

# FORDØIELSE OG OPTAGELSE

Lidt sms'er frem og tilbage og en hyggeaften i hjemmebiografen er aftalt. Sofie, Anders og Trine sørger for chips og cola, mens Mathias lejer nogle dvd'er. Men hvorfor skal vi spise og drikke når vi ser film eller på anden måde skal hygge os sammen? Engang handlede det om at overleve når vi spiste. Det gør det ikke længere. Colaen og chipsene foran fjernsynet er ikke et fysisk behov for kroppen, men en måde at være sammen på – det er hyggeligt, det er rart. Når vi spiser, bliver belønningssystemet i hjernen stimuleret, og vi føler os godt tilpas, se side 31. Det er kroppens måde at sige tak for at vi fandt noget mad og spiste den. Følelsen af ro og velbehag der er forbundet med at spise, kan for en tid fortrænge mere ubehagelige følelser og tanker. På denne måde ligner overspisning andre former for misbrug. Bliver man afhængig af mad som trøst, vil man alt i alt indtage en større energimængde end kroppen kan forbrænde. Man vil uundgåeligt tage på i vægt.

Drømmen om at kunne stimulere hjernens belønningscenter ved at spise og drikke uden at blive fed, har ført til udvikling af sukker- og fedterstatninger, hvis energiindhold kroppen ikke eller kun i ringe grad kan udnytte.

Brugen af sukker- og fedterstatninger er dog ikke uden bivirkninger. Nogle erstatninger der går ufordøjede gennem tarmsystemet, forårsager diarré på grund af osmotiske effekter. Til denne type hører fedterstatningen olean og de kunstige sødemidler xylitol og sorbitol.

Fordelene ved at anvende sukker- og fedterstatninger er selvfølgelig at energiindholdet er lavere i det man indtager – med umiddelbar mindre risiko for overvægt, og alt hvad deraf følger. Det er dog stadig uklart om man kompenserer for det lavere energiindtag ved at spise eller drikke mere af noget andet. Blandt fordelene ved sukkererstatninger er dog uden diskussion den nedsatte risiko for karies-skader på tænderne.

## Madens bestanddele

Maden skal dække kroppens energibehov og levere byggesten i form af kulhydrater, proteiner og fedt.

For at kroppens celler kan fungere normalt, skal de også have tilført mineraler, vitaminer og tilstrækkeligt med vand.

For at sikre en normal tarmfunktion skal maden indeholde tilstrækkeligt med fibre, der er ufordøjelige kulhydrater.

**Kulhydrater**

Kulhydraterne indgår kun i mindre omfang som byggesten i kroppen. Den vigtigste opgave for madens kulhydrater er derimod at levere energi, og i den danske gennemsnitskost kommer da også 48 % af energien fra kulhydrater. Kulhydraterne er den gruppe af molekyler hvortil almindeligt hvidt sukker, sakkarose, hører. Kulhydraterne består af grundstofferne C, H og O. De simpleste kulhydrater er *monosakkarider*.

*nosakkariderne*, hvortil glukose, fruktose, galaktose og ribose hører. Monosakkariderne er typisk ringformede molekyler med fem eller seks carbonatomer, se figur 154 a.

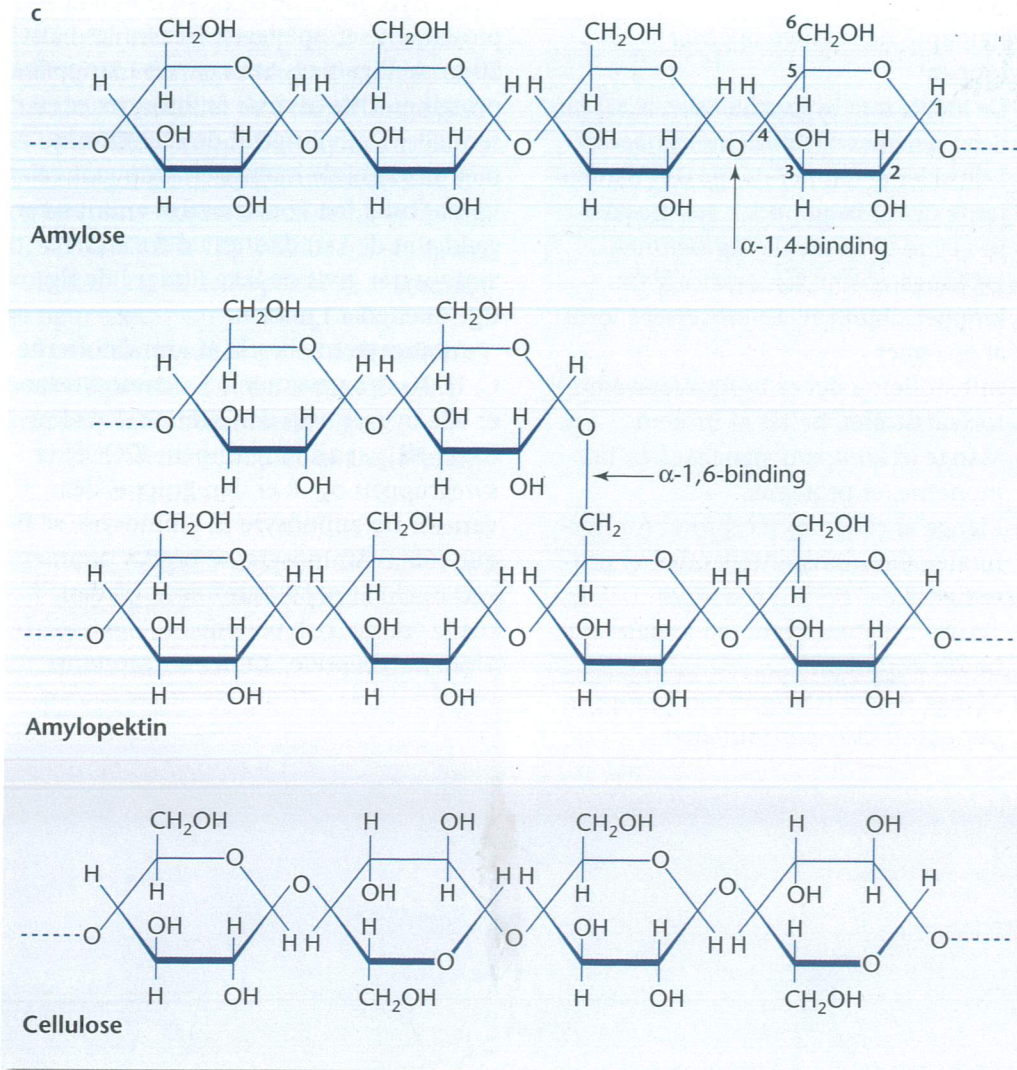
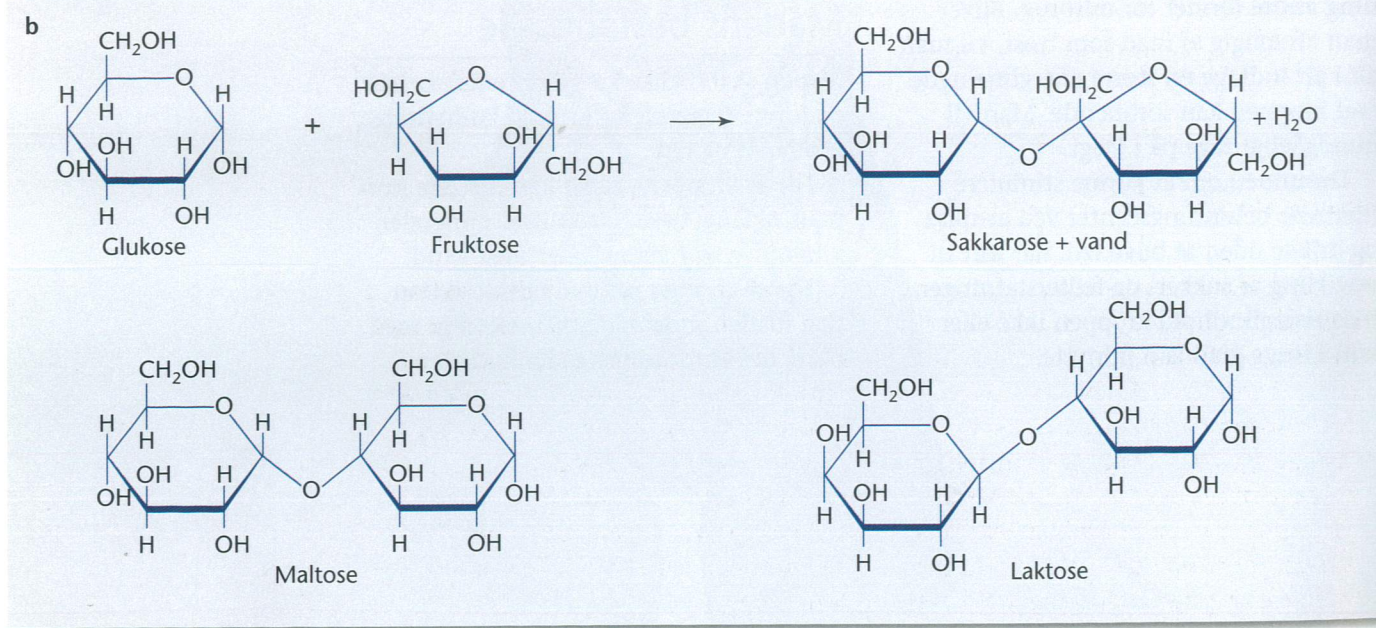
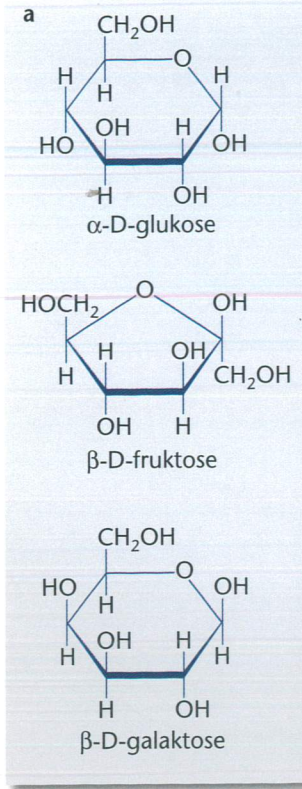
Ved at sætte monosakkariderne sammen to og to fås *disakkarider* som for eksempel sakkarose, maltose og laktose, se figur 154 b.

Sættes monosakkariderne sammen i endnu længere kæder fås *polysakkarider*, se figur 154 c.

De vigtigste polysakkarider er stivelse, glycogen og cellulose. Stivelse findes i to former, amylose og amylopektin. Amylose er et langt uforgrenet molekyle. Det består af op til 250-500 glukosemolekyler der er bundet sammen af såkaldte  $\alpha$ -1,4-bindinger. Amylopektin er et forgrenet molekyle hvor  $\alpha$ -1,4-bindingerne er suppleret med  $\alpha$ -1,6-bindinger i forgreningspunkterne. Antallet af glukosemolekyler

Figur 154.

- a. *Monosakkarider.*
- b. *Disakkarider.* Sakkarose består af et glukose- og et fruktosemolekyle. Maltose består af to glukosemolekyler. Laktose består af et glukose- og et galaktosemolekyle.
- c. *Polysakkarider.* Bindingerne i amylose er  $\alpha$ -1,4-bindinger, bindingerne i amylopektin er  $\alpha$ -1,4- og  $\alpha$ -1,6-bindinger, mens der i cellulose er tale om  $\beta$ -1,4-bindinger.



i et amylopektinmolekyle kan nå op på en million. Opbygningen af glycogen der kaldes dyrisk stivelse, minder om opbygningen af amylopektin, blot mere forgrenet. Glycogen har ikke den store ernæringmæssige betydning da de mængder der forekommer i kød, er ganske små.

Cellulose er et langt uforgrenet molekyle opbygget af op til 10.000 glukosemolekyler. Den vigtige forskel mellem stivel-

se og cellulose er at glukosemolekylerne i cellulose er bundet sammen med såkaldte  $\beta$ -1,4-bindinger. Det ændrer molekylets rumlige struktur, så hvert andet glukosemolekyle sidder 'på hovedet'. Det får den konsekvens at de fordøjelsesenzymer der passer til amylose som hånd i handske, slet ikke passer til cellulose. Vores fordøjelsesenzymer er derfor ikke i stand til at fordøje cellulose.

**Aminosyrer og proteiner**

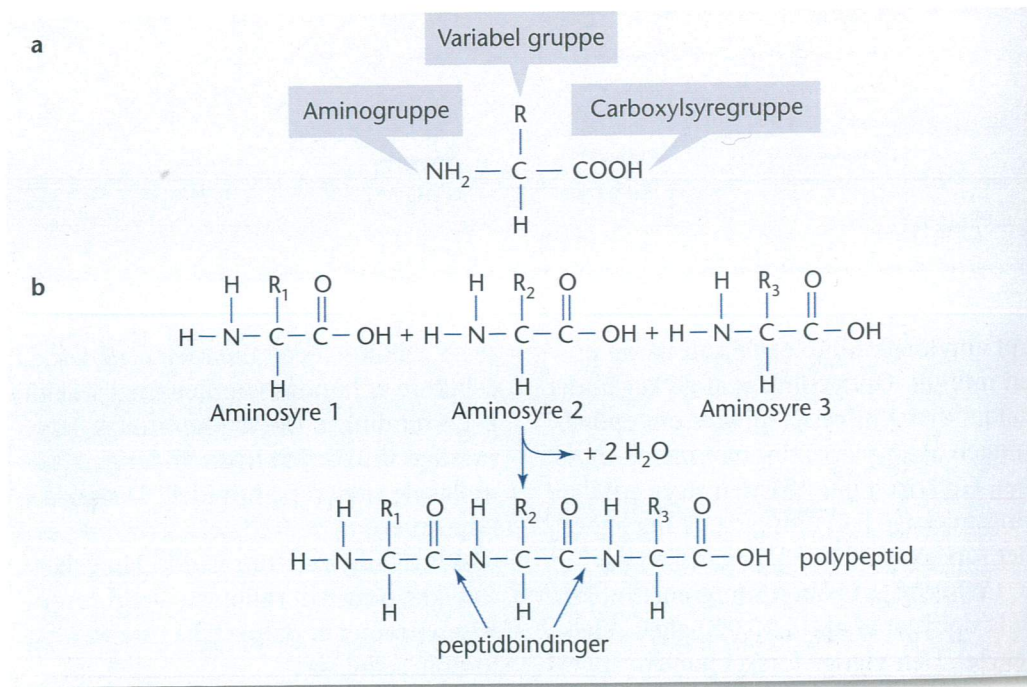
Proteinerne har mange opgaver i kroppen:

- De indgår som byggematerialer, bl.a. i hudens, senernes og knoglernes bindevæv
- I musklerne danner de muskelfilamenterne der er baggrunden for musklernes evne til at trække sig sammen
- De fungerer som katalysatorer for kroppens biokemiske processer i form af enzymer
- Antistofferne der er immunforsvarets forsvarsstoffer, består af protein
- Mange af kroppens signalstoffer, hormonerne, er proteiner
- Mange af cellernes receptorer for hormoner eller transmitterstoffer, er proteiner
- Transportkanaler gennem membraner består af protein
- Mange stoffer transporteres i kroppen bundet til transportproteiner

Aminosyrerne er de byggesten hvoraf proteinerne er opbygget. Der findes i alt 20 forskellige slags aminosyrer i kroppens proteiner. Otte af disse aminosyrer er essentielle. Det vil sige at de skal tilføres med maden i de mængder, kroppens celler har brug for. For de øvrige aminosyrer gælder at de kan dannes ud fra andre aminosyrer, hvis de ikke findes i de rigtige mængder i maden.

Aminosyrerne består af grundstofferne C, H, N, O og eventuelt S. Aminosyrerne er alle bygget over den samme skabelon hvor -NH<sub>2</sub> er aminogruppen, -COOH er syregruppen og -R er den gruppe, der varierer fra aminosyre til aminosyre, se figur 155 a. Aminosyrerne bindes sammen ved hjælp af peptidbindinger, på den måde dannes polypeptider, se figur 155 b. Store polypeptider kaldes for proteiner.

Figur 155.  
a. Alle de 20 aminosyrer vores proteiner er opbygget af, er bygget over den samme form med et C-atom hvortil der er bundet en aminogruppe, en carboxylsyregruppe, et H-atom og 'R', der er forskellig fra aminosyre til aminosyre.  
b. Tripeptid dannet ud fra tre aminosyrer under vandfraspaltning.

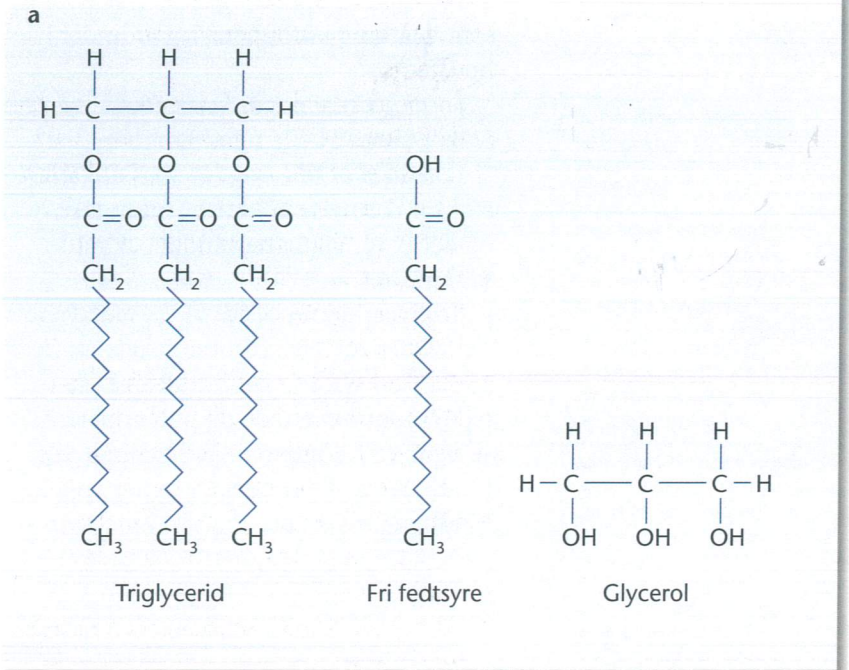
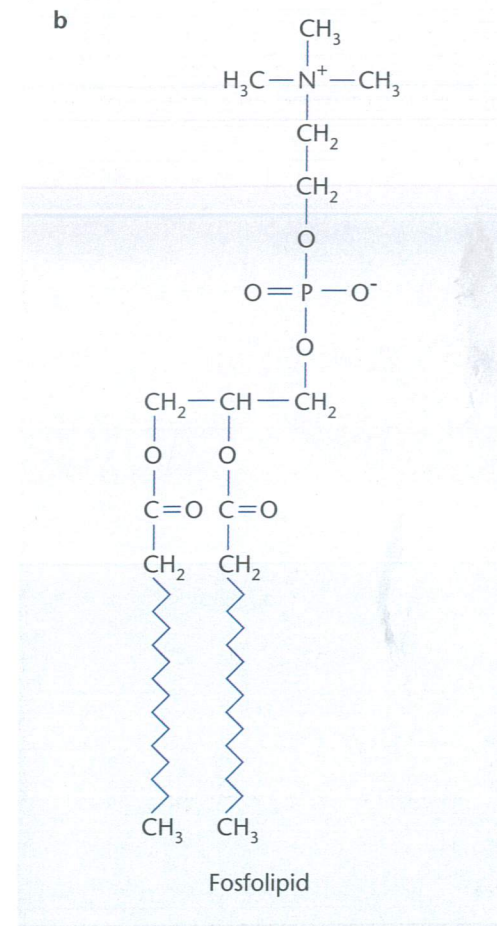


**Fedtstoffer**

De stoffer der falder ind under gruppen fedtstoffer, er meget forskellige, men de har det til fælles at de i meget ringe grad er opløselige i vand. Det skyldes at de hovedsagelig består af grundstofferne C og H. I ernæringssammenhæng er de vigtigste fedtstoffer triglycerider, fosfolipider, kolesterol og de fedtopløselige vitaminer, se figur 156.

I overensstemmelse med fedtstoffernes forskelligartethed er deres funktioner i kroppen også meget forskellige.

Triglyceriderne er vigtige energileveran-



Figur 156.  
a. Triglycerid, fedtsyre og glycerol. En stor del af fedtsyremolekylet består af -CH<sub>2</sub>-grupper. Denne del af molekylet afbildes for overskuelighedens skyld som en zig-zaglinie.  
b. Fosfolipid.  
c. Kolesterol.

dører, men de spiller også en vigtig rolle som isolering i kroppens lag af underhudsfedt.

Fosfolipiderne udgør størstedelen af fedtstofferne i cellemembranerne.

Kolesterol er bl.a. vigtigt som udgangstof for dannelse af kønshormonerne, og det er en vigtig bestanddel af galde-saltene.

Triglyceriderne består af tre fedtsyremolekyler og et glycerolmolekyle, se figur 156 a. Fedtsyrerne kan inddeles i mættede, monumættede og polyumættede, se figur 157. I mættede fedtsyrer er alle bindinger mellem carbonatomer enkeltbindinger, mens der i monumættede

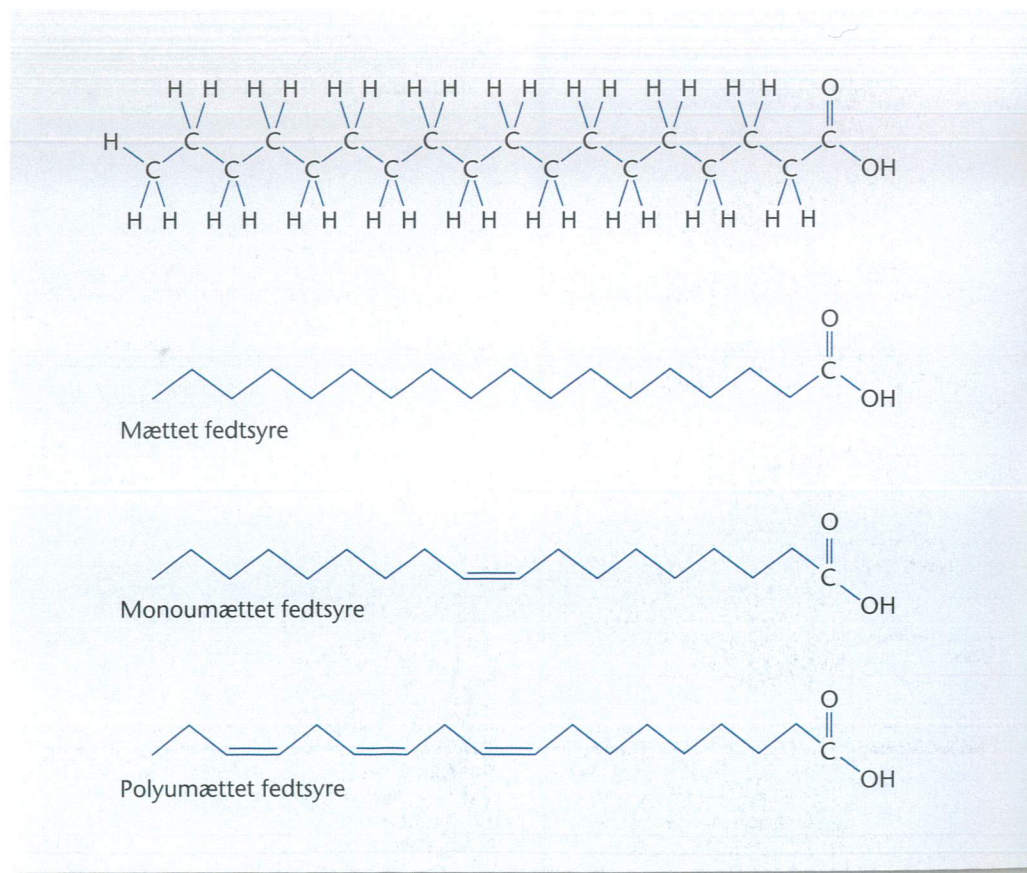
findes én dobbeltbinding, og i polyumættede findes flere dobbeltbindinger mellem carbonatomer. Fedtsyrerne linolsyre og linolensyre er essentielle og skal tilføres med maden.

Bemærk at fosfolipider er opbygget næsten som triglyceriderne.

### Vitaminer

Vitaminer er essentielle organiske stoffer der skal tilføres kroppen i ganske små mængder for at cellerne kan fungere normalt. Vitaminerne inddeles normalt i vand- og fedtopløselige vitaminer. Se figur 158.

Figur 157. Mættet fedtsyre, stearinsyre. For overskuelighedens skyld tegnes den lange kæde af C- og H-atomer blot som en zigzaglinie. Monumættet fedtsyre, oliesyre. Polyumættet fedtsyre, linolensyre.



Figur 158. Oversigt over vitaminer.

Vitamin	Funktion / af betydning for	Mangelsymptomer	Symptomer ved overdosering	Forekomst
<b>Fedtopløselige</b>				
<b>A</b>	Dannelse af synspigment, opretholdelse af normale slimhinder og hud, vækst og reproduktion, immunforsvaret	Natteblindhed, blindhed, væksthæmning, nedsat immunforsvar, tør hud	Hudforandringer, hårtab, knoglesmerter, skader på lever og milt, fosterskader	Som retinol i animalske fødevarer. Som forstadiet karoten i vegetabiliske produkter
<b>D</b>	Optagelse af calcium og fosfat, fremmer opbygning af knogler og tænder	'Engelsk syge' – misdannelse af knoglerne hos børn, knoglesmerter, nedsat muskelkraft og osteoporose	Nyresten, svigtende nyrefunktion, hjertepåvirkning	Især i fed fisk og mælk. Dannes i huden ud fra kolesterol ved påvirkning af solens UV-stråler
<b>E</b>	Fjernelse af frie radikaler i cellerne (antioxidant), immunforsvaret	Blødmangel pga. sprængning af røde blodceller hos for tidligt fødte børn	Øget tendens til blødning, alment ubehag	Planteolier, nødder, fuldkornsprodukter, visse fisk, skaldyr, æg og bladgrøntsager
<b>K</b>	Blodets koagulationsevne	Øget tendens til blødning	Ingen	Især mørkegrønne grøntsager. Bakterier i tarmen danner over 50 % af behovet
<b>Vandopløselige</b>				
<b>B<sub>1</sub> (thiamin)</b>	Dannelse af bindevæv, kulhydratstofsiftet, nervesystemet	Appetitløshed, træthed, irritabilitet. Evt. nervebetændelse, muskellammelser, væskeophobning	Ingen kendte	Gær, indmad, svinekød, fuldkornsprodukter, mælk, bladgrøntsager
<b>B<sub>2</sub> (riboflavin)</b>	Cellernes energistofskifte, næringsstofomsætning	Sår ved mundvigene, overfølsomhed for lys	Ingen kendte	Mælk, kød og indmad, grønne grøntsager, kornprodukter, bælgfrugter
<b>Niacin (B<sub>3</sub>)</b>	Cellernes energistofskifte, næringsstofomsætning	Pellagra med skader på hud og tarmsystem, udvikling af demens og evt. død	Opkastninger, svimmelhed og leverskader	Kød, mælk, grøntsager
<b>B<sub>6</sub> (pyridoxin)</b>	Aminosyreomsætning	Sjældne. Krampes hos børn og blødmangel hos voksne	Psykiske forstyrrelser hos voksne og krampes hos børn	De fleste fødevarer
<b>Pantothensyre (B<sub>5</sub>)</b>	Næringsstofomsætning	Sjældne. Lavt blodtryk	Ingen kendte	Dannes i et vist omfang af den normale tarmflora. De fleste madvarer
<b>Folacin</b>	DNA-syntese, celledeling, dannelse af røde og hvide blodceller	Blødmangel, fosterskader, træthed, diarré	Ingen kendte	De fleste fødevarer
<b>B<sub>12</sub> (cobalamin)</b>	DNA-syntese, nervesystemets funktion, dannelse og modning af røde blodceller	Perniciøs anæmi, degeneration af nerveceller i rygmarven	Ingen kendte	Animalske produkter
<b>Biotin</b>	Næringsstofomsætning, glykogenomsætning	Skællet hud, træthed, muskelsmerter, blødmangel	Ingen kendte	Dannes i et vist omfang af den normale tarmflora. Kød, mælk og kornprodukter
<b>C (ascorbinsyre)</b>	Optagelse af jern, dannelse og vedligeholdelse af bindevæv, kulhydratstofsiftet, fjernelse af frie radikaler i cellerne (antioxidant)	Skørbug med træthed, forkølelser, dårlig sårheling, blødninger i hud og tandkød, tandudfald	Kvalme, diarré og nyresten	Grøntsager og frugt

## Mineraler

Mineraler er essentielle uorganiske stoffer der skal tilføres kroppen i små eller meget små mængder. Ofte inddrages mineralerne i makromineraler, mikromineraler og sporstoffer efter de mængder der skal tilføres kroppen. Mineralernes funktioner i kroppens celler er meget forskellige, og nogle har flere funktioner. Se figur 159. Fx er  $\text{Ca}^{2+}$ -ioner en vigtig bestanddel af vores knogler og tænder, men de er også afgørende for musklernes evne til kontraktion, for blodets koagulation og for frigørelse af transmitterstoffer i nervesystemet, se side 83 ff og 24. En lang række mineraler fungerer som cofaktorer for enzymer. Fx er  $\text{Zn}^{2+}$  cofaktor for alkoholdehydrogenase, se side 195.

## Fibre

Kostfibre kan defineres som den andel af føden der ikke nedbrydes og optages i tyndtarmen, men som helt eller delvist omsættes af bakterier i tyktarmen. Kemisk set vil kostfibre i store træk være lange kæder af kulhydrater, som for eksempel cellulose, hemicellulose (forskellige fem- og seksleddede carbonringe) og pektiner (geléstoffer). Alle kostfibre indgår i plantecellevægge.

Kostfibre vigtigste funktioner er at forsinke tarmindeholdets passage og forhindre forstoppelse, at binde skadelige stoffer, at hindre kraftige blodsukkerstigninger ved at forsinke glukoseoptagelsen i tyndtarmen samt at påvirke tyktarmens bakterieflora i positiv retning, så mængden af proteinnedbrydende forrådnelsesbakterier nedsættes.

Figur 159. Oversigt over mineraler.

Mineral	Forekomst i kroppen	Mangelsymptomer	Symptomer ved overdosering	Forekomst
<b>Makromineraler</b>				
Calcium	Indgår i tænder, knoglevæv og kropsvæsker	Osteoporose, kramper	Nyresten, træthed, hjertearytmi	Mælk, grøntsager, fuldkornsprodukter
Fosfor	Findes som fosfat i kroppens væskefaser. Indgår i fosfolipider, DNA, RNA, ATP, knogler, tænder, proteiner	Kendes ikke	Kendes ikke	De fleste fødevarer
Svovl	Findes som sulfat i kroppens væskefaser. Indgår i proteiner	Kendes ikke	Kendes ikke	Proteiner
Kalium	Findes som $\text{K}^+$ i kroppens væskefaser	Muskelsvækkelse, hjertearytmi	Hjertestop ved store doser	Næsten alle fødevarer
Natrium	Findes som $\text{Na}^+$ i kroppens væskefaser	Muskelkramper	Forhøjet blodtryk	Rigelige mængder i kosten
Klor	Findes som $\text{Cl}^-$ i kroppens væskefaser	Muskelkramper	Forhøjet blodtryk	Rigelige mængder i kosten
Magnesium	Indgår i knoglevæv og som co-faktor i mange enzymer	Hukommelsestab, apati, kramper og hjertearytmi	Kendes ikke	Fuldkornsprodukter, grønne grøntsager, kød og mælk
<b>Mikromineraler</b>				
Jern	Indgår i hæmoglobin og som co-faktor i en række enzymer	Blodmangel	Leverkader, hjertesvigt	Indmad, kød, fuldkornsprodukter, tørret frugt, skaldyr, grønne grøntsager
Fluor	Indgår i tænder og knoglevæv	Øger risikoen for karies	Knogleskader og plettede tænder	Te, drikkevand, fisk
Zink	Indgår som co-faktor i en række enzymer	Natteblindhed, nedsat sårheling, vækst, frugtbarhed og immunforsvar	Diarré, kvalme, opkast	Kød, indmad, fisk, grøntsager, fuldkornsprodukter og mælk
Kobber	Indgår som co-faktor i en række enzymer	Blodmangel	Leverkader	Fuldkornsprodukter, indmad, kød, grøntsager, fisk
Mangan	Indgår som co-faktor i en række enzymer	Kendes ikke	Kendes ikke	Vegetabiliske fødevarer
Selen	Indgår som co-faktor i flere enzymer	Muligvis øget risiko for visse kræftformer	Træthed, metalsmag, hvidløgsånde, tykke negle, føleforstyrrelser, smerter ved hjertet, lammelser	Kød, mælk, fisk, fuldkornsprodukter
Jod	Indgår i skjoldbruskkirtelhormonet thyroxin	Myxødem med stor skjoldbruskkirtel og stofskifteforstyrrelser, sløvhed	Samme symptomer som ved mangel	Saltvandsfisk, skaldyr, havsalt, mælk og fuldkornsprodukter
Sporstoffer	De ovennævnte mineraler er inddelt i makro- og mikromineraler. Endnu flere mineraler er vigtige, blot i meget små mængder. Disse mineraler kaldes sporstoffer. Hertil hører blandt andre krom, molybdæn, kobolt, silicium og nikkel. Grænsen mellem grupperne er ikke skarp.			



Figur 160. Et lækkert morgenmåltid med mange fibre.