om in nitrietionen.
 - Nitraatbacteriën zetten nitrietionen om in nitraationen.
- Denitrificerende bacteriën zetten nitraationen om in gasvormige stikstof (N₂).
 - Denitrificerende bacteriën zijn actief in een zuurstofarme bodem.



- Stikstofbindende bacteriën zetten gasvormige stikstof om in ammoniak. Met ammoniak kunnen aminozuren worden gesynthetiseerd.
 - Stikstofbinding (stikstoffixatie) kan alleen plaatsvinden onder anaërobe omstandigheden.
 - Stikstofbindende bacteriën komen vrij levend in de bodem voor en in de wortelknolletjes van vlinderbloemige planten. Ook bij cyanobacteriën kan stikstofbinding plaatsvinden.
 - Groenbemesting: het verbouwen van vlinderbloemige planten op grond die arm is aan nitraationen.

Doelstelling 11

Je moet aan de hand van een concreet voorbeeld een probleemstelling kunnen formuleren en een conclusie kunnen trekken.

Je hebt in dit thema ook geleerd hoe je de pH opmeet, hoe je de invloed van milieufactoren op de werking van een enzym bepaalt, en hoe je de fotosynthese in een blad aantoonst. Verder heb je geoefend in het ontwerpen en uitvoeren van proeven en het maken van een verslag. In de diagnostische toets zijn hierover geen vragen opgenomen.

In de ANW extra basisstof heb je enkele duurzame energiebronnen en de manieren waarop je ze kunt gebruiken leren kennen.

Leren en werken

Je hebt informatie gekregen over het beroep onderzoeker in opleiding.

Leren onderzoeken

Je hebt het respiratoir quotiënt van een klein dier bepaald.