

Samenvatting Biologie

H12, H13, H16 & H17

12 Stofwisseling

12.1 Organische en anorganische stoffen

Levende wezens bestaan voor een groot gedeelte uit water (anorganisch) en de rest bestaat uit organische stoffen die zijn opgebouwd uit organische en anorganische structuren. **Organische stoffen**, bestaan uit grote energierijke moleculen, komen alleen in levendige dingen voor, bevatten altijd C en H, en kans op O N S P atomen. **Anorganische stoffen**, bestaan uit kleine moleculen, komen voor in levende en niet levende dingen. Organische stoffen bestaan uit koolstofketen, de vier belangrijkste groepen zijn, koolhydraten, vetten, eiwitten en nucleïnezuur. **Polymeren** zijn opeenvolgende reeksen van repeterende van koolstofketen.

Koolhydraten, bestaande uit koolstof, waterstof en zuurstof, zijn opgebouwd uit ringvormige moleculen. Als ze uit één ring bestaan spreek je van **monosacharide**. Als twee ketens aan elkaar gekoppeld zijn spreek je van **disacharide**, als meerdere zijn gekoppeld spreek je van **polysacharide**. Het aaneenrijgen van monomeren gebeurt doormiddel van hydrolyse reacties, waarbij het water molecuul wordt gesplitst in een OH⁻ groep en een H⁺ groep. Als doormiddel van water monomeren aan elkaar worden gekoppeld heet het condensatie, hierbij komt dan water vrij, bij hydrolyse wordt er juist water gebruikt om de binding te slopen.

Lipiden zijn vetten en vetachtige stoffen, drie soorten stoffen vallen hieronder: vetten (reserve stof), fosfolipiden (bouwstof) en steroiden (bestandsdeel celmembranen). Een **vet** bestaat uit 1 glycerolmolecuul en daaraan 3 vetzuurmoleculen gekoppeld. De vorming van vetten gebeurt door het afsplitsen van water, oftewel een condensatiereactie. Bij **fosfolipiden**, is een van de 3 vetzuurmoleculen vervangen door een fosforzuur. **Eiwitten**, verschillen van koolhydraten en vetten omdat ze in oneindige vormen kunnen voorkomen. Eiwitten worden gebruikt als bouwstof, enzym, als transporteiwit, als signalering, herkenningsmoleculen, antistoffen, ze regelen het colloïd osmotische waarde van het bloed en ze transporteren verschillende stoffen in het bloed.

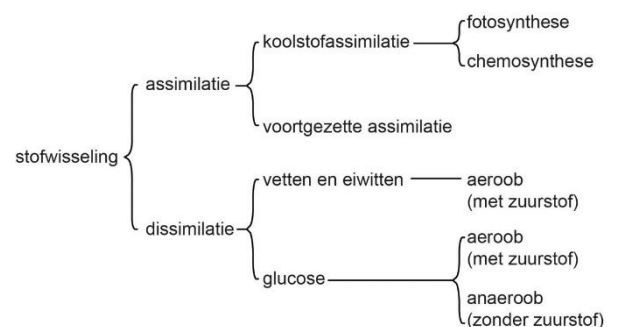
12.2 Stofwisselingsprocessen

Autotrofe organismen kunnen zichzelf voeden, via **C-assimilatie**, wat leidt tot de vorming van glucose. **heterotrofe** organismen hebben andere organismen nodig om te overleven, zij zijn niet in staat tot koolstof-assimilatie en zijn voor hun organische stoffen dus afhankelijk van hun voeding.

Stofwisseling, oftewel **metabolisme**, is de verzamelnaam voor alle chemische omzettingen die plaatsvinden in een levend organismen. Er zijn 2 groepen te onderscheiden, de **opbouwstofwisseling** (dit kost energie (endotherme) en er worden grote moleculen opgebouwd) en **afbraakstofwisseling** (dit levert energie op (exotherme) en breekt grote moleculen af). Opbouwen noemen we ook wel **assimilatie** en afbraak ook wel **dissimilatie**.

Bij deze processen zijn ook andere stoffen van belang, zoals:

- **Eiwitten**: in levende wezens zijn de situaties niet altijd ideaal voor stofwisseling, enzymen zorgen ervoor dat reacties soepeler en makkelijker kunnen plaatsvinden.
- **ATP**: ATP verplaatst energie door het lichaam heen, bij dissimilatie waar energie vrijkomt, gebeurt daarom ook voornamelijk in de mitochondriën. ATP zorgt ervoor dat beide stofwisselingsprocessen kunnen plaatsvinden, als er ergens dissimilatie plaatsvindt, kan er met die energie ergens anders weer assimilatie plaatsvinden.
- **Waterstofacceptoren**: Bij een groot deel van de stofwisselingsprocessen wordt een H⁺ overgedragen, het deeltje dat dit opvangt, heet een waterstofacceptor, tegelijk worden ook elektronen overgedragen, daarom wordt dat opvang deeltje ook wel een oxidator genoemd.
- **ATP-synthese**: ATP-vorming gebeurt via ATP-synthase in de membranen van mitochondria en chloroplasten. Dit enzym laat H⁺-ionen door, die een protonengradiënt creëren. NADH-dehydrogenase splitst H⁺-ionen af van NADH, H⁺, wat bijdraagt aan deze gradiënt. De gradiënt levert de energie voor ATP-productie.



12.3 Koolstofassimilatie

Koolstofassimilatie is de vastlegging van energie in glucose uit de vorming van koolstof met water ($C_6H_{12}O_6$). Fotosynthese is het proces waarbij zonlicht wordt omgezet in glucose, vooral groene planten zijn in staat tot fotosynthese met de bladgroenkorrels (kleurstof : chlorofyl). Fotosynthese bestaat op zijn beurt weer uit twee soorten, de lichtreactie en de donkerreactie.

Bij de **lichtreactie** worden chloroplasten aangeslagen door fotonen, waardoor elektronen worden afgestaan, waardoor een waterstofion vrijkomt, die uiteindelijk wordt opgenomen in een ATP molecuul. De lichtreactie eindigt als het elektron met twee andere waterstofionen wordt gebonden aan elektronendragers, $NADP^+$, waardoor $NADPH, H^+$ ontstaat. Hierbij komt ook zuurstof (O_2) vrij.

Bij de **donkerreactie** is licht voor de reactie niet essentieel, maar zonder licht vindt de donkerreactie niet plaats. De planten verbruiken namelijk de reactieproducten van de lichtreactie. Doormiddel van de H^+ ionen die nog 'over' zijn van de lichtreactie wordt samen met CO_2 glucose gemaakt, waarna de energiedrager $NADP^+$ weer wordt gerecycled voor de lichtreactie. Dit wordt ook wel de Calvin cyclus genoemd, cyclus omdat de begin en eind stoffen hetzelfde zijn.

Chemosynthese, organismen die niet in staat zijn tot fotosynthese, halen hun voedingsstoffen (glucose onder andere) uit oxidatiereacties. Waarbij anorganische stoffen worden omgezet in andere anorganische stoffen, waarmee ATP wordt gevormd. Deze ATP wordt dan weer gebruikt om glucose te kunnen vormen uit CO_2 . De ATP levert de energie om uit CO_2 en water glucose te maken.

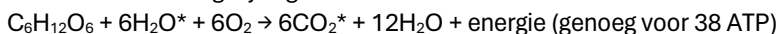
Alle organismen maken gebruik van voortgezette assimilatie, dit is het opbouwproces waarbij grotere moleculen worden opgebouwd uit verschillende kleinere moleculen, de energie voor dit proces wordt uit dissimilatie gehaald. Bij autotrofe dieren gaat de voortgezette assimilatie altijd door op glucose als basis, bij heterotrofe dieren worden de basis elementen uit hun voedsel gehaald.

12.4 Dissimilatie

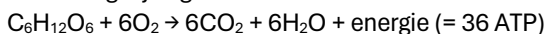
Dissimilatie is het proces van afbraak van grotere moleculen in kleinere, waarbij de vrijgekomen energie wordt omgezet in ATP moleculen. Tijdens groei is de assimilatie groter dan dissimilatie. Bij organismen met celkern, maar zonder mitochondriën (eukaryote) wordt dissimilatie uitgevoerd in combinatie met zuurstof (**aeroob**), zonder zuurstof kan het ook, **anaeroob**, maar dit levert minder energie op en is daarom een laatste mogelijkheid voor organismen.

Met aerobe dissimilatie wordt dus verbranding bedoelt, een organische stof gaat oxideren. Dit vindt zowel plaats bij autotrofe als bij heterotrofe organismen en is bedoelt om levensprocessen te kunnen laten plaatsvinden.

De bruto reactievergelijking van de aerobe dissimilatie:



Netto vergelijking van de aerobe dissimilatie:



Stap 1

De glycolyse, vindt plaats in het cytoplasma. Tijdens deze stap wordt glucose afgebroken tot twee moleculen pyrodruivenzuur, waarbij 2 ATP-moleculen worden geproduceerd en 2 $NADH, H^+$ moleculen worden gegenereerd. Belangrijk is dat geen zuurstof nodig is voor dit proces, waardoor het ook bij anaerobe dissimilatie kan plaatsvinden.

Stap 2

De citroenzuurcyclus of Krebscyclus, volgt op de glycolyse. Pyrodruivenzuur gaat het mitochondrion binnen waar het wordt afgebroken tot azijnzuur en CO_2 . Azijnzuur wordt gekoppeld aan co-enzym A en gaat de citroenzuurcyclus in. Hierbij wordt 1 ATP gevormd en ontstaan ook $NADH, H^+$ en $FADH, H^+$ als waterstofacceptoren.

Stap 3

De oxidatieve fosforylering of ademhalingsketen, vindt plaats op de binnenmembranen van mitochondriën. Hier wordt waterstof van $NADH, H^+$ en $FADH, H^+$ overgedragen op zuurstof, de laatste waterstofacceptor in de keten. De energie die vrijkomt bij de binding van waterstof en zuurstof tot water wordt stapsgewijs vrijgegeven en opgenomen door ATP.

Brandstoffen zijn stoffen die worden gebruikt om energie te verkrijgen, hiervoor worden meer stoffen gebruikt dan alleen glucose, zo ook aminozuren, vetten en koolhydraten. Het **respiratoir quotiënt (RQ)** is een waarde die de verhouding tussen afgestane koolstofdioxide (CO₂) en opgenomen zuurstof (O₂) weergeeft tijdens dissimilatieprocessen. Elke brandstof (koolhydraat, vet of eiwit) heeft een eigen RQ-waarde. Hoe lager de RQ-waarde, des te hoger de energetische waarde van de brandstof.

Bij de dissimilatie van glucose is de RQ gelijk aan 1,0 : $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$; dus $RQ = 6/6 = 1,0$.

Bij de dissimilatie van vetten is de RQ gelijk aan 0,7: $2 C_{55}H_{106}O_6$ (dierlijk vet) + $157 O_2 \rightarrow 110 CO_2 + 106 H_2O$; dus $RQ = 110/157 = 0,7$. Daarnaast zijn er **anaerobe dissimilatieprocessen** waarbij geen zuurstof aanwezig is. Organismen kunnen dan overgaan op gisting (bij koolhydraten) of rotting (bij eiwitten), afhankelijk van de omstandigheden.

12.5 Assimilatie en dissimilatie in groene planten

In groene planten vindt zoals assimilatie als dissimilatie plaats, het laatste gebeurd dag en nacht. Assimilatie kan alleen plaatsvinden in de weefsels en cellen als er licht is, voor fotosynthese en daarmee de productie van glucose. 's Nachts lijkt de gaswisseling van een plant dus op een heterotrofe organisme, zuurstof wordt opgenomen en CO₂ afgegeven. Overdag zal het zuurstof afgeven en juist CO₂ opnemen. Een **beperkende factor** is de factor die de snelheid van het proces bepaalt. Deze staat altijd op de horizontale as, en is pas beperkend als de resultaten in een grafiek een rechte lijn vormen.

13 Eiwitten, de werktuigen van het leven

13.2 De functies van eiwitten

Eiwitten spelen in de meeste levensprocessen een belangrijke rol, door de wijde variatie aan vormen kunnen eiwitten veel verschillende functies hebben, enkele belangrijke functies staan hieronder vermeldt:

Celniveau

De opbouw van cellen (organellen bestaan voornamelijk uit eiwitten), het transport van stoffen door het celmembraan (transporteiwitten) en het opvangen van signalen door de cel (receptoreiwitten, de stof die gebonden is aan het eiwit zorgt voor een reactie binnen in de cel)

Orgaanniveau

De opbouw van weefsels en organen, eiwitten vormen een belangrijk bestandsdeel van organen en weefsels. Dieren, zoals spinnen en insecten, gebruiken eiwitten om cocons en webben van te maken. Ook maken dieren er hun schild van (kreeften, krabben en garnalen), net zoals veren en nagels of de schubben van vissen.

Systeemniveau

Zenuwstelsels bestaat uit eiwitten (transmitters in de zenuwen), spierwerking (de eiwitten zorgen voor beweging), stoffentransport (Hemoglobine (zuurstoftransport)), afweer (antistoffen zijn eiwitten), enzymwerking (eiwitten maken het mogelijk dat veel reacties plaats kunnen vinden), hormoon werking (hormonen zijn vaak eiwitten) en bloedstolling (plasma-eiwitten zorgen voor stolling) berusten allemaal op eiwitten.

13.3 Aminozuren

Alle eiwitten hebben dezelfde basis als bouwplan, ze bestaan namelijk uit aminozuren, waarvan er 20 zijn. Aminozuren hebben 3 overeenkomsten, ze hebben een hoofdketen (20 verschillende) en twee zijgroepen die aan de hoofdketen gebonden zijn, een -COOH groep en 1 -NH₂ groep. Elk aminozuur heeft een kenmerkende restgroep, dat per aminozuur enorm kan verschillen in grote en complexiteit, een simpel H-atoom bij glycine en een ringstructuur bij tryptofaan. Alle organismen zijn opgebouwd uit deze 20 aminozuren, een sterk argument dat alle organismen afkomstig zijn van één oersoort. Een HN-C=O binding wordt ook wel een **peptide** binding genoemd.

13.4 De ruimtelijke vorm van eiwitten

Nadat een eiwit is gevormd, vouwt het zichzelf naar zijn kenmerkende vorm, door onderlinge chemische bindingen wordt dit een sterke structuur. Als je dit pakketje gaat ontrafelen kom je 4 verschillende niveaus tegen:

Primaire structuur: Deze structuur wordt bepaald door de aminozuurvolgorde, deze volgorde is vast gelegd in de genetische informatie in de chromosomen. Bij eiwitsynthese, wordt elk aminozuur heel precies op zijn correcte plek in de keten gezet. Als er een fout wordt gemaakt bij het plaatsen kunnen er ziektes ontstaan, zoals sikkelcelanemie.

Secundaire structuur: De lange ketens van de strengen kunnen in meerdere spiralen ingebonden zitten, door de onderlinge waterstofbruggen tussen zuur- en aminogroepen. Deze vorm, ingekapseld door waterstofbruggen, noemen we ook wel de **secundaire structuur**.

Tertiaire structuur: Waterstofatomen van aminogroepen en zuurstofatomen van carboxylgroepen kunnen waterstofbruggen vormen. Cysteïne, met zijn -S-H-groep, vormt zwavelbruggen (-S-S-) met andere cysteïnemoleculen, waardoor de eiwitketen op meerdere plaatsen wordt opgevouwen. Deze waterstof- en zwavelbruggen leiden tot de tertiaire structuur, die de ruimtelijke ligging van aminozuren bepaalt en de binding van eiwitten aan andere stoffen mogelijk maakt, zoals bij enzymen. Hydrofiele groepen bevinden zich meestal aan de buitenkant van de eiwitstructuur, terwijl hydrofobe groepen zich binnenin bevinden.

Quaternaire structuur: Sommige eiwitten bestaan uit twee of meer polypeptideketens, die samen een functioneel **macromolecuul** vormen. Als dat het geval is, heeft het eiwit ook nog een quaternaire structuur.

13.5 Eiwitsynthese: transcriptie en translatie

Eiwitsynthese begint met transcriptie, waarbij DNA wordt gekopieerd naar mRNA, dat de genetische informatie buiten de celkern brengt. Vervolgens wordt het mRNA gelezen door ribosomen in het cytoplasma tijdens translatie, waarbij aminozuren worden samengevoegd tot een eiwit. Ribosomen ontvangen aminozuren van tRNA-moleculen. Deze processen zijn fundamenteel gelijk in alle organismen, hoewel er variaties zijn zoals bij bacteriën, waar transcriptie en translatie gelijktijdig kunnen plaatsvinden. Zelfs DNA van verschillende organismen kan in elkaar worden geplaatst en correct worden afgelezen, wat aantoont dat de principes van eiwitsynthese universeel zijn.

13.6 Genregulatie

Genregulatie is essentieel voor het beheersen van enzymproductie en het voorkomen van ontsporing van vitale stofwisselingsprocessen binnen cellen. Dit complexe proces wordt gereguleerd door specifieke eiwitten, zoals repressors, die binden aan specifieke DNA-sequenties genaamd operators, gelegen tussen de promotor en het structuurgen. Door zich aan de operator te hechten, voorkomen repressors de transcriptie van het bijbehorende gen, wat resulteert in de onderdrukking van eiwitsynthese. In gevallen waarin er een tekort aan een specifiek enzym is, worden repressors geïnactiveerd door activators, die vaak substraatmoleculen zijn. Dit zorgt ervoor dat de transcriptie wordt gestimuleerd en de productie van het benodigde enzym wordt bevorderd.

In eukaryote cellen is genregulatie een ingewikkeld proces dat wordt gemedieerd door transcriptiefactoren, eiwitten die transcriptie beïnvloeden door te binden aan specifieke DNA-sequenties. Deze transcriptiefactoren kunnen de transcriptie activeren of onderdrukken, afhankelijk van de cel- en omgevingscontext. Bijvoorbeeld, in tumorcellen kan genregulatie ontspoord raken, wat leidt tot abnormale celgroei en kankerontwikkeling. Hoewel prokaryoten eenvoudigere systemen hebben voor genregulatie, spelen ook hier regeleiwitten een cruciale rol bij het controleren van genexpressie.

Epigenetica vormt een ander facet van genregulatie en omvat mechanismen die niet de DNA-sequentie zelf veranderen, maar wel de manier waarop genen tot expressie worden gebracht. Histoneiwitten, die DNA om zich heen wikkelen in de celkern, spelen hierbij een belangrijke rol. Modificaties van histonen, zoals acetylering en methylering, kunnen de structuur van chromatine veranderen, waardoor genen toegankelijk worden (geactiveerd) of juist ontoegankelijk (geremd) voor transcriptie. Deze epigenetische veranderingen zijn van cruciaal belang voor het reguleren van genexpressie tijdens ontwikkeling, differentiatie en respons op omgevingsinvloeden..

13.7 Niet-coderend DNA

Ongeveer 98% van het DNA codeert niet voor eiwitsynthese, het gaat hier vooral om genen die door evolutie 'uit' zijn gezet. Dit DNA wordt ook wel **niet-coderend DNA** genoemd, door het niet-coderend DNA zijn organismen anders van elkaar, zo hebben muizen en mensen 99% van de genen van de muis ook heeft, zelfs die voor het staartje. Een deel van het niet-coderend DNA is dus ook belangrijk in de vroege ontwikkelingsfasen van embryo's, door genexpressie. De coderende delen van het DNA zijn **exons**, de niet coderende delen zijn **introns**.

13.8 Enzymen

Reacties verlopen alleen in gunstige omstandigheden, om reacties gemakkelijker te laten verlopen kan er gebruikt worden gemaakt van enzymen. Enzymen versnellen de reactie zonder zelf opgebruikt te worden, ze zijn reactie specifiek (substraat specifiek) en reageren / helpen dus één reactie, dit doen ze door de activeringsenergie te verlagen. Als een substraat koppelt aan een enzym ontstaat het enzym-substraat-complex. Het enzym breekt het substraat in 2 stukken waarna alle drie de deeltjes weer verder gaan. Enzymen werken ongelooflijk snel, amylase zet in 1 seconde 10.000 zetmeelmoleculen om. Eiwitten (enzymen) zijn enorm gevoelig voor temperatuur en pH, ze hebben een optimumkromme, voor die bij de mens ligt dat punt ongeveer op 37 graden, lichaamstemperatuur. Als de omstandigheden dusdanig afwijken van het optimum, veranderen de eiwitten van vorm, ze zijn dan gedatureerd. Hiermee verliezen ze ook hun functie, want ze 'passen' dan niet meer op hun substraat.

Enzymremmers zijn enzymen die veel lijken op het echte enzym, waardoor ze binden aan het enzym. Hierdoor wordt de reactie vertraagt, omdat het enzym niet meer kan binden aan het substraat. Dit wordt **inhibitie** genoemd, dit kan zeer gevaarlijk zijn als het essentiële omzettingsreacties remt. **Competitieve inhibitie**, dit remt de 'negatieve' reacties, zoals enzymen in bacteriën waardoor infecties worden vertraagt. Als door een gifstof een enzym minder goed werkt, dan heet dat **niet-competitieve inhibitie**. Veel enzymen hebben een co-enzym nodig om te werken, vaak zijn dit organische bouwstoffen, zoals vitamines en ionen (zink, koper, ijzer etc.)

13.9 Structuureiwitten

De stevigheid van het menselijk lichaam is te danken aan structuureiwitten, zoals **collageen**. De helft van de eiwitten in het menselijk lichaam is collageen, pezen en banden bestaan er vrij wel geheel uit. Bindweefsels bevat ook een elastisch eiwit, wat er voor zorgt dat er enig rek in de organen en weefsels zit, **elastine**. Haren, veren, nagels en de opperhuid bestaat uit keratine, dit is een stevig eiwit wat als primaire functie heeft, het beschermen van het organisme. Ondanks dat deze materialen ook uit de 20 aminozuren bestaan, kan het menselijk lichaam ze niet verteren, er bestaan namelijk geen enzymen voor.

Spinnenwebben bestaan uit zijden eiwitdraden die extreem elastisch en sterk zijn, vergelijkbaar met staal of kevlar. Het eiwit wordt vloeibaar geproduceerd en verhardt zodra het in contact komt met lucht, waardoor het draad wordt. Spinrag wordt gebruikt door spinnen voor verschillende doeleinden, zoals voedselverpakking, communicatie en transport. De elasticiteit en sterkte van spinrag maken het geschikt voor toepassingen zoals kogelvrije vesten en parachutesnoeren, maar de productie ervan op grote schaal is een uitdaging. Onderzoekers onderzoeken methoden zoals het gebruik van genetisch gemodificeerde geiten om het spinrag-eiwit te produceren, wat kan leiden tot biologisch afbreekbaar "biostaal" dat mogelijk kunststoffen kan vervangen.

13.10 Biotechnologie

Biotechnologie omvat het gebruik van organismen voor het produceren van specifieke stoffen, met onderscheid tussen klassieke biotechnologie en recombinant-DNA-technologie. Klassieke biotechnologie maakt gebruik van natuurlijke organismen voor processen zoals alcoholische en melkzuurgisting. De ontwikkeling van de recombinant-DNA-technologie heeft geleid tot de productie van diverse stoffen door het inbouwen van genen van het ene organisme in het genoom van een ander organisme. Dit proces heeft geleid tot belangrijke toepassingen, zoals de productie van insuline door bacteriën, waarbij menselijke insulinegenen worden ingebouwd. Ook zijn er genen ingebouwd in gewassen zoals maïs om ze resistent te maken tegen plagen.

Het proces van genetische manipulatie en genen inbouwen werd mogelijk gemaakt door de ontdekking van restrictie-enzymen, die DNA-moleculen op specifieke locaties in stukken kunnen knippen. Deze enzymen worden ook wel knipenzymen genoemd en zijn essentieel voor het maken van recombinant-DNA. De geknipte DNA-fragmenten worden vervolgens aan elkaar geplakt met behulp van plakenzymen, resulterend in recombinant-DNA dat bestaat uit DNA uit verschillende bronnen.

16 Voeding en vertering

16.1 Een korte geschiedenis van ons voedsel

De evolutie van ons voedsel begon met aapachtigen die voornamelijk plantaardig voedsel aten, zoals vruchten en bladeren. Mensen begonnen geleidelijk aan dierlijk voedsel toe te voegen, wat hielp bij de ontwikkeling van hun intelligentie. Ongeveer tienduizend jaar geleden begonnen mensen met landbouw en veeteelt om een stabiele voedselvoorziening te verzekeren. Ze selecteerden planten en dieren met een hoge opbrengst, wat resulteerde in de domesticatie van belangrijke gewassen en huisdieren. Door de geschiedenis heen hebben mensen een gevarieerd dieet ontwikkeld, bestaande uit granen, peulvruchten, vruchten, groenten en vlees. Moderne voedingswetenschap heeft ons begrip van voeding verder verfijnd, inclusief de ontdekking van vitamines en hun rol in onze stofwisseling.

16.2 Voedingsstoffen

Alles wat je nuttigt op een dag, zijn **voedingsmiddelen**. In je voeding zitten 6 verschillende typen, koolhydraten, vetten, eiwitten, water, mineralen en vitamines, alle 6 zijn essentieel. De belangrijkste voedingsmiddelen voor je energiebeheer zijn koolhydraten en vetten (zij dienen als **brandstof**), Eiwitten, water en mineralen zijn de **bouwstoffen**, vitamines helpen bij diverse stofwisselingsprocessen. De voedingsmiddelen afkomstig van planten zijn **voedingsvezels** en helpen bij de stoelgang.

voedingsstoffen	functie
koolhydraten (= suikers)	brandstoffen, in mindere mate bouwstoffen
vetten	brandstoffen en bouwstoffen
eiwitten	bouwstoffen, in noodgevallen brandstof
mineralen (= zouten)	bouwstoffen (zoals voor het skelet)
vitamines	hulpstoffen (werkzaam bij stofwisselingsprocessen)
water	bouwstof, oplosmiddel, steun- en vulmiddel, warmtebuffer, transportmedium

Reservestoffen zijn voedingsmiddelen die in overmaat zijn binnengekomen en worden opgeslagen voor later, voornamelijk vetten en glycogeen.

Koolhydraten:

Koolhydraten vormen het grootste deel van ons voedsel en zijn onderverdeeld in monosachariden, disachariden en polysachariden. Monosachariden en disachariden zijn oplosbaar en zoet van smaak, terwijl polysachariden onoplosbaar zijn en niet zoet smaken. Zetmeel is een belangrijke polysacharide die voorkomt in voedingsmiddelen zoals aardappelen, rijst en granen. Cellulose is een andere polysacharide die voorkomt in plantaardig voedsel en essentieel is voor een goede darmwerking.

Vetten

Vetten behoren tot de lipiden en zijn opgebouwd uit glycerol en vetzuren. Verzadigde vetzuren hebben het maximale aantal waterstofatomen en spelen vooral een rol als reservebrandstof, terwijl onverzadigde vetzuren dubbele bindingen bevatten en vaak een structurele rol spelen, zoals in celmembranen. Plantaardige voedingsmiddelen en vis bevatten veel onverzadigde vetzuren, terwijl dierlijke vetten voornamelijk verzadigde vetzuren bevatten.

Eiwitten

Eiwitten, ook wel proteïnen genoemd, zijn belangrijk als bouwstof. Ze worden in het spijsverteringskanaal afgebroken tot aminozuren, waarvan sommige essentieel zijn en via voeding moeten worden verkregen. Dierlijk voedsel bevat vaak een ideale combinatie van essentiële aminozuren, terwijl plantaardige voedingsmiddelen ook alle essentiële aminozuren bevatten maar in andere verhoudingen. Eiwitten zijn essentieel voor de opbouw van weefsels en het goed functioneren van het lichaam.

Water

Water is essentieel voor het in stand houden van de vochtbalans in het lichaam. Het verlies van vocht wordt voornamelijk aangevuld door drinken en eten. Water speelt een belangrijke rol bij verschillende fysiologische processen in het lichaam, waaronder de dissimilatieprocessen in de cellen.

Mineralen

Mineralen zijn essentiële voedingsstoffen die in kleine hoeveelheden nodig zijn voor verschillende lichaamsfuncties. Natrium, kalium en calcium zijn voorbeelden van mineralen die van belang zijn voor een goede werking van het lichaam. Sommige mineralen zijn spoorelementen en worden maar in zeer kleine hoeveelheden opgenomen, zoals ijzer, zink en jodium.

Vitamines

Vitamines zijn organische stoffen die in kleine hoeveelheden nodig zijn voor een goede celstofwisseling. Ze kunnen worden onderverdeeld in in vet oplosbare vitamines (A, D, E, K) en in water oplosbare vitamines (B-complex en C). Vitamines spelen verschillende rollen in het lichaam, zoals bijvoorbeeld bij de energiestofwisseling, het immuunsysteem en de groei en ontwikkeling.

16.3 Voeding en gezondheid

De relatie tussen voeding en gezondheid is cruciaal: de opname van voedingsstoffen moet in balans zijn met het verbruik. Te veel koolhydraten en vetten kunnen leiden tot overgewicht, wat ongezond is. Bij afvallen worden eerst glycogeenreserves en vervolgens vetreserves aangesproken, gevolgd door afbraak van lichaamseiwitten. Het is belangrijk om gevarieerd te eten om alle noodzakelijke voedingsstoffen binnen te krijgen. Het Voedingscentrum adviseert de Schijf van Vijf als rode draad voor gezonde voeding, met als belangrijkste regels: gevarieerd eten, lichaamsgewicht op peil houden, matig zijn met verzadigde vetten, veel groente, fruit en brood eten, veilig voedsel consumeren, regelmatig eten, voldoende vocht drinken, en opletten met toevoegingen zoals zout en additieven. Voedselbederf kan worden voorkomen door conserveringstechnieken, maar soms kunnen additieven schadelijk zijn bij overmatig gebruik. Voedselproductiemethodes, zoals het gebruik van pesticiden, meststoffen, antibiotica en groeihormonen, kunnen ook gezondheidsrisico's met zich meebrengen. Biologische voedingsmiddelen vermijden deze risico's, maar kunnen duurder zijn.

16.4 Het spijsverteringsstelsel

Het spijsverteringsstelsel heeft de volgende functies, opname van voedsel, mechanische vertering (gebit), chemische vertering (enzymen), transport van voedsel, kenden en mengen, overdracht van voedingsstoffen en uitscheiding van afval- en onverteerbare stoffen. Het spijsverteringskanaal is een holle buis tussen je mond en anus.

De mondholte heeft verschillende functies: spijsvertering, luchtwegen, spraak en smaak. Voedsel wordt in de mond verkleind en vermengd met speeksel voor de vertering. Het gebit bestaat uit 32 symmetrische gebitselementen, inclusief tanden en kiezen. Het gebit wordt voor de geboorte aangelegd, met het melkgebit dat geleidelijk wordt vervangen door het blijvende gebit, inclusief de verstandskiezen.

Tanden en kiezen zijn opgebouwd uit tandbeen en tandglazuur, en zijn stevig verankerd in de kaak. Tandglazuur kan worden aangetast door zuren, maar fluor wordt gebruikt om het te versterken en te beschermen. Op de tong bevinden zich smaakzintuigen waarmee je zoet, zout, bitter, zuur en umami kunt proeven. Andere smaken zijn vooral geuren. De tong bevat ook tastzintuigen en zintuigen voor warmte en koude, waardoor textuur en temperatuur van voedsel belangrijk zijn. Zelfs het gehoor speelt een rol bij smaakperceptie. Tongzintuigen controleren of voedsel goed vermengd is met speeksel en activeren dan de slikreflex.

Het menselijk gebit is geschikt voor zowel bijten als vermalen van voedsel, met snij- en hoektanden voor bijten en knobbelt kiezen voor vermalen. Kauwen vergroot het oppervlak van voedsel, wat zowel mechanische als chemische vertering mogelijk maakt. Speekselklieren in de mond produceren dagelijks 1 tot 1,5 liter speeksel, dat onder andere amylase bevat, een enzym dat zetmeel omzet in maltose. Speeksel past zich aan aan het voedsel, met meer slijm voor droog voedsel en een licht basische samenstelling om zuren te neutraliseren.

Slikken kan alleen als je iets in je mond hebt en je mond dicht is. Tijdens het slikken stopt de ademhaling, je strotklepje gaat open en het object kan de slokdarm in. Bij **verslikken**, gaat het fout bij het sorteren en komt er iets anders dan lucht in je luchtpijp, het reflex is dan om te hoesten.

De **keelholte** is de doorgang voor voedsel en ademhaling en leidt naar de slokdarm, een gespierde buis die voedsel naar de maag transporteert via peristaltiek. De slokdarmwand bevat slijmklieren die slijm produceren als glijmiddel en bescherming bieden tegen scherpe voorwerpen of bijtende stoffen.

De **maag** is rekbaar en sterk gespierd, waar voedsel wordt opgeslagen en vermengd met maagsap, dat onder andere slijm, zoutzuur en pepsine bevat voor de eiwitvertering. Maagsap neutraliseert zuur, doodt bacteriën en beschermt de maagwand. De maagperistaltiek kneedt voedsel en vermengt het met maagsap.

De **twalfvingerige darm** ontvangt voedsel uit de maag en voegt alvleessap en gal toe voor de vertering van koolhydraten, eiwitten en vetten. Hormonen zoals secretine en CCK reguleren de maagactiviteit en de afgifte van alvleessap en gal. In de dunne darm wordt de vertering afgerond en vinden resorptieprocessen plaats. Darmsap, geproduceerd door darmsapklieren, helpt bij de vertering en absorptie van voedingsstoffen, terwijl de darmwand sterk geplooid is voor een groter oppervlak.

Resorptie van voedingsstoffen zoals glucose, aminozuren en vitamines vindt plaats via actieve processen. De dikke darm huisvest darmbacteriën die onverteerde resten fermenteren en vitamine K produceren. Water- en mineralenresorptie vindt plaats in de dikke darm, resulterend in verdere indikking van de ontlasting. Defecatie vindt plaats in de endeldarm, waar ontlasting wordt opgeslagen en vervolgens uitgescheiden door de anus.

16.5 Andere darmstelsels (extra)

Dieren hebben verschillende darmstructuren die aangepast zijn aan hun dieet. Vleeseters hebben korte darmen en sterk maagsap om vlees efficiënt te verteren. Planteneters hebben daarentegen lange darmen, vooral bij graseters, omdat veel van hun voedsel cellulose bevat, dat niet direct door dieren kan worden verteerd. Ze vertrouwen op microben in hun darmen om cellulose af te breken en de glucose te gebruiken voor eiwitsynthese. Deze microben worden uiteindelijk ook verteerd, waardoor planteneters meer eiwitten binnenkrijgen dan ze eten.

17 Voeding en vertering

17.1 De lever

Je lever ligt rechtsboven in de buik, direct onder je ribben, het is een groot orgaan en kan bij volwassenen wel anderhalve kilo wegen. Het bestaat uit een kleine en een grote lob, direct hieronder zit de galblaas, de bloedtoevoer gebeurt door de leverslagader. De voedingsstoffen komen via de poortader binnen, het bloed verlaat de lever via de leverader, die op zijn beurt dan weer uitmondt in de onderste holle ader. De lever zorgt ervoor dat de voedingsstoffen geleidelijk naar de rest van het lichaam gaan, ook al krijgt het niet altijd even grote hoeveelheden voedingsstoffen vanuit de poortader, het reguleert dus, waardoor de homeostase gelijk blijft (inwendig milieu).

17.2 Bouw van de lever

De lever is opgebouwd uit heel veel verschillende zeshoekige leverlobjes, elk met een doorsnede van 1mm en heeft de structuur van een eensteensmuurtjes, gestapeld dus. Met meerdere vormen ze sterren rondom de aderen, deze sluit aan op de poortader. In het lobje wordt het verder vertakt, hierdoor is het leverlobje omgeven door zuurstofrijk (slagader) en voedingsrijk (poortader) bloed. De haarvaten in het lobje wordt ook wel de sinusoïde genoemd, de sinusoïde monden uit in grotere aderen, wat uiteindelijk weer uitmondt in de leverader. De wanden van de sinusoïden zijn bedekt met **Kupffercellen**, speciale witte bloedcellen die de oude rode bloedcellen en brokken van cellen opruimen, ze spelen ook een rol bij de afweer, aangezien ze signaleren voor lichaamsvreemde stoffen en structuren. Tussen de levercellen bevinden zich ook kleine galkanaaltjes, de stroomrichting is tegengesteld aan het bloed, en gaat dus naar buiten toe. Het gal wordt gecombineerd met afvalstoffen afgevoerd via galkanalen naar de galblaas, waarna het tijdens de vertering naar de darmen druppelt, waar het als emulsator wordt gebruikt bij de afbreuk van vetten.

17.3 Functies van de lever

De lever is een essentieel orgaan dat fungeert als de "stofwisselingscentrale" van het lichaam. Het vervult een breed scala aan functies die cruciaal zijn voor het metabolisme, de spijsvertering en de algemene homeostase. Een van de belangrijkste taken van de lever is het metabolisme van verschillende stoffen die via de darmwand worden opgenomen. Glucose, aminozuren, vetzuren, mineralen, vitamines, alcohol en bepaalde medicijnen worden via de poortader rechtstreeks naar de lever getransporteerd.

Hier reguleert de lever de glucoseconcentratie in het bloed door insuline en glucagon, waarbij glucose wordt omgezet in glycogeen voor opslag of in vetten voor langdurige energieopslag. De lever is ook betrokken bij de verwerking en opslag van vetten. Het kan vetzuren omzetten in vetten en cholesterol reguleren, waarbij het cholesterolniveau wordt gehandhaafd door synthese en afbraak. Dit is cruciaal omdat een onevenwichtig cholesterolgehalte kan leiden tot atherosclerose en andere cardiovasculaire problemen.

Daarnaast speelt de lever een centrale rol bij het eiwitmetabolisme. Het kan aminozuren omzetten in verschillende eiwitten, waaronder plasma-eiwitten zoals albumine, globuline en stollingsfactoren. Bovendien kan de lever aminozuren afbreken tot ammoniak, dat vervolgens wordt omgezet in ureum en via de urine wordt uitgescheiden. Een andere belangrijke functie van de lever is ontgifting. Levercellen kunnen schadelijke stoffen zoals alcohol, cafeïne, nicotine, drugs en zware metalen uit het bloed halen en onwerkzaam maken voor uitscheiding. Overmatig gebruik van alcohol of medicijnen kan echter leiden tot leverbeschadiging.

Verder is de lever betrokken bij de afbraak van rode bloedcellen, waarbij hemoglobine wordt afgebroken tot bilirubine en ijzer. Bilirubine wordt uitgescheiden via de gal, terwijl ijzer wordt opgeslagen of opnieuw gebruikt voor de vorming van rode bloedcellen. Opslag en uitscheiding zijn ook belangrijke functies van de lever. Het kan glycogeen, vetten, ijzer en bepaalde vitamines opslaan, evenals het produceren van gal voor de spijsvertering. Gal wordt continu geproduceerd en afgevoerd naar de galblaas voor opslag en later vrijgeven tijdens de spijsvertering.

Tot slot genereert de lever warmte tijdens stofwisselingsprocessen, wat bijdraagt aan de handhaving van de lichaamstemperatuur. Dit maakt de lever een soort "kachel" van het lichaam en speelt een rol bij het handhaven van de gezonde lichaamstemperatuur.

17.4 Vetopslag

De meeste vetzuren bereiken de lever via de lymfe en het bloedplasma, wat de lever ontziet van een te grote belasting. Deze route stelt het lichaam in staat vet direct op te slaan in vetdepots elders in het lichaam. Vetopslag gebeurt hoofdzakelijk in vetcellen, die grote vetbolletjes kunnen opslaan, bestaande uit triglyceride-esters van stearine-, palmitine- en oliezuur. Vetten in het lichaam kunnen afkomstig zijn uit voedsel of worden geproduceerd door de lever uit koolhydraten, eiwitten en andere vetten. Vetweefsel bevindt zich onder andere tussen spieren, rond organen en onder de huid, waar het plaatselijk dik kan worden.

17.5 Uitscheiding

Nieren en urinewegen, de nieren zijn verantwoordelijk voor de homeostase, door schadelijke stoffen te filteren uit het bloed, maar ze zijn ook in staat om goede stoffen waar een overschot voor is weg te filteren, zoals keukenzout. Constante bestanddelen van urine zijn ureum en urinezuur, afbraakproducten van eiwitten. We kunnen eiwitten niet opslaan. De **longen** zorgen voor de uitscheiding van koolstofmonoxide, de lever scheidt gal uit wat een stof is dat wordt gebruikt bij het verteringsproces van vetten, zweetkliertjes scheiden water en zouten uit, door de verdamping van water ontstaat verkoeling, doordat de huid niet wordt gezien als een uitscheidingsorgaan, is het uitscheiden van water en zouten niet de primaire functie van deze zweetkliertjes. We zweten zoutwater, omdat alleen water te veel energie zou kosten, osmose reacties.

17.6 De nieren

De nieren zijn boonvormige organen ter grootte van een vuist, gelegen hoog in de buikholte aan weerszijden van de wervelkolom en beschermd door een vetlaag en omringende structuren. Ze spelen een cruciale rol in de filtratie van afvalstoffen en overtollige stoffen uit het bloed, en reguleren daarmee de samenstelling en het volume van het bloed. De nieren worden beïnvloed door het vegetatieve zenuwstelsel en hormonen, wat de osmoregulatie reguleert, inclusief de bloedconcentratie, -volume, zuurgraad en uitscheiding van schadelijke afvalstoffen.

De bouw van de nier bestaat uit een gladde laag stevig bindweefsel, het nierkapsel, met daarbinnen nierschors en niermerg rondom het nierbekken. Het nefron, de functionele eenheid van de nier, bestaat uit een glomerulus, een kapsel van Bowman en een ingewikkeld systeem van nierkanaaltjes. Dit systeem filtert bloedvloeistof, genaamd voorurine, waarbij opgeloste stoffen en kleine moleculen worden gefilterd terwijl bloedcellen en grote eiwitten behouden blijven.

Vervolgens ondergaat de voorurine verschillende processen zoals ultrafiltratie, terugresorptie en excretie, waarbij nuttige stoffen zoals water, glucose en ionen worden teruggevoerd naar het bloed, terwijl afvalstoffen worden uitgescheiden als urine. De nier fungeert niet alleen als een eenvoudig filter, maar als een complex orgaan dat nauwkeurige regulatie van de samenstelling en volume van het bloed mogelijk maakt.

17.7 De nieren homeostase

De terugresorptie in de nier staat onder invloed van het antidiuretisch hormoon (ADH), dit hormoon bevordert de doorlaatbaarheid van water in de wand van de nierkanaaltjes. Hierdoor gaat er meer water uit het voorurine, waardoor je minder water verliest. De afgifte van dit hormoon is een negatief terugkoppelingsproces, als er een te hoge osmotische waarde door de hypothalamus wordt gedetecteerd, dan wordt er meer ADH afgegeven aan het bloed. Ook als je osmotische waarde te laag is, kan het zouten terug adsorberen. Je pH van je bloed ligt rond de 7.4 en mag niet teveel schommelen, de zuurgraad van je bloed wordt gereld door de afgifte en opname van H^+ ionen. Het afdalende kanaaltje van de lis van Henle reguleert de uitscheiding en terugname van stoffen zoals NaCl, water en voedingsstoffen, en beheert ook de zuurgraad. Dit gebeurt door een combinatie van osmotische krachten en selectieve doorlaatbaarheid van het epitheel. Het opstijgende kanaaltje vervolgt dit proces, waarbij ook ureum een rol speelt bij het handhaven van de osmotische balans.

17.8 Samenstelling van urine

De samenstelling van urine is niet constant, het urine is namelijk afhankelijk van de stoffen die in het bloed zitten en die zijn nooit constant. Ook een gedeelte van je verteerde voedsel is terug te vinden in je urine, gemiddeld plas je anderhalve liter urine uit per dag. Het is afhankelijk van hoeveel je drinkt en hoeveel je transpireert. De urine bestaat altijd uit water (~95%), zouten (voornamelijk NaCl), afbraakproducten (eiwitten), creatine, bilirubine (afbraak van hemoglobine) en celresten. Verder kan urine de volgende stoffen bevatten, glucose, vitamine C, hormonen en dode zaadcellen (bij mannen).

17.9 De urinewegen

In de nierbekken wordt het urine verzameld wat vanuit verzamelkanaaltjes wordt verzameld. De nierbekken is de holte in het centrum van de nier, de beide urineleiders zijn rond de 25 tot 30 cm lang en monden uit in de urineblaas. Door een slijm laagje worden de leiders beschermd tegen het zure milieu. In de wanden zitten ook spieren die drie keer per minuut een pulserende beweging maken, zo wordt de urine verplaatst. De urineblaas bevindt zich onder aan je buik, aan de voorkant. Door ventieltjes stroomt het urine nooit terug naar de urineleiders, ook als is deze vol. De urinebuis brengt het urine naar buiten toe. Vanaf het moment dat de blaas vol is, krijg je de drang om te plassen, deze drang is aan het begin nog te onderdrukken, maar vanaf het moment dat de blaas volledig is gevuld (~500 ml), is de drang niet tegen te houden. Je hebt alleen controle over de kringspier, de rest gebeurt door het autonome zenuwstelsel, daar merk je dus niets van.

17.10 Lever, nieren en gezondheid

Zowel de lever als de nieren spelen een cruciale rol in de stofwisseling en hebben een directe invloed op onze gezondheid. De lever fungeert als een filter voor gifstoffen, zoals alcohol, maar overmatig alcoholgebruik kan leiden tot leverziekten zoals levercirrose. Dit ontstaat wanneer levercellen worden vervangen door littekenweefsel als gevolg van vetophopingen. Leverontsteking, vaak veroorzaakt door virussen, kan ook optreden en leidt tot symptomen zoals geelzucht. Nierstenen en galstenen zijn kristallen die zich in de nieren en galblaas kunnen vormen, wat leidt tot ernstige pijn en andere complicaties. Blaasontsteking komt vaker voor bij vrouwen en wordt meestal veroorzaakt door bacteriële infecties. In ernstige gevallen van nierfalen kan nierdialyse worden toegepast, waarbij een kunstnier wordt gebruikt om de nierfunctie te ondersteunen. Niertransplantatie kan ook worden overwogen als de nierfunctie volledig verloren gaat. Organisaties zoals de Nierstichting en de Maag Lever Darm Stichting bieden ondersteuning aan patiënten en financieren onderzoek naar deze aandoeningen.