

5 vwo deel B
uitwerkingen
Biologie voor jou

bvj

Uitwerkingen thema 9 Stofwisseling in de cel

MAX RELEASE 7.0

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

MALMBERG

© Malmberg 's-Hertogenbosch

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave (met uitzondering van de bijlagen) mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

9 Stofwisseling in de cel

ORIËNTATIE

Snellere stofwisseling	4
------------------------	---

BASISSTOF

1 Chemie in cellen	5
2 Enzymen	9
3 Koolstofassimilatie	13
4 Voortgezette assimilatie	17
5 Dissimilatie	21

SAMENHANG

Pandabeer overleeft kou door bacteriën	26
--	----

ONDERZOEK

Practica	28
----------	----

AFSLUITING

Examenopgaven	30
---------------	----

Oriëntatie Snellere stofwisseling

1

Je lichaam haalt energie uit voedingsmiddelen die je binnenkrijgt. Leg uit waar deze energie vandaan komt.

De energie die je met voedingsmiddelen binnenkrijgt, komt uit planten en dieren. Dieren halen hun energie uit planten of andere dieren. Planten doen aan fotosynthese. Hierbij leggen ze energie uit zonlicht als glucose vast. Na het consumeren van voedingsmiddelen komt deze energie in je lichaam. Ook na het consumeren van vlees krijg je energie binnen. Een deel van de energie uit planten die een dier heeft gegeten, is opgeslagen in verschillende stoffen in het vlees.

2

Verklaar waarom je lichaam meer zuurstof nodig heeft als je beweegt.

Je lichaam heeft meer zuurstof nodig als je beweegt, omdat er in je lichaam meer verbranding plaatsvindt. Daarbij komt de energie vrij om te kunnen bewegen.

3

Welk weefsel bevat meer mitochondriën: wit of bruin vetweefsel? Leg uit waarom.

Bruin vetweefsel bevat meer mitochondriën dan wit vetweefsel. In bruin vetweefsel vindt omzetting plaats van glucose en vet in energie. Dit gebeurt in de mitochondriën.

4

Uit onderzoek blijkt dat goed slapen belangrijk is voor je stofwisseling.

Welke onderzoeksvraag past bij dit onderzoek?

Wat is de invloed van (te weinig) slaap op de stofwisseling?

5

Bij te weinig slaap is de kans op diabetes (suikerziekte) groter. Leg uit hoe dit komt.

Bij te weinig slaap wordt het lichaam minder gevoelig voor insuline. Insuline zet glucose om in glycogeen en slaat dit op. Als insuline minder goed werkt, blijft er meer glucose in het bloed en dit verhoogt de kans op diabetes.

1 Chemie in cellen

KENNIS

1

Vindt er tijdens het basale metabolisme minimale of maximale stofwisseling plaats? Leg je antwoord uit.

Tijdens het basale metabolisme vindt er minimale stofwisseling plaats, want basale stofwisseling gebeurt tijdens de rust. Dan is er niet veel energie nodig.

2

a In welke dieren vindt de meeste dissimilatie plaats tijdens een koude dag: warmbloedige dieren of koudbloedige dieren? Leg je antwoord uit.

In warmbloedige dieren vindt de meeste dissimilatie plaats op een koude dag. Deze dieren moeten de lichaamstemperatuur op peil houden. Koudbloedige dieren passen zich aan de omgevingstemperatuur aan, waardoor er minder dissimilatie plaatsvindt om het lichaam op temperatuur te houden.

b Vindt bij een koudbloedig dier meer assimilatie plaats bij lage of bij hoge temperaturen? Leg je antwoord uit.

Bij een koudbloedig dier vindt meer assimilatie plaats bij hoge temperaturen. Voor assimilatie is energie nodig. Als het warmer is, heeft een koudbloedig dier meer energie.

3

Bij de energieomzettingen in een organisme wordt een groot deel van de energie omgezet in chemische energie.

a In welke vormen wordt energie nog meer omgezet?

Energie wordt omgezet in warmte of kinetische energie.

b Het omzetten van energie in andere vormen wordt soms gezien als 'energieverlies'. Is dit altijd 'energieverlies'? Leg je antwoord uit.

Dit is niet altijd energieverlies. Sommige organismen gebruiken de warmte om hun lichaam op temperatuur te houden.

4

Bij de vorming van NADH worden NAD^+ , een waterstofion en twee elektronen gebruikt. Geef de reactievergelijking van de vorming van NADH.

De reactievergelijking van de vorming van NADH is:



5

Gebruik bij deze opdracht BiNaS tabel 67L.

a Is AMP een energiedrager?

AMP legt geen energie vast. Het is geen energiedrager.

b Welke energiedrager heeft de meeste energierijke bindingen: NAD^+ of ATP?

ATP heeft meer energierijke bindingen (twee bindingen) dan NAD^+ (één energierijke binding).

c Geef de reactievergelijking van de vorming van ATP.

De reactievergelijking van de vorming van ATP is:



INZICHT

6

Alihan zit in 5 vwo en verbruikt naar schatting 8800 kJ energie per dag.

- a Een mol ATP weegt 507 gram. Zoek op in BiNaS tabel 67L hoeveel kilojoule energie een mol ATP in de cel maximaal oplevert bij omzetting in ADP + P_i.

Bereken met deze gegevens hoeveel kilogram ATP Alihan op een dag naar schatting omzet in ADP.

Een mol ATP levert $31 \cdot 10^3$ J/mol = 31 kJ/mol energie op.

$8800 \text{ kJ} / 31 \text{ kJ/mol} \times 0,507 \text{ kg/mol} = 144 \text{ kg}$

Alihan zet op een dag 144 kg ATP om in ADP.

- b Het rendement van ATP wordt omschreven als de verhouding tussen de geleverde arbeid (spierkracht) en de totale hoeveelheid energie die wordt omgezet. Hoe meer arbeid er wordt geleverd ten opzichte van de totale hoeveelheid omgezette energie, hoe hoger het rendement is.

Beredeneer of Alihan tijdens het sporten of in rust meer rendement heeft van de hoeveelheid ATP die wordt omgezet.

De chemische energie van ATP wordt omgezet in arbeid en warmte. Alihan heeft meer rendement van de omgezette ATP tijdens rust dan tijdens het sporten. Tijdens het sporten komt er naast de geleverde arbeid (spierkracht) ook veel warmte vrij. In rust komt er veel minder warmte vrij en wordt de meeste energie die vrijkomt bij het omzetten van ATP gebruikt voor (kleine) spierbewegingen. Het rendement is dan hoger.

- c Naast ATP als energiedrager zijn er ook andere dragermoleculen. Deze lijken veel op elkaar qua chemie (bouw) en functie.

Waarop kan deze chemische en functionele verwantschap van de dragermoleculen duiden?

De chemische en functionele verwantschap van de dragermoleculen kan duiden op een gemeenschappelijke ontstaanswijze.

7

- a Welke energieomzettingen vinden achtereenvolgens plaats als zonne-energie wordt gebruikt voor de vorming van een eiwit in een plant?

De volgende energieomzettingen vinden achtereenvolgens plaats: lichtenergie → chemische energie van glucose → chemische energie van ATP → chemische energie van eiwit.

- b De energie van het zonlicht wordt eerst omgezet in glucose.

In welke drie organellen vinden deze energieomzettingen achtereenvolgens plaats?

Deze energieomzettingen vinden achtereenvolgens plaats in de volgende organellen: in chloroplasten (licht naar chemische energie in glucose), mitochondriën (energie in glucose naar energie in ATP) en ribosomen (energie in ATP naar energie in eiwitten).

8

Je zet twee potten met planten van dezelfde soort en met dezelfde hoeveelheid zaden weg. Bij de ene pot scarificeer je de zaden. Dit betekent dat je de zaadhuid van de zaden beschadigt. Bij de andere pot laat je de zaadhuiden intact.

Leg uit in welke pot als eerste fosforylering in de mitochondriën plaatsvindt.

In de pot met de gescarificeerde zaden vindt als eerste fosforylering in de mitochondriën plaats. Door de zaadhuid te beschadigen kan er eerder lucht en water door en vindt er door dissimilatie eerder ontkieming en groei van de plant plaats. Via dissimilatie vindt er fosforylering plaats.

9

Er zijn verschillende vormen van suikers (sachariden). Ze verschillen in energiewaarde en in GI-index (zie tabel 1). GI-index betekent glycemische index. Het is een maat om aan te geven hoe snel een suiker wordt opgenomen. Een hogere waarde betekent een snellere opname.

- a Fructose wordt eerst omgezet (in onder andere glucose) voordat het lichaam het gebruikt. Is de GI-index van fructose hoger of lager dan 100?

De GI index van fructose is lager dan 100. De suiker wordt minder snel opgenomen, omdat deze eerst moet worden omgezet.

- b Sacharose heeft bijna dezelfde energiewaarde als glucose en fructose. Leg uit waarom. Gebruik hierbij BiNaS tabel 67F.

Sacharose is samengesteld uit glucose en fructose. Daarom heeft sacharose bijna dezelfde energiewaarde. Bij het verbreken van de bindingen komt er net zoveel energie vrij als bij glucose en fructose.

- c Diabetespatiënten kunnen minder of geen glucose uit het bloed opnemen.

Moeten mensen met diabetes voedingsmiddelen eten met een lage of hoge GI-waarde?

Mensen met diabetes moeten voedingsmiddelen eten met een lage GI-waarde. Bij mensen met diabetes wordt de suikerspiegel snel te hoog. Bij een lagere GI-waarde wordt de suiker in de voedingsmiddelen minder snel opgenomen. De bloedsuikerspiegel blijft dan stabiel.

Context Zeeotter blijft warm door 'lek'

10

- a De onderzoekers hebben onder andere gemeten hoeveel zuurstof de zeeotters gebruikten in rust.

Waarom hebben ze dit gemeten?

De onderzoekers hebben dit gemeten, zodat ze de basale stofwisseling van de zeeotters konden achterhalen. Zo weten ze wat de zeeotters in rust verbruiken en hebben ze ontdekt dat de zeeotters een snellere basale stofwisseling hebben dan vergelijkbare dieren.

- b Hoe kan een snelle basale stofwisseling zorgen voor een grote warmteproductie?

De basale stofwisseling bestaat uit processen die altijd plaatsvinden in het lichaam (hartslag, ademhaling, enzovoort), waarbij ook warmte vrijkomt. Als de zeeotter in rust in verhouding tot andere zoogdieren een veel hoger basale stofwisseling heeft, zal hij bij deze processen ook meer warmte produceren.

- c Waarom werd het weefsel tijdens het onderzoek in een ruimte van 37 °C bekeken?

Zeeotters zijn zoogdieren en warmbloedig. Ze hebben dus een constante lichaamstemperatuur die rond de 37 °C ligt. Door het onderzoek rond die temperatuur uit te voeren, krijg je resultaten die de werkelijkheid beter benaderen.

11

De dikke vacht van de zeeotter houdt tijdens het zwemmen een luchtlag vast. De lucht werkt als isolatie en zorgt dat het koude water niet met de huid van de zeeotter in aanraking komt. Hierdoor verliest het dier minder lichaamswarmte. Toch is deze vacht alleen niet voldoende om de zeeotter warm te houden. Daarom verbrandt een zeeotter in verhouding meer vet dan andere dieren, maar op een minder efficiënte manier.

- a Waarom is de vetverbranding bij een zeeotter minder efficiënt dan bij andere dieren?

De vetverbranding is minder efficiënt dan bij andere dieren, omdat een groter deel van de energie die vrijkomt bij verbranding van vet wordt omgezet in warmte. Die energie kan een otter niet gebruiken als energie voor andere processen in zijn lichaam.

- b Uit het onderzoek bleek dat de actieve zeeotters efficiënter vet verbranden. Leg uit hoe dit komt.

Doordat deze zeeotters actief zijn, komt er meer warmte bij de beweging vrij. Hierdoor is er minder warmte nodig van vetverbranding en kunnen ze meer vet omzetten in chemische energie. Hierdoor is de vetverbranding van deze zeeotters efficiënter.

2 Enzymen

KENNIS

12

- a Een enzym is substraatspecifiek. Dat noem je ook wel het sleutel-slotprincipe. Wat wordt hiermee bedoeld?
Met het sleutel-slotprincipe wordt bedoeld dat alleen het substraatmolecuul (de sleutel) precies past in het actieve centrum van het enzymmolecuul (het slot). Hierdoor is een enzym substraatspecifiek.
- b Een enzym katalyseert een reactie. Op welke manier zorgt een enzym hiervoor?
Een enzym verlaagt de energiedrempel, zodat er minder activeringsenergie nodig is om een reactie te laten plaatsvinden.
- c Waarom is een kleine hoeveelheid van een enzym voldoende in een cel?
Een enzymmolecuul wordt bij de reactie niet verbruikt, zodat het vele malen dezelfde reactie mogelijk kan maken.

13

- Bij het actief transport van ionen heeft ATPase de energie nodig die beschikbaar komt bij de dissimilatie van het substraat ATP.
- a In samenwerking met ATPase werkt ATP onder andere als co-enzym. Leg uit hoe dit werkt.
ATP bindt aan het enzym ATPase. Hierdoor kan ATPase functioneren en het substraat (in dit geval ook ATP) binden.
 - b Welke rol heeft ATPase in de samenwerking met ATP?
ATPase vervult de functie van apo-enzym.

14

- Biologische wasmiddelen bevatten enzymen.
- a Leg uit waarom bij het gebruik van deze wasmiddelen de temperatuur niet te hoog mag zijn.
Bij te hoge temperatuur kan de ruimtelijke structuur van een enzymmolecuul worden vervormd. Hierdoor zijn de actieve centra van de enzymmoleculen niet meer in staat substraatmoleculen te binden.
 - b Waardoor kan een kikker in Nederland 's winters buiten niet actief zijn en een merel wel?
Een kikker heeft een lichaamstemperatuur die niet constant is. 's Winters kan een kikker buiten niet actief zijn, doordat de lichaamstemperatuur dan te laag is om de stofwisselingsprocessen goed te laten verlopen. Een merel heeft een constante lichaamstemperatuur van ongeveer 40 °C.
 - c Waarom is koorts boven 40 °C zo gevaarlijk voor mensen?
Boven de 40 °C verliezen enzymen in cellen hun structuur en daarmee hun werkzaamheid. Dat is levensgevaarlijk.

15

- In afbeelding 14 is het verband tussen de pH en de enzymactiviteit van drie verschillende enzymen weergegeven.
- a Welk enzym is het best werkzaam in een omgeving met veel waterstofionen?
Enzym A is het best werkzaam in zo'n omgeving. De pH is dan heel laag.
 - b Een vloeistof varieert in zuurgraad van pH 8-10. Alle drie de enzymen zitten in deze vloeistof. Welk enzym zal het best werkzaam zijn?
Enzym C zal het best werkzaam zijn. De zuurgraad 8-10 bevindt zich tussen het minimum en optimum. Bij het optimum werkt dit enzym het best. Bij enzym B bevindt de zuurgraad zich voorbij het optimum en in de richting van het maximum, waardoor de kans groter is dat enzymmoleculen niet meer werkzaam zijn.

INZICHT

16

In afbeelding 15 is de optimumkromme van een bepaald enzym voor de temperatuur weergegeven.

Senna wil een hoeveelheid van dit enzym bewaren. Ze beschikt over een ruimte met temperatuur P, een ruimte met temperatuur Q en een ruimte met de voor dit enzym optimale temperatuur.

In welke van deze drie ruimten kan ze het enzym het best bewaren om zoveel mogelijk intacte enzymmoleculen over te houden? Leg je antwoord uit.

Senna kan het enzym het best bewaren in de ruimte met temperatuur P. Hoe lager de temperatuur, des te groter blijft het percentage intacte enzymmoleculen. Bij een hogere temperatuur bestaat de kans eerder dat de enzymen gaan denatureren.

17

Bij een stofwisselingsstoornis worden stoffen wel opgenomen in de cel, maar niet goed verwerkt.

a Waardoor kan een tekort aan vitaminen leiden tot een stoornis in de stofwisseling?

Veel vitaminen zijn co-enzymen en dus nodig om een enzym te laten werken. Als vitaminen niet goed kunnen worden opgenomen, ontstaat er een tekort in de cel en zijn bepaalde enzymen niet meer werkzaam. Hierdoor treden stoornissen op in de stofwisseling in de cellen.

b Galactosemie is een voorbeeld van een stofwisselingsstoornis. Iemand met galactosemie kan de stof galactose (voornamelijk afkomstig uit lactose) niet goed omzetten in glucose. De meest bekende oorzaak is het niet goed werken van het GALT-enzym. In afbeelding 16 staat de omzetting van galactose in glucose.

Welke stoffen hopen op bij iemand met galactosemie waarbij het enzym GALT niet werkt?

De stof galactose-1-fosfaat zal ophopen in het lichaam. Het GALT-enzym kan deze stof niet verder omzetten.

c Bij galactokinase-deficiëntie werkt het GALK-enzym niet goed. Deze patiënten hebben veel minder klachten dan patiënten met galactosemie. Leg uit hoe dit kan.

Patiënten met galactokinase-deficiëntie kunnen galactose op andere manieren omzetten in de stoffen galactitol en galactomaat. Blijkbaar geeft dit minder klachten dan een ophoping van de stof galactose-1-fosfaat.

18

a Is er bij de vorming van isoleucine (zie afbeelding 13) sprake van positieve of negatieve terugkoppeling? Licht je antwoord toe.

Bij de vorming van isoleucine is sprake van negatieve terugkoppeling. Bij negatieve terugkoppeling heeft het resultaat van een proces een remmende invloed op het proces.

b Wat is het gevolg voor de threonineconcentratie in een cel als op een bepaald moment alle isoleucine uit deze cel wordt verwijderd?

De threonineconcentratie in een cel zal dalen als alle isoleucine uit deze cel wordt verwijderd. Threonine wordt dan omgezet in isoleucine, totdat er in de cel weer een evenwicht is ontstaan tussen de concentraties threonine en isoleucine.

c Is er bij positieve terugkoppeling sprake van een evenwichtsreactie?

Er is bij positieve terugkoppeling geen sprake van een evenwichtsreactie. In eerste instantie heeft het proces een stimulerende invloed op het proces. Als de 'veroorzaker' van het proces stopt, neemt het hele proces af en stopt ook.

19

Enzym E zet substraat S om in product P. Een oplossing van enzym E wordt in gelijke hoeveelheden over zes reageerbuizen verdeeld. Elke buis wordt daarna op een bepaalde temperatuur gebracht en gehouden, waarna aan elke buis 0,4 g substraat S wordt toegevoegd. Een halfuur later wordt gemeten hoeveel substraat er nog in elk van de buizen over is (zie afbeelding 17).

Uit het diagram kun je niet afleiden of de hoeveelheid substraat die door een bepaalde hoeveelheid van het enzym E per minuut wordt omgezet bij 40 °C even groot is als bij 50 °C. Op welke manier kun je dit wel onderzoeken?

Bij het meten na een reactietijd van een halfuur is zowel bij 40 °C als bij 50 °C al het substraat omgezet. Om de hoeveelheid substraat die per minuut wordt omgezet te kunnen bepalen, moet er na de reactietijd nog wat substraat in de buis over zijn. Je zou de metingen bijvoorbeeld elk kwartier kunnen doen. Een hogere concentratie substraat of een lagere concentratie enzym gebruiken is ook mogelijk om te voorkomen dat bij een bepaalde temperatuur alle substraat wordt verbruikt.

20

Alzheimer door ontregelde stofwisseling

Naar: Voorronde Biologie Olympiade Bovenbouw 2011, vraag 44.

APP (amyloïde precursor proteïne) is een enzym in het celmembraan van hersencellen dat schadelijke Fe^{2+} -ionen opneemt uit de cel, ze omzet in Fe^{3+} -ionen en buiten de cel overdraagt op andere eiwitten die voor afvoer zorgen. Als zink-ionen koppelen aan APP, blokkeren ze de werking ervan. Fe^{2+} -ionen worden dan niet meer omgezet in Fe^{3+} -ionen en het geblokkeerde APP wordt afgezet als plaques op de cellen. Patiënten met de ziekte van Alzheimer hebben veel van deze plaques in hun hersenen, evenals een hoog Fe^{2+} -gehalte in de aangetaste hersendelen. Zink-ionen hopen zich op in de groeiende plaques. Door de aanwezigheid van zinkionen maken de hersencellen steeds nieuw APP aan.

Is dit een voorbeeld van positieve of van negatieve terugkoppeling? En waaruit blijkt dat?

Dit is een voorbeeld van positieve terugkoppeling. De aanwezigheid van zinkionen zorgt ervoor dat er meer APP/plaques wordt/worden aangemaakt. Omdat er zich door aanwezigheid van APP/plaques meer zinkionen ophopen, wordt er dus meer APP aangemaakt. Dit is dus een positieve terugkoppeling.

Context Bierbrouwen

21

- a Waarom gaat er hete lucht langs de gerstkorrels?
Door de hogere temperatuur stoppen bepaalde enzymen in de gerstkorrels met werken.
- b Een brouwer heeft bier gemaakt dat goed smaakt, maar geen mooie schuimkraag heeft. De volgende keer past hij het proces aan. Hij kan drie kwartier verwarmen bij 35 °C of 25 minuten verwarmen bij 55 °C.
Leg uit wat een brouwer het best kan doen om een mooiere schuimkraag te krijgen.
De brouwer kan het best 25 minuten koken op 55 °C. Tussen de 35 en 60 °C worden lange eiwitketens in korte eiwitketens geknipt. De lange eiwitketens zorgen voor een goede schuimkraag. Door de enzymen die de eiwitketens korter maken minder lang actief te laten zijn, zullen er meer lange eiwitketens overblijven. Dit geeft een betere schuimkraag.
- c Om een hoger alcoholpercentage te krijgen, kan een brouwer meer suiker toevoegen tijdens het bottelen. Hij kan ook het bier langer en meer verwarmen.
Leg uit hoe langer en meer verwarmen van het bier zorgt voor een iets hoger alcoholpercentage.
Bij steeds hogere temperatuur zetten amylases zetmeel om in vergistbare suikers. Door de temperatuur te verhogen, zullen er dus steeds meer vergistbare suikers komen. Deze worden later omgezet in alcohol.

22

- a De alfa-amylases knippen de lange zetmeelketens in kleinere stukken. Daarna knippen de bèta-amylases ze in mono-, di- en trisachariden. De optimumtemperatuur van alfa-amylase is tussen de 70-75 °C, van bèta-amylase tussen de 60-65 °C.
Leg uit op welke temperatuur je het bier het best kunt koken.
Het bier kun je het best rond 65 °C verwarmen. Het zijn de optimumtemperaturen die zijn aangegeven. Daarop werken de enzymen het best. Maar bij een wat hogere of lagere temperatuur werken ze ook. Dus alfa-amylase kan bij een lagere temperatuur ook al zetmeelketens in stukken knippen, waardoor bèta-amylase erop kan inwerken.
- b In hop, een belangrijk ingrediënt van bier, zitten alfavuren of humulonen. Ze zorgen voor een goede schuimkraag en hebben een antibacteriële werking.
Zullen de bacteriën die hierdoor doodgaan meer bij een lage of hoge zuurgraad voorkomen?
Alfavuren zullen de pH verlagen. Omdat ze een antibacteriële werking hebben, zullen de bacteriën die hierdoor doodgaan niet overleven bij een lage zuurgraad. Dit zijn dus de bacteriën die bij een hoge zuurgraad voorkomen.
- c Door de schuimkraag op bier gaan aerobe bacteriën dood. Leg uit hoe dit komt.
In de schuimkraag zit veel koolstofdioxide en weinig zuurstof. Hierdoor gaan veel aerobe bacteriën dood, omdat ze te weinig zuurstof hebben.

3 Koolstofassimilatie

KENNIS

23

- Wat zijn de eindproducten van de lichtreacties?
De eindproducten van de lichtreacties zijn NADPH, O₂ en ATP.
- Door het afstaan van elektronen aan NADP⁺ ontstaat in het thylakoïdmembraan een elektronentekort. Hoe wordt dit tekort aangevuld?
Het tekort aan elektronen in het thylakoïdmembraan wordt aangevuld met elektronen die afkomstig zijn uit de splitsing van water in PSII.
- Het enzym NADP⁺-reductase reduceert NADP⁺ tot NADPH.
Welke rol heeft NADP⁺ bij deze enzymreactie?
NADP⁺ is het substraat.

24

- Gebruik BiNaS tabel 69B.
Wanneer hebben de elektronen in de lichtreactie meer energie: na PSII of PSI?
De elektronen hebben meer energie na PSI.
- Waarom is er energie van elektronen nodig om waterstofionen uit het stroma naar het lumen te vervoeren?
Waterstofionen worden naar een gebied met een hogere concentratie waterstofionen vervoerd. Dit kan alleen door actief transport (tegen de concentratiegradiënt in) en daar is energie voor nodig.
- Welke waterstofionen zijn vooral nodig voor de lichtreacties, die uit het lumen of uit het stroma?
De waterstofionen uit het stroma zijn vooral nodig voor de lichtreacties. Deze worden gebruikt om NADPH te vormen. De waterstofionen uit het lumen worden vooral voor de donkerreacties gebruikt, want ze leveren energie voor ATP, die weer nodig is in de donkerreacties.

25

- Zwavelbacteriën gebruiken waterstofsulfide (H₂S) als elektronendonor in plaats van water (H₂O). Ontstaat bij de koolstofassimilatie van zwavelbacteriën zuurstof? Leg je antwoord uit.
Er ontstaat geen zuurstof bij deze koolstofassimilatie. Bij bacteriën die waterstofsulfide (H₂S) in plaats van water (H₂O) als elektronendonor benutten, ontstaat bij de koolstofassimilatie zwavel in plaats van zuurstof. Na de splitsing van H₂S wordt zwavel uitgescheiden.

26

- Gebruik BiNaS tabel 69C.
- Hoeveel moleculen CO₂ en hoeveel ATP-moleculen worden er in de calvincyclus gebruikt bij de vorming van één glucosemolecuul?
In de calvincyclus zijn 6 moleculen CO₂ en 12 + 6 = 18 moleculen ATP nodig voor de vorming van één glucosemolecuul.
 - Bij het ontstaan van de zes moleculen ADP ontstaan ook zes fosfaatgroepen (P_i). Waar gaan deze fosfaatgroepen naartoe?
Deze fosfaatgroepen worden meteen gebonden aan ribulose-5-difosfaat. Er zijn zes fosfaatgroepen vrijgekomen en er worden ook zes moleculen ribulose-1,5-difosfaat gevormd.
 - Vinden de donkerreacties overdag en/of 's nachts plaats? Leg je antwoord uit.
De donkerreacties vinden overdag en 's nachts plaats. Voor de donkerreacties is geen licht-energie nodig. De donkerreacties kunnen plaatsvinden zolang er voldoende NADPH en ATP beschikbaar is. Meestal vinden de donkerreacties dus overdag plaats, aansluitend aan de lichtreacties.

INZICHT

27

Microbiologen hebben in een zuiveringsinstallatie twee bacteriën gevonden die samen ammonium uit afvalwater omzetten in het onschadelijke stikstofgas. De nitrificerende nitrosomonas-bacterie zet ammonium met behulp van een beetje zuurstof om in nitriet. De dieprode anammox-bacterie (*Brocadia anammoxidans*) zet vervolgens dit nitriet om in stikstofgas met ammonium als energiebron. Anammox staat voor *ANAerobe AMMonium OXidatie*.

- Waarom is het voor het milieu belangrijk om ammonium uit afvalwater te verwijderen?
Ammonium is een meststof voor planten en bij lozing van ammoniumrijk afvalwater kan waterbloei ontstaan.
- Geef de nettoreactievergelijking van de omzetting van ammonium en nitriet in stikstof en water.
$$\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- Verklaar dat onder procesomstandigheden met een lage concentratie zuurstof en hoge concentratie ammonium de samenwerking tussen nitrosomonas en anammox het best verloopt.
Nitrosomonas heeft zuurstof nodig om ammonium om te zetten in nitriet. Anammox is anaeroob en kan niet goed tegen zuurstof. Daarom werkt de samenwerking tussen nitrosomonas en anammox het best bij een lage concentratie zuurstof.

28

In een mengsel van CO_2 , ATP, NADPH en H^+ vinden de donkerreacties niet plaats. Als aan dit mengsel geïsoleerde chloroplasten worden toegevoegd, wordt er wél glucose gevormd.

- Leg uit waardoor er met de geïsoleerde chloroplasten wel glucose wordt gevormd.
De geïsoleerde chloroplasten bevatten enzymen die de donkerreacties katalyseren. Door deze enzymen verloopt de reactie sneller, waardoor glucose kan worden gemaakt.
- Een boom staat in een weiland. Gedurende een etmaal wordt de verlichtingssterkte gemeten. De resultaten staan in afbeelding 23.
Leg aan de hand van de resultaten uit welke invloed de verlichtingssterkte heeft op de donkerreactie.
De verlichtingssterkte is van invloed op de intensiteit van de donkerreactie. Rond de middag is de verlichtingssterkte maximaal. De lichtreactie is dan ook maximaal. Dit levert ATP en NADPH op die voor de donkerreactie nodig zijn.
- Als in een experiment de donkerreacties worden geremd, wordt de niet-cyclische fotofosforylering ook snel geremd (zie *BiNaS* tabel 69B).
Leg uit dat NADP^+ hier een rol in speelt.
Als in een experiment de donkerreacties worden geremd, kan er geen NADP^+ meer worden gevormd. NADP^+ is nodig in de niet-cyclische fotofosforylering om de energierijke elektronen op te nemen.

29

Fotosynthese

Naar: Voorronde Biologie Olympiade Bovenbouw 2014, vraag 14.

Bij de fotosynthese is sprake van een lichtreactie en een donkerreactie. Bij de lichtreactie van de fotosynthese komen elektronen uit de fotopigmenten vrij. Eiwitten vervoeren de door het licht aangeslagen elektronen. Bij veel planten zijn hierbij fotosysteem I en II betrokken.

Sommige fotosynthetiserende bacteriën hebben geen fotosysteem II. De aangeslagen elektronen doorlopen een cyclus door het fotosysteem I en enkele andere eiwitten (zie afbeelding 24).

Welke van de volgende stoffen worden gevormd: ATP – NADPH – zuurstof?

Alleen de stof ATP wordt gevormd. Doordat fotosysteem II wegvalt, blijft de cyclische fotofosforylering over. Hierbij wordt ATP gevormd met behulp van ATP-synthase. NADPH wordt niet gevormd, want de NADP^+ -reductase werkt niet. Ook wordt water niet gesplitst, waardoor er geen zuurstof ontstaat.

30

In afbeelding 25 is een onderzoek weergegeven naar de zuurstof die ontstaat bij de fotosynthese. Bij een deel van het experiment bleek radioactief zuurstof uit de planten vrij te komen.

- a Wat is de onderzoeksvraag?
Is de bij de fotosynthese uitgescheiden zuurstof afkomstig van koolstofdioxide?
- b Hoe zijn de radioactieve zuurstofatomen aan de planten toegediend?
Radioactieve zuurstofatomen (O^{18}) zijn via koolstofdioxide (1) en via water (2) aan de planten toegediend.
- c Welke conclusie kun je trekken uit dit experiment?
De bij de fotosynthese uitgescheiden zuurstof is afkomstig van het toegediende water en niet van het bij de fotosynthese opgenomen koolstofdioxide. De hypothese is verworpen.

Context Alg jaagt in het donker

31

- a Een groot deel van de coccolithoforen stierf miljoenen jaren geleden uit. Tegenwoordig komen er door de stijgende hoeveelheid koolstofdioxide steeds meer coccolithoforen bij. Leg uit hoe dit komt.
Coccolithoforen gebruiken koolstofdioxide om te kunnen groeien en zich voort te planten. Hoe meer koolstofdioxide, hoe sneller dit proces gaat en hoe meer coccolithoforen er komen.
- b Hoe kunnen de gaatjes in het calciumschild zorgen voor een andere leefwijze?
Uit de gaatjes zijn zweepstaartjes gekomen. Met deze zweepstaartjes kunnen coccolithoforen zich voortbewegen naar hun 'prooien' toe en deze 'opeten'. Op deze manier krijgen ze de voedingsstoffen binnen die ze nodig hebben.
- c Als er veel minder coccolithoforen zouden zijn, zou dit slecht zijn voor het klimaat. Leg uit hoe dit komt.
Coccolithoforen leggen koolstofdioxide vast in hun schild, dat uiteindelijk op de oceaanbodem terechtkomt. Daardoor is er minder koolstofdioxide in het oceaanwater en in de lucht. Dit is beter voor het klimaat.
- d Wat is het voordeel voor coccolithoforen om na verloop van tijd weer over te gaan op fotosynthese?
Het kost de coccolithoforen minder energie om gebruik te maken van fotosynthese dan te jagen op prooien. Het aanmaken van de zweepstaartjes en de jacht zelf kosten energie. Het is dus energetisch voordeliger om aan fotosynthese te doen.
- e Leg uit wat er is veranderd aan de koolstofbron die coccolithoforen zijn gaan gebruiken na de meteorietinslag.
De coccolithoforen gebruikten eerst koolstofdioxide, een anorganische stof. Na de meteorietinslag zijn ze gaan jagen, waardoor ze koolstof uit organische verbindingen in organismen zijn gaan halen.

4 Voortgezette assimilatie

KENNIS

32

Gebruik **BiNaS** tabel 67F.

- a Tot welke groep koolhydraten behoort maltose? Leg uit waarom.

Maltose behoort tot de disachariden, want maltose bestaat uit twee monosachariden (twee glucosemoleculen).

- b In afbeelding 27 is de vorming van maltose schematisch weergegeven.

Geef de reactievergelijking van de vorming van maltose in woorden en in molecuulformules.

2 D-glucose → maltose + water

2 C₆H₁₂O₆ → C₁₂H₂₂O₁₁ + H₂O

33

Gebruik **BiNaS** tabel 67F. Bij de vertering van voedsel worden koolhydraten afgebroken tot kleinere moleculen.

Bij welke voedingsstof ontstaan bij de vertering de meeste kleine moleculen: bij zetmeel of rietsuiker? Leg je antwoord uit.

Bij zetmeel ontstaan de meeste kleine moleculen. Zetmeel is een polysacharide (bestaande uit amylose en amylopectine), terwijl rietsuiker een disacharide is. Dat is een kortere keten en bij afbraak ontstaan dus minder moleculen.

34

- a Iedere polysacharide heeft andere eigenschappen. Leg uit dat dit onder andere komt door de bouw van een polysacharide.

Polysachariden hebben verschillende vormen. Sommige polysachariden hebben zijketens en andere niet en de hoeveelheid bindingen kan ook verschillen. Dit geeft elke polysacharide weer andere eigenschappen.

- b De celwand van een plant is heel stevig.

Hoe komt dit?

Dat de celwand van een plant heel stevig is komt door de structuur van cellulose die in de celwand zit. Door de vele dwarsverbindingen tussen de glucosemoleculen krijgt cellulose (en dus ook de celwand) stevigheid.

35

- a Welke twee elementen komen wel voor in eiwitten, maar niet in koolhydraten?

De elementen N (stikstof) en S (zwavel) komen voor in eiwitten, maar niet in koolhydraten.

- b Bij een peptidebinding in eiwitten ontstaat water.

Waar komen de watermoleculen vandaan?

Er komen een O-atoom en H-atoom van de carboxygroep af en nog een H-atoom van de aminogroep.

36

Waarom zijn zwavelbruggen belangrijk voor de werking van enzymen?

Zwavelbruggen zorgen voor een specifieke ruimtelijke vorm van een eiwitmolecuul (en dus ook van een enzym). Door deze vorm past een enzymmolecuul op het substraatmolecuul.

37

- a Gebruik **BiNaS** tabel 67G. Linolzuur heeft een meer gebogen structuur dan oliezuur. Leg uit hoe dit komt.

Linolzuur heeft twee dubbele bindingen vlak na elkaar, waardoor een gebogen structuur ontstaat. Oliezuur heeft maar één dubbele binding. Hierdoor zal de knik die er ontstaat minder groot zijn dan bij linolzuur.

- b Frituurvet bestaat onder andere uit palmolie en is hard bij kamertemperatuur. Leg uit hoe dit komt.

Frituurvet bestaat vooral uit verzadigde vetzuren. Deze bevatten geen dubbele bindingen, waardoor de vetzuren een vastere vorm hebben. Het vet is daardoor pas bij hogere temperaturen vloeibaar. Het is dus hard bij kamertemperatuur.

38

Als in een triglyceride het derde vetzuur wordt vervangen door een fosfaatgroep, veranderen de fysische eigenschappen van het lipide ingrijpend. Leg dat uit.

Een molecuul van een triglyceride met drie vetzuren is apolair. Zo'n triglyceride mengt daardoor niet met water. Wanneer het derde vetzuur wordt vervangen door een polaire fosfaatgroep, krijgt het molecuul een hydrofiele kant. Het kan zich daardoor wel mengen met water.

INZICHT

39

In de bladcellen van een plant wordt glucose, die is gevormd bij de fotosynthese, vrijwel direct omgezet in zetmeel. De in de bladeren gevormde koolhydraten worden door de bastvaten naar andere plantendelen vervoerd. Zetmeel wordt daarvoor weer omgezet in sacharose. Leg uit waarom dat noodzakelijk is.

Zetmeel is slecht oplosbaar in water. Hierdoor kan het niet goed worden vervoerd door de bastvaten. Sacharose is goed oplosbaar in water en kan goed worden vervoerd.

40

In afbeelding 36 zijn de resultaten weergegeven van een voedingsexperiment met jonge ratten. De gezonde ratten in groep I en II werden gevoerd met een dieet bestaande uit alle benodigde vitaminen, koolhydraten, mineralen, water en plantaardige vezels. Als enige eiwit werd zeïne toegediend. Zeïne is een eiwit afkomstig uit mais. Na zeven dagen werden aan het dieet van groep II de aminozuren lysine en tryptofaan toegevoegd.

- a Waarom werden na zeven dagen juist deze aminozuren toegevoegd?
Lysine en tryptofaan zijn essentiële aminozuren voor de mens (**BiNaS** tabel 67H). Met dit onderzoek willen de onderzoekers testen of het voor ratten ook essentiële aminozuren zijn.
- b Verklaar de gewichtsafname van beide groepen ratten in de eerste week van het experiment.
De gewichtsafname komt waarschijnlijk door een tekort aan bepaalde aminozuren. Het komt niet door een tekort aan vetten, want die zijn niet essentieel in dit dieet. De koolhydraten functioneren ook als brandstof, daar zijn de vetten niet voor nodig.
- c Leg uit dat vetten uiteindelijk wel nodig zullen zijn voor de ratten als het onderzoek langere tijd duurt.
Sommige vetzuren worden niet door het lichaam zelf gemaakt. Dit zijn de essentiële vetzuren. Als deze niet met het voedsel binnenkomen, kunnen bepaalde celonderdelen niet gemaakt worden, bijvoorbeeld delen van celmembranen.
- d Kan uit het resultaat van het experiment de conclusie worden getrokken dat lysine en tryptofaan voor ratten essentiële aminozuren zijn?
Deze conclusie kan niet worden getrokken. Aangezien de aminozuren tegelijk worden toegediend, kan hieruit niet worden geconcludeerd of een van beide of beide aminozuren essentieel zijn.

- e Beschrijf een proefopzet waarmee je kunt onderzoeken of lysine een essentieel aminozuur is. Gebruik twee even grote groepen met ratten en geef ze eenzelfde dieet. Voeg bij de ene groep na zeven dagen het aminozuur lysine toe aan het dieet en bij de andere groep niet. Houd alle omstandigheden verder hetzelfde.

41

Een mengsel van olie en water wordt geschud, waardoor de olie druppels in het water vormt. Vervolgens wordt een vetzuur toegevoegd, waarna het mengsel opnieuw wordt geschud. Waar zullen de vetzuurmoleculen zich in dit mengsel bevinden? Leg je antwoord uit.

De vetzuurmoleculen bevinden zich op de grens van olie en water, dus rondom elke oliedruppel in het water. De apolaire staarten van de vetzuurmoleculen keren zich af van het water en steken in de oliedruppel. De polaire carboxykoppen van de vetzuurmoleculen worden aangetrokken door het water.

42

Aquaporines

Naar: Voorronde Biologie Olympiade Bovenbouw 2013, vraag 8.

In 1992 werd het membraaneiwit aquaporine-1 (AQP1) ontdekt. Dit eiwit functioneert exclusief als transportkanaal voor watermoleculen. Het AQP1-molecuul ligt ingebed in de dubbellaag van fosfolipiden en het bestaat uit vier sub-eenheden die ieder een apart waterkanaal vormen (zie afbeelding 37).

Een eiwit heeft vier structuren: een primaire, secundaire, tertiaire en een quaternaire structuur. Welke van deze structuren zijn essentieel voor het functioneren van aquaporine-1 (AQP1)?

Alle structuren zijn essentieel voor het functioneren van aquaporine-1 (AQP1). Al deze structuren zorgen voor een bepaalde vorm van de aquaporine. Deze vorm zorgt weer voor de uiteindelijke functie ervan.

Context Duurzame eiwitten

43

- a In de kunstmest die in het onderzoek wordt gebruikt, zitten stikstofverbindingen. Voor de productie van deze kunstmest wordt gebruikgemaakt van fossiele brandstoffen. Hoe zorgt kunstmest voor een hogere CO₂-uitstoot dan stikstofgas?
Het produceren van kunstmest kost veel energie. Voor de productie van kunstmest worden fossiele brandstoffen gebruikt (verbrand), waardoor er veel CO₂ vrijkomt. Dat is bij gebruik van stikstofgas niet het geval.
- b Waarom is het belangrijk dat de gekweekte bacteriestammen eiwitten maken met de goede aminozuursamenstelling?
Je kunt niet zelf alle aminozuren in je lichaam maken. Je moet de essentiële aminozuren met je voedsel binnenkrijgen. Daarom is het belangrijk dat essentiële aminozuren worden aangemaakt door de bacteriestammen, zodat je die via de eiwitten binnenkrijgt.
- c Bij het onderzoek werd een gasmengsel constant door de reactor heen geleid. Wat zou er gebeuren als je dit gasmengsel niet continu toevoert, maar een paar keer per dag?
Als je het gasmengsel niet continu door de reactor heen zou leiden, dan kunnen de bacteriën een tekort krijgen aan stoffen om eiwitten te maken. Ze maken dan minder eiwitten en de resultaten uit het onderzoek zouden een ander beeld geven.
- d Hoeveel procent eiwitten bevatten sojabonen ongeveer? Rond af op een heel getal.
Bacteriën bevatten ongeveer 62% eiwitten en dat is 70% meer ($1,7 \times$ meer) dan sojabonen. $62\% / 1,7 = 36\%$. Sojabonen bevatten dus ongeveer 36% eiwitten.
- e Wetenschappers zijn ook bezig om op eenzelfde manier koolhydraten te produceren. Zijn voor deze productie dezelfde gassen nodig? Leg je antwoord uit.
Er zijn andere gassen nodig om op eenzelfde manier koolhydraten te maken. Koolhydraten bestaan vooral uit koolstof. Er zal dus meer koolstof (in de vorm van CO₂) nodig zijn (en ook nog steeds O₂ en H₂). N₂ is juist niet nodig voor het maken van koolhydraten.

5 Dissimilatie

KENNIS

44

- a Gebruik **BiNaS** tabel 68B.

Wat is bij de glycolyse de netto-opbrengst aan ATP-moleculen per glucosemolecuul?

Er zijn twee moleculen ATP nodig en er worden er vier (2×2) gevormd, dus de netto-opbrengst is twee moleculen ATP per molecuul glucose.

- b Leg uit dat NAD^+ pas na de vorming van fructose-1,6-difosfaat in de glycolyse kan worden gebruikt en niet daarvoor.

NAD^+ is een energiedrager en neemt energie op. Bij de vorming van fructose-1,6-difosfaat is juist energie nodig, die NAD^+ niet kan leveren.

45

Welk verschil in functie bestaat er tussen een NAD^+ -molecuul en een NADP^+ -molecuul?

NADP^+ -moleculen zijn energiedragers bij de fotosynthese. NAD^+ -moleculen fungeren als energiedragers bij de dissimilatie van glucose.

46

Gebruik **BiNaS** tabel 68C.

Bij de vorming van acetyl-CoA en in de citroenzuurcyclus ontstaat koolstofdioxide.

- a Hoeveel koolstofdioxidemoleculen ontstaan er in totaal bij de dissimilatie van één molecuul pyrodruivenzuur?

Bij de vorming van acetyl-CoA en de citroenzuurcyclus ontstaan drie koolstofdioxidemoleculen per molecuul pyrodruivenzuur.

- b Hoeveel watermoleculen worden er netto opgenomen in één cyclus?

In één cyclus worden drie watermoleculen opgenomen (er worden er vier opgenomen en één afgestaan).

47

- a Gebruik **BiNaS** tabel 68E.

Bij welke stoffen speelt glycolyse een rol in de dissimilatie?

Glycolyse speelt bij koolhydraten en vetten een rol in de dissimilatie.

- b Gebruik **BiNaS** tabel 67G.

Welk vetzuur levert per gram meer ATP op bij aerobe dissimilatie: linolzuur of arachidonzuur?

Arachidonzuur levert meer ATP op bij aerobe dissimilatie. Dit vetzuur bevat twee dubbele C=C-bindingen meer dan linolzuur. De rest van de bouw is hetzelfde.

48

Gebruik **BiNaS** (tabel 68B en D).

Waarom kunnen organismen die hun energie door gisting verkrijgen, NADH niet op dezelfde manier omzetten in NAD^+ als bij de aerobe dissimilatie?

Organismen die hun energie verkrijgen door gisting, kunnen de waterstofatomen van NADH niet afstaan aan de elektronentransportketen, doordat er geen zuurstof beschikbaar is om aan het einde van die keten waterstofionen te binden.

49

- a Door gisting wordt kool omgezet in zuurkool.
Hoe kun je weten of dit door alcoholgisting of door melkzuurgisting plaatsvindt?
Door te kijken of er koolstofdioxide bij vrijkomt, weet je of deze omzetting door alcoholgisting of melkzuurgisting plaatsvindt. Koolstofdioxide komt alleen vrij bij alcoholgisting. Bij melkzuurgisting is dit niet het geval.
- b Bij het vergisten van voedingsmiddelen wordt vaak extra suiker toegevoegd. Leg uit waarom dat gebeurt.
Rietsuiker en bietsuiker bestaan uit sacharose. Na splitsing levert sacharose glucose en fructose. Door de grotere hoeveelheid glucose vindt er meer gisting plaats.

INZICHT

50

- Bij een experiment wordt glucose gebruikt, waarvan de zuurstofatomen radioactief zijn.
- a In welke stof kun je radioactiviteit aantonen als je glucose gebruikt waarvan de waterstofatomen radioactief zijn? Leg je antwoord uit.
Als je glucose gebruikt waarvan de waterstofatomen radioactief zijn, kun je na aerobe dissimilatie radioactiviteit in water aantonen. De waterstofatomen van de glucosemoleculen komen terecht in de watermoleculen die bij de oxidatieve fosforylering worden gevormd.
- b In welke stof kun je na de aerobe dissimilatie radioactiviteit aantonen? Leg je antwoord uit.
Als je bij een experiment glucose gebruikt waarvan de zuurstofatomen radioactief zijn, kun je na aerobe dissimilatie radioactiviteit in koolstofdioxide aantonen. De zuurstofatomen van de glucosemoleculen komen in de koolstofdioxidemoleculen terecht.

51

- De verbrandingswarmte van 1 mol glucose bedraagt 2816 kJ. Voor de vorming van een mol ATP is (afgerond) 31 kJ nodig. Bij aerobe dissimilatie wordt maximaal 38 mol ATP gevormd (bruto).
- a Bereken hoeveel procent van de energie die bij de aerobe dissimilatie van glucose beschikbaar komt, maximaal in ATP wordt vastgelegd.
Bij de aerobe dissimilatie van 1 mol glucose wordt maximaal 38 mol ATP gevormd. Hiervoor is nodig: $38 \times 31 \text{ kJ} = 1178 \text{ kJ}$. Het percentage in ATP vastgelegde energie is dan: $1178 / 2816 \times 100\% \approx 42\%$. De overige energie komt vrij in de vorm van warmte.
- b Een blikje energiedrank van 300 mL bevat ongeveer 30 g glucose.
Bereken hoeveel gram ATP in je lichaam kan worden gevormd uit een blikje energiedrank. Ga ervan uit dat alle glucose uit de energiedrank in je cellen wordt gebruikt voor de aanmaak van ATP. De massa van 1 mol glucose is 180 g en de massa van 1 mol ATP is 507 g.
In 300 mL energiedrank zit 30 g glucose. Dat is $30 / 180 = 0,167 \text{ mol}$ suiker. Uitgaande van een opbrengst 38 mol ATP per mol glucose, kan hiermee $0,167 \times 38 = 6,33 \text{ mol}$ ATP worden gevormd. Het rendement is 42% (zie vraag a).
De vastgelegde energie is dus $6,33 \times 0,42 = 2,66 \text{ mol ATP} \times 507 \text{ g/mol} \approx 1349 \text{ g ATP}$.

52

Gewone bakkersgist kun je gebruiken om glucose en sacharose te vergisten tot de biobrandstof ethanol. Voor die eenvoudige omzetting zijn in de gistcel zo'n twaalf tot vijftien eiwitten nodig. Door het inbouwen van genen uit een schimmel en een melkzuurbacterie maakten onderzoekers aan de TU Delft gistvarianten die ook monosachariden zoals xylose en arabinose uit restafval kunnen omzetten in ethanol. Een fabriek in Iowa in de Verenigde Staten vervaardigt met deze genetisch gemodificeerde gistvariant jaarlijks tachtig miljoen liter ethanol uit maisafval. Het gebruik van gewone bakkersgist kan leiden tot concurrentie tussen voedsel- en brandstofproductie. Bij gebruik van de genetisch gemodificeerde gist is de geproduceerde brandstof wel volledig duurzaam. Leg dat uit.

Gewone bakkersgist kan alleen glucose of sacharose omzetten uit de maiskolven (die ook worden gebruikt voor dierlijke en menselijke consumptie). De gemodificeerde gist kan maisafval vergisten en dan is er geen concurrentie met de voedselproductie.

53

Vitamine B is een belangrijke voedingsstof. Er bestaan verschillende varianten, waaronder vitamine B3. In beperkte mate kan je lichaam zelf vitamine B3 uit tryptofaan maken. Vitamine B3 heeft een belangrijke rol in de energievoorziening van je lichaam. Als vitamine B3 wordt toegediend, gebeurt dit in de vorm van niacine. Niacine wordt in de dunne darm omgezet in NAD^+ en NADP^+ .

- a Een gebrek aan vitamine B3 komt niet vaak voor. Een tekort aan eiwitten kan wel voor een tekort aan vitamine B3 zorgen. Leg uit hoe dat kan.

Vitamine B3 wordt door het lichaam uit tryptofaan gemaakt. Dat is een essentieel aminozuur dat in eiwitten voorkomt. Bij een gebrek aan eiwitten is er te weinig tryptofaan beschikbaar en kan het lichaam geen tryptofaan maken, waardoor er te weinig vitamine B3 wordt gemaakt.

- b Hoe kan een tekort aan vitamine B3 zorgen voor energietekort? Leg dit duidelijk uit aan de hand van het aerobe dissimilatieproces.

Vitamine B3 heeft een belangrijke rol in de productie van NAD^+ en NADP^+ . Als er geen NAD^+ is, kunnen er geen H^+ -ionen aan NAD^+ binden en ontstaat er geen NADH . Dit zorgt ervoor dat er in de oxidatieve fosforylering minder H^+ -ionen naar het binnenmembraan worden getransporteerd. Hierdoor ontstaat een kleiner concentratieverschil en wordt er minder ATP gevormd door ATP-synthase. Dit zorgt voor minder energie in het lichaam.

54

Arachidinezuur ($\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{COOH}$) is een verzadigd vetzuur dat bestaat uit in totaal 20 C-atomen. Bij de aerobe dissimilatie van vetzuren wordt elk vetzuur gesplitst in C_2 -moleculen die als acetyl-CoA de citroenzuurcyclus binnenkomen.

Bereken hoeveel ATP-moleculen ontstaan bij de dissimilatie van 1 molecuul arachidinezuur.

Een molecuul arachidinezuur kan worden omgezet in $20 / 2 = 10$ C_2 -moleculen die als acetyl-CoA de citroenzuurcyclus ingaan. 10 moleculen acetyl-CoA leveren in de citroenzuurcyclus $10 \times 3 = 30$ NADH , 10 FADH_2 en 10 ATP. 30 NADH leveren $30 \times 3 = 90$ ATP. 10 FADH_2 leveren $10 \times 2 = 20$ ATP. De totale opbrengst van een molecuul arachidinezuur is dus $10 + 90 + 20 = 120$ ATP.

55

Hardlopen en stofwisseling

Naar: Voorronde Biologie Olympiade Bovenbouw 2017, vraag 23.

Usain Bolt liep de 100 meter in Rio in 9,81 seconden. Na ongeveer 8 seconden was de voorraad ATP en creatinefosfaat in zijn beenspieren op. Zijn snelheid bleef daarna erg hoog.

Enkele moleculen zijn: creatine, creatinefosfaat, CO₂, glucose, H₂O, melkzuur en pyrodruivenzuur.

Welke omzetting van de hierboven genoemde moleculen leverde nieuw ATP tijdens de laatste twee seconden van de race?

De omzetting van glucose in pyrodruivenzuur leverde nieuw ATP tijdens de laatste twee seconden van de race. De omzetting hiervan levert twee moleculen ATP op. De omzetting van pyrodruivenzuur in andere stoffen levert geen ATP op.

Context Gezonde darmen

56

- a In de darmflora zitten anaerobe en aerobe bacteriën. Anaerobe bacteriën zijn moeilijker in een laboratorium te kweken. Waarom is dat zo?

Anaerobe bacteriën gaan dood als ze met zuurstof in aanraking komen. In een laboratorium is zuurstof aanwezig en daarom zijn ze alleen in speciale opstellingen zonder zuurstof te kweken.

- b De meeste bacteriën zorgen ervoor dat de pH in de darmen omlaaggaat. Leg uit hoe dit komt.

De meeste bacteriën zijn anaeroob. De bacteriën breken dus anaerobe stoffen af. Hierbij komen zuren vrij (melkzuur, pyrodruivenzuur). Dit zorgt voor een lage pH.

57

Iris heeft eerst biomedische wetenschappen gestudeerd. Er zijn nog andere opleidingen die je kunt volgen voordat je klinische chemie kunt studeren.

- a Zoek op internet nog twee universitaire opleidingen die je kunt volgen voordat je klinisch chemicus wordt.

Bijvoorbeeld: geneeskunde, biochemie, medische biologie of farmacie.

- b Noem minstens twee vaardigheden die je bij biologie leert die je nodig hebt als klinisch chemicus.

Bijvoorbeeld: werken met de microscoop (bloedmonsters, feces en urine onderzoeken), resultaten van onderzoek kunnen uitleggen, samenwerken met anderen.

- c Noem drie verschillende capaciteiten die je nodig hebt als klinisch chemicus.

Bijvoorbeeld: nauwkeurig kunnen werken, onderzoekende houding, nieuwsgierig, goed gegevens kunnen analyseren, goed kunnen communiceren met anderen.

Samenhang Pandabeer overleeft kou door bacteriën

1

Vul in de tabel de volgende begrippen in bij het juiste organisatieniveau.

Kies uit: *Ailuropoda melanoleuca* – bamboe – bamboeblad – boterzuur – *Clostridium butyricum* – darmbacterie – darmen – micro-organismen in darmstelsel panda – muizen – pandabeer – Qinling-gebergte in China – vet.

Organisatieniveau	Begrip
Systeem aarde	
Ecosysteem	micro-organismen in darmstelsel panda, Qinling-gebergte in China
Populatie	<i>Ailuropoda melanoleuca</i> , muizen
Organisme	bamboe, <i>Clostridium butyricum</i> , darmbacterie, pandabeer
Orgaan	bamboeblad, darmen
Cel	
Molecuul	boterzuur, vet

2

Leg uit hoe bacteriën de pandabeer 'helpen kou te overleven'.

Als het koud wordt, moet de pandabeer genoeg vet hebben om te overleven. Bacteriën die van april tot augustus in de darmen zitten, zorgen ervoor dat er in die tijd veel vet wordt opgeslagen. Hierdoor is er in de winter genoeg vet aanwezig (als er minder voedingsstoffen in het voedsel aanwezig zijn) en kan de pandabeer beter tegen de kou door zijn dikke vetlaag.

3

Pandaberen hebben een 'valse duim', een soort zesde vinger aan de poten die ze gebruiken bij het eten. Er zijn fossielen van ongeveer zes miljoen jaar oud gevonden. Die bevatten een vergroot polsbeen. Voor onderzoekers is dat een teken dat de panda ongeveer vanaf die tijd is overgegaan op plantaardig voedsel.

Leg uit hoe de 'valse duim' kan verklaren dat de panda is overgegaan op ander voedsel.

Door de 'valse duim' kunnen panda's veel beter de bamboestengels vastgrijpen en afbreken. Deze 'valse duim' hebben ze nodig om de bamboe te kunnen eten. Met het eten van vlees was dit niet nodig. Het ontstaan van de 'valse duim' geeft dus aan dat de panda is overgegaan op ander voedsel en op welk moment de panda is overgegaan van dierlijk naar plantaardig voedsel.

4

In het bamboescheutseizoen krijgen de pandaberen met hun voedsel meer fosfor binnen.

Hierdoor worden meer fosfolipiden gemaakt. Leg uit hoe dat kan.

Voor het maken van fosfolipiden zijn fosfaatgroepen nodig, die een fosforatoom bevatten. Door meer fosforopname kunnen er dus meer fosfaatgroepen worden gemaakt en meer fosfolipiden.

5

De bacterie *Clostridium butyricum* produceert boterzuur bij het afbreken van voedingsvezels. Boterzuur (of butyraat) komt van nature maar heel weinig voor in voedingsmiddelen, het grootste deel wordt gemaakt in de darmen. Voedingsmiddelen waar boterzuur in voorkomt, zijn bijvoorbeeld bepaalde soorten melk en Parmezaanse kaas.

Is boterzuur een onverzadigd of verzadigd vetzuur? Leg je antwoord uit.

Boterzuur is een verzadigd vetzuur, want het komt voor in dierlijke producten. En veel dierlijke producten bevatten verzadigde vetzuren.

6

Bamboescheuten zijn jonge uitlopers van de bamboeplant. Ze groeien van april tot augustus en bevatten meer voedingsstoffen dan de bamboebladeren die er vervolgens aangroeien en die de panda de rest van het jaar eet.

Leg uit waarom de bamboescheuten meer voedingsstoffen bevatten dan de bamboebladeren.

De bamboescheuten groeien in het voorjaar en de zomer. De plant maakt dan veel nieuwe stoffen aan, waardoor de plant nieuw blad kan aanmaken en groeit. De scheuten bevatten dan veel voedingsstoffen. De rest van het jaar is er minder groei en worden minder voedingsstoffen aangemaakt. De bladeren bevatten dan minder voedingsstoffen.

7

De pandabeer wordt met uitsterven bedreigd. Dit komt onder andere door stropers die panda's doden. Een andere reden is dat de mens de bamboebossen heeft versnipperd in kleine gebieden door het bouwen van bijvoorbeeld wegen en dammen.

Leg uit hoe dit kan zorgen voor uitsterven van de panda's.

Door het bouwen van bijvoorbeeld wegen of dammen liggen de verschillende bamboebossen los van elkaar. De pandaberen kunnen zo niet van het ene naar het andere bos trekken om aan voedsel te komen. Hierdoor hebben ze niet genoeg voedsel en overleven ze niet altijd, ondanks dat er in Azië genoeg bamboe groeit.

Practica

De intensiteit van de basale stofwisseling bepalen

1

Welke conclusie kun je trekken uit de vergelijking van de hypothese met de resultaten?

De basale stofwisseling bij een meisje is lager dan bij een jongen. Dit ondersteunt de hypothese / hierdoor wordt de hypothese verworpen.

2

Op welke manieren kun je het resultaat van de bepaling betrouwbaarder maken? Noem er twee.

- Bij meerdere meisjes en jongens (twee groepen) de intensiteit van de basale stofwisseling bepalen.
- Bij beide groepen vaker, op verschillende momenten de basale stofwisseling bepalen.

Waterstofperoxide en katalase

1

Wat is de conclusie van je onderzoek?

Katalase zorgt voor een snellere omzetting van waterstofperoxide in water en zuurstof. Dit ondersteunt de hypothese / hierdoor wordt de hypothese verworpen.

2

Waarom kun je zien dat waterstofperoxide onder invloed van de stukjes aardappel wordt gesplitst in water en zuurstof?

In de erlenmeyer met waterstofperoxide en stukjes aardappel ontstaat schuim, in de erlenmeyer met waterstofperoxide en water niet.

In de ruimte boven in de erlenmeyer met schuim toon je zuurstof aan doordat een gloeiende houtspaander oplicht en soms zelfs weer met een vlam gaat branden.

De invloed van de pH op de activiteit van katalase

1

Wordt de hypothese bevestigd, verworpen of kun je geen conclusie trekken?

Bij een valide onderzoek en betrouwbare resultaten: katalase werkt het best bij pH 7. Dit ondersteunt de hypothese / hierdoor wordt de hypothese verworpen.

2

Leg het verband uit tussen de activiteit van katalase en de verschillende pH-waarden.

Katalase is het meest actief bij een pH-waarde van ongeveer 7. Als de pH lager of hoger is, vervormt het actieve centrum van het enzym. Er kan geen substraat-enzymcomplex meer worden gevormd.

3

Op welke onderdelen is de proef anders verlopen dan gepland?

Eigen antwoord.

4

Hoe zou je de validiteit en de betrouwbaarheid van je onderzoek (nog verder) kunnen verbeteren?

Validiteit verbeteren:

- Bijvoorbeeld: kleinere aardappelblokjes snijden, goed mengen en vervolgens gelijke hoeveelheden afwegen en in de erlenmeyers doen.
- Erlenmeyers met langere smalle halzen gebruiken, zodat verschillen tussen de behandelingen goed zichtbaar worden.

Betrouwbaarheid verbeteren:

- De behandelingen met een groter aantal herhalingen uitvoeren.

De vorming van zetmeel in een blad

1

Hoe ziet het blad eruit na de behandeling? Maak een tekening van het blad.

Bij je tekening van het gedeeltelijk afgedekte blad moet staan: blad van een plant die 24 uur in het licht heeft gestaan. In de tekening moet je de afgedekte delen hebben aangegeven.

Bij je tekening van het blad na de behandeling moet staan: hetzelfde blad na ontkleuring en behandeling met joodoplossing. In de tekening moet je de volgende delen hebben aangegeven:

- blauwzwart deel
- niet-verkleurd deel

De belichte delen kleuren met jodium blauwzwart. De onbelichte delen blijven geel.

2

Vergelijk de delen van het blad die wel en niet zijn belicht.

Welke conclusie kun je trekken?

Alleen in de belichte delen is zetmeel ontstaan. Dit ondersteunt de hypothese / hierdoor wordt de hypothese verworpen.

Pigmenten in bladeren

1

Gebruik **BiNaS** tabel 73.

Welke conclusie kun je uit deze proef trekken?

Het bladgroen bevat chlorofyl a en chlorofyl b. Dit ondersteunt de hypothese / hierdoor wordt de hypothese verworpen.

Zuurstofverbruik door erwten

1

Welke conclusie kun je uit deze proef trekken?

Droge erwten verbruiken minder zuurstof dan geweekte erwten. Dit ondersteunt de hypothese / hierdoor wordt de hypothese verworpen.

Examenopgaven

Yoghurt zonder klonten

1

Verklaar deze hogere enzymactiviteit van *S. thermophilus* op moleculair niveau.

Voorbeelden van een juist antwoord:

- Dankzij de endopeptidasen zijn er meer uiteinden van peptideketens voor de exopeptidasen.
- Er ontstaan sneller uiteinden van peptideketens.
- *L. bulgaricus* creëert substraat voor *S. thermophilus*.

Bruin vet

2

Leg uit, aan de hand van twee typische kenmerken van de bruine vetcel (afbeelding 1), hoe deze is aangepast aan de beschreven functie.

De bruine vetcel bezit:

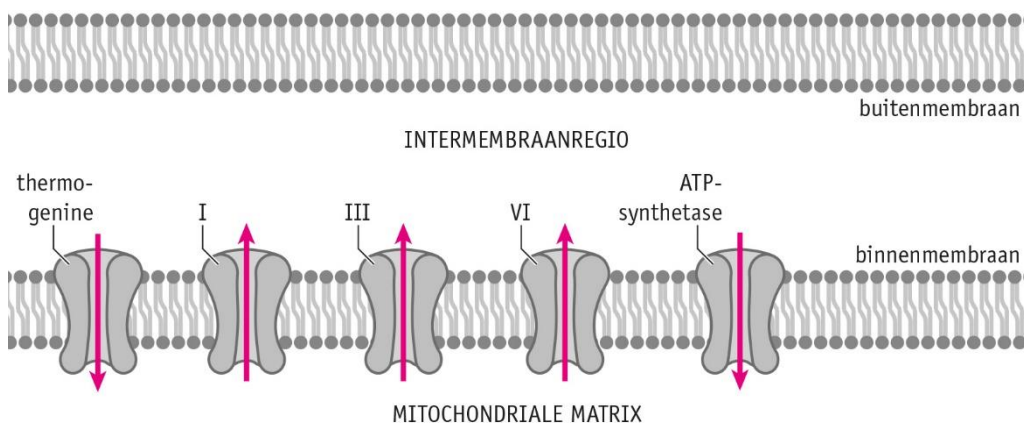
- meer / veel mitochondria: daardoor kan snelle / meer verbranding plaatsvinden (en daardoor is er een grotere warmteproductie) 1p
- meerdere kleine vetdruppels: door een groter oppervlak is de brandstof / is het vet snel beschikbaar (voor verbranding) 1p

Opmerking: als alleen de twee typische kenmerken van de bruine vetcel worden genoemd, wordt 1 scorepunt toegekend.

3

Geef met vijf pijlen aan in welke richting de protonenstromen zich dan door de vijf eiwitcomplexen verplaatsen.

Zie onderstaande afbeelding.



Naar de intermembraanregio: I, III en IV.

Naar de mitochondriale matrix: thermogenine en ATP-synthase.

- Voor drie pijlen door I, III en IV in de richting van de intermembraanregio 1p
- Voor twee pijlen door thermogenine en door ATP-synthetase in de richting van de matrix 1p

Opmerking: voor een schema met alle pijlen de verkeerde kant op (verwisseling intermembraanregio met mitochondriale matrix), wordt 1 scorepunt toegekend.

Zeegrasherstel in de Waddenzee

4

Welke van deze processen vinden in de zuurstofloze situatie in de wortelcellen plaats? Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende proces dan *wel of niet* plaatsvindt.

- 1 niet
- 2 wel
- 3 wel
- 4 wel

Indien vier nummers correct 2p

Indien drie nummers correct 1p

Indien minder dan drie nummers correct 0p

Lachgas, geen onschuldige partydrug

5

Welke bloedwaarden van methylmalonzuur en homocysteïne wijzen op een tekort aan functioneel vitamine B12?

A

Vitamine B12 zet zowel methylmalonzuur als homocysteïne om. Als er een tekort is aan functioneel vitamine B12, zullen deze stoffen dus verhoogd aanwezig zijn.

Blaasontsteking

6

Leg dit uit aan de hand van een gegeven in afbeelding 5.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- de anaerobe transportketen minder protonen / H^+ over het membraan pompt dan de aerobe keten 1p
- er daardoor minder synthese van ATP kan plaatsvinden 1p