Thema 2 Voeding en vertering.

**1. Voedingsmiddelen en voedingsstoffen.**

**Voedingsmiddelen**, alles wat je eet of drinkt, bevatten **voedingsstoffen**. Veel plantaardige voedingsmiddelen bevatten ook **voedingsvezel** of **ballaststoffen**, enzymen van de mens kunnen het niet verteren. Belangrijkste voedingsstoffen zijn onder te verdelen in:

- bouwstoffen: **eiwitten** (**proteïnen**), **mineralen** (**zouten**), **water**.

- brandstoffen: **koolhydraten**, **lipiden**.

- **vitaminen**.

Eiwitten (proteïnen).

Eiwitten zijn polymeren van **aminozuren**. Aminozuren die via de voeding binnenkomen worden eerst afgebroken en later tot eiwitten gemaakt die nodig zijn, de **eiwitsynthese**. **Essentiële aminozuren** kan de mens (volwassenen) niet zelf maken en moet dus via de voeding binnenkomen. De lever kan niet-essentiële aminozuren vormen door een aminogroep over te plaatsen, **transaminering**. Eiwitten zijn bouwstoffen, ze komen voor als bestanddelen van cytoplasma, kernplasma, tussencelstof en chromosomen (**structuureiwitten**). Sommige eiwitten versnellen reacties (**enzymen**) of regelen processen (**hormonen**). Een voorbeeld van een **transporteiwit** is **hemoglobine**. Aminozuren die niet worden gebruikt worden gedissimileerd, eerst wordt het **ammoniak** (NH3), daarna **ureum** dat met het urine wordt uitgescheiden.

Koolhydraten.

Koolhydraten worden ingedeeld in monosachariden, disachariden en polysachariden. Het zijn belangrijke **brandstoffen**. Als je er teveel van eet wordt een klein deel omgezet in glycogeen en opgeslagen in de spieren. De rest wordt omgezet in vet, daarom zijn het ook **bouwstoffen**. DNA, RNA en celmembranen bevatten koolhydraat(ketens).

Lipiden.

Veel voedingsvetten en voedingsoliën zijn **glycerolesters** van verzadigde of onverzadigde vetzuren. **Triglyceriden**: glycerol met drie vetzuren. Plantaardige oliën bevatten veel meervoudig onverzadigde vetzuren. Sommige dierlijke voedingsmiddelen bevatten veel glycerol. **Hypercholesterolemie** (hoog gehalte) kan zorgen voor hart- en vaatziekten. Alleen enkele onverzadigde vetzuren zijn **essentiële** **vetzuren**. Vetten zijn vooral brandstoffen, maar ook wel bouwstoffen. **Fosfolipiden** vormen membranen.

Water.

Water is een belangrijke **bouwstof**. Verder is het ook een **oplosmiddel**, een **transportmiddel** en het zorgt voor afkoeling.

Mineralen (zouten).

Je hebt mineralen nodig als bouwstoffen, vooral de elementen calcium en kalium. Van **sporenelementen** heb je maar weinig nodig, fluor, jood, ijzer en zink. Ze zijn vaak bestanddelen van hormonen en enzymen.

Vitamines.

Dit zijn organische stoffen, ze doen vaak dienst als co-enzym (zonder dat kan het ‘echte’ enzym niet werken). Sommige vitamines moeten in je voeding zitten, anderen kunnen worden gevormd uit **provitaminen**, die wel in je eten moeten zitten. **Gebreksziekten** (**avitaminosen**) kunnen ontstaan bij gebrek maar ook bij teveel. Belangrijke vitamines: A, B, C, D en K. Vitamine B is een verzameling voor het **vitamine-B-complex**. Zie blz 74 voor de kenmerken van de belangrijkste vitamines.

**2. Het aantonen van voedingsstoffen.**

Met behulp van **indicatoren** kan je zien welke voedingsstoffen voedingsmiddelen bevatten.

**3. Gezonde voeding.**

De basis voor goede voeding is **variatie**, **schijf van vijf**. Ook mogen er niet teveel **additieven** (**toegevoegde stoffen**) inzitten. Hoeveelheid ook belangrijk, afhankelijk van geslacht, leeftijd, gewicht en lichamelijke inspanning. Mensen met veel **buikvet** hebben een verhoogde kans op hart- en vaatziekten en **suikerziekte** (**diabetes mellitus**) type II. **Quetelet-index**, of de BMI is je gewicht gedeeld door het kwadraat van je lengte. Door **conserveren** worden de omstandigheden ongunstig gemaakt voor micro-organismen. Vleeswaren raken snel bedorven door **salmonellabacteriën**, deze produceren giftige afvalstoffen. Bij een **voedselvergiftiging** wordt je ziek door giftige stoffen. Bij een **voedselinfectie** komen veel micro-organismen in de darmen terecht. Goede **hygiëne** is belangrijk. Door het in te blikken of vacuüm te verpakken komen er geen nieuwe micro-organismen op.

Additieven:

**Conserveermiddelen**: langer houdbaar, bijv: **zuur**, **suiker** en **zout**.

Dit zijn **natuurlijke conserveermiddelen**.

**Antioxidanten**: tegen ranzig worden.

**Emulgatoren**: om in juiste toestand te houden.

**Kleur**- , **smaak**- en **geurstoffen**.

In landbouwproducten kunnen **residuen**, resten van pesticiden, voorkomen. Ook kunnen in voedsel **zware metalen** en **pcb’s** voorkomen. In vlees komen soms resten van **antibiotica** of **hormonen** voor. Van veel additieven is in Nederland de **ADI-waarde** (**Aanvaardbare Dagelijkse Inname**) vastgesteld. Voedsel wordt gecontroleerd door de **Vleeskeuringsdienst** en de **Keuringsdienst van Waren**.

**4. Het verteringsstelsel van de mens.**

Bij de mens vindt de vertering plaats in het **darmkanaal**, het **verteringskanaal**. De **verteringssappen** bevatten vaak **enzymen** en ze worden gemaakt in **verteringsklieren**. Door de **kring**- en **lengtespieren** in de darmen ontstaat de **darmperistaltiek**. Het voedsel ondergaat allerlei mechanische bewerkingen. Het begint met het **kauwen** door de **kiezen**, de **snij**- en **hoektanden** dienen voor het afbijten. Hierdoor wordt het oppervlak vergroot en kunnen de enzymen beter hun werk doen. Ook wordt het gemengd met het speeksel, dit bevat **slijm** (**mucine**) en een **enzym**. Voedsel in de keelholte veroorzaakt een **slikreflex**, de **huig** sluit de neusholte af, het **strottenhoofd** gaat omhoog waardoor het **strotklepje** de luchtpijp afsluit en het voedsel de **slokdarm** ingaat. Slikken veroorzaakt prikkels die peristaltische bewegingen opwekken in de slokdarm. Kliertjes in de maag voegen **maagsap** toe, daar in zitten **enzymen**, **zoutzuur** (HCl) en **slijm**. Zuur doodt bacteriën, slijm beschermt maagwand. Bij de uitgang van de maag zit het **maagportier** (**pylorus**), deze laat kleine hoeveelheden naar de **twaalfvingerige darm** gaan. De **lever** maakt **gal**, dit wordt opgeslagen in de **galblaas**. Als het nodig is wordt het gal via de **galbuis** naar de twaalfvingerige darm gebracht. In gal zitten **galkleurstoffen** (dode rode bloedcellen) en **galzure zouten**, deze **emulgeren** vetten en oliën. De **alvleesklier** (**pancreas**) produceert **alvleessap**, hierin zitten enzymen. In de wand van de **dunne darm** scheiden kliertjes **darmsap** af, dit bevat ook enzymen.

**5 De verteringssappen.**

Eiwitten, vetten, polysachariden en disachariden moeten worden verteerd. Van triglyceride (vet- en oliemolecuul) wordt eerst een vetzuur afgesplitst: **diglyceride**. Daarna nog één: **monoglyceride**. Soms nog één, dat er alleen glycerol en vrije vetzuurmoleculen over blijven. Drie **speekselklieren** produceren speeksel, dit wordt geregeld door het autonome zenuwstelsel. Speeksel bevat **amylase**, dit zet een groot deel zetmeel om in **maltose**, amylase wordt ook gevormd in de alvleesklier, dit breekt het overige zetmeel af. De productie van maagsap wordt geregeld door het autonome zenuwstelsel en het hormoonstelsel, zodra het voedsel in de maag zit regelt het hormoon **gastrine** de hoeveelheid maagsap. Dit hormoon wordt in de maagwand gemaakt. Maagsap wordt in verschillende typen cellen geproduceerd: zoutzuur, slijm en **pepsinogeen**. **Pepsinogeen** is een **inactief enzym**, het wordt geactiveerd door zoutzuur tot **pepsine** (**peptase**). Pepsine zelf kan het ook activeren: **positieve terugkoppeling**. Pepsine splitst eiwitten tot **polypeptiden**. Het zure voedsel prikkelt bepaalde cellen in de twaalfvingerige darm tot secretie (afscheiding) van de hormonen:

- **Secretine** zorgt dat de lever gal produceert en de alvleesklier **natriumwaterstofcarbonaat** (NaHCO3). Dit laatste neutraliseert de HCl, waardoor de pH licht basisch (8/9) wordt en het maagportier weer even ontspant.

- **Cholecystokinine** stimuleert de galblaas om gal af te geven en de alvleesklier enzymen.

Alvleessap bevat:

- Pro-enzym **trypsinogeen** wordt in de 12-vingerige darm door **enterokinase** (gemaakt in 12-v. darm) geactiveerd tot **trypsine (tryptase)**. Dit splitst lange polypeptiden tot **korte polypeptiden**.

- **Peptidasen** breken deze verteringsproducten verder af tot **tripeptiden**, **dipeptiden** en aminozuren.

- **Amylase**

- **Lipase** splitst triglyceriden tot glycerol, vetzuren en monoglyceriden.

- **DNA-ase** en **RNA-ase** splitsen DNA en RNA in nucleotiden.

Darmsap bevat:

- **Maltase** splitst maltose in 2 glucosemoleculen.

- **Sacharase** verteert sacharose.

- **Lactase** verteert lactose.

- **Peptidasen** (in darmsap!) breken tripeptiden en dipeptiden af tot aminozuren.

pH-optima van enkele enzymen:

In alvleesklier: 8,5

In darmsap: 7

Pepsine: 2,5

Amylase: 6,6

**6 De werking van de verteringsenzymen.**

Bij elke splitsing komt 1H2O voor, deze splitst zich in een H+ en een OH--ion. Deze binden zich aan delen van het substraat, deze reactie heet **hydrolyse**.

Vertering van koolhydraten.

Blz. 87, plaatje 46. De binding tussen een C en een O-atoom wordt onder invloed van amylase hydrolystisch verbroken. De brokstukken hebben beide twee C6-groepen: maltose. Disachariden tot monosachariden is vergelijkbaar:

Vertering van eiwitten.

De carboxylgroep (-COOH) van de één is verbonden met de aminogroep (-NH2) van de ander door een **peptidebinding**. De C en N worden hydrolystisch verbroken. Splitsing kan plaatsvinden door pepsine in maagsap en trypsine in alvleessap. Polypeptiden worden op een vergelijkbare manier afgebroken, door peptidasen.

Vertering van lipiden.

Bindingen tussen glycerol en de vetzuren worden hydrolystisch verbroken. 3H2Onodig. Onder invloed van lipase.

**7 Resorptie.**

Op **darmplooien** van de dunne darm staan uitstulpingen: de **darmvlokken** (**villi**). De cellen van het **darmepitheel** op de darmvlokken heeft ook weer kleine uitstulpingen: de **microvilli**. **Resorptie**: de opname van water, voedingstoffen en verteringsproducten door het darmepitheel. Het darmepitheel neemt bepaalde stoffen op door **actief transport**. De **transportenzymen** resorberen voornamelijk monosachariden, aminozuren en zouten. Het transportenzym zit in de rand van een cel en staat eerst open voor alles buiten de cel zodat glucosemoleculen en Na+ kunnen binden aan het enzym. Als alle bindingsplaatsen bezet zijn, gaat het aan de andere kant open zodat de stoffen de cel in kunnen. De **natrium-kalium pomp** zorgt dat dit proces blijft voortduren. Het pompt de natrium-ionen vanuit de cel naar de extracellulaire ruimte, zodat het concentratieverschil in de cel lager wordt, zodat het transportenzym weer opnieuw kan transporteren. De energie die de natrium-kalium pomp gebruikt wordt geleverd door ATP. Door het actief transport van ionen van de darmholte naar de darmepitheel ontstaat een verschil in osmotische waarde. Het grootste deel van het water (en kleine oplosbare moleculen) gaat via de **porie-eiwitten** door osmose van de darmholte naar de epitheelcellen. In de darmvlokken zitten **haarvaten** en **lymfevaten**. Het bloed in de haarvaten neemt de monosachariden, aminozuren, mineralen en oplosbare vitamines op. De haarvaten komen bij elkaar in één afvoerend bloedvat: de **poortader**. Van de monoglyceriden, glycerol en vetzuren worden alleen de korte ketens opgenomen. Van de langere ketens worden in het endoplasmatisch reticulum van het darmepitheel weer triglyceriden gevormd. Deze triglyceriden worden vervolgens kleine vetdruppeltjes. Door **exocytose** worden ze afgegeven aan de intercellulaire ruimte tussen de epitheelcellen. De vetten worden opgenomen in de lymfe. Alle lymfevaten komen bijeen in de **borstbuis**, die eindigt in een ader, dus in bloed. Om niet oplosbare vetten te vervoeren, worden ze omgeven door eiwitten: **lipoproteïnen**.

De onverteerde voedselresten komen in de **dikke darm**. Vlak onder de overgang van de dunne naar de dikke darm ligt de **blinde darm**. De blinde darm is rudimentair, het is overgebleven en heeft geen functie meer. Aan de onderkant zit de **appendix**, het **wormvormig aanhangsel**. **Appendicitis** is een blindedarmontsteking. In de dikke darm leven bacteriën die cellulase produceren. Door cellulase wordt een deel van de plantaardige celwanden verteerd waarbij glucose ontstaat. In de **endeldarm** worden onverteerd voedselresten verzameld. Ook hier vindt nog resorptie plaats. De haarvaten van de endeldarm komen niet uit in de poortader, dus niet rechtstreeks naar de lever. Afgesloten door kringspier, **anus**. **Faeces** bestaat uit onverteerde resten, water en veel bacteriën.