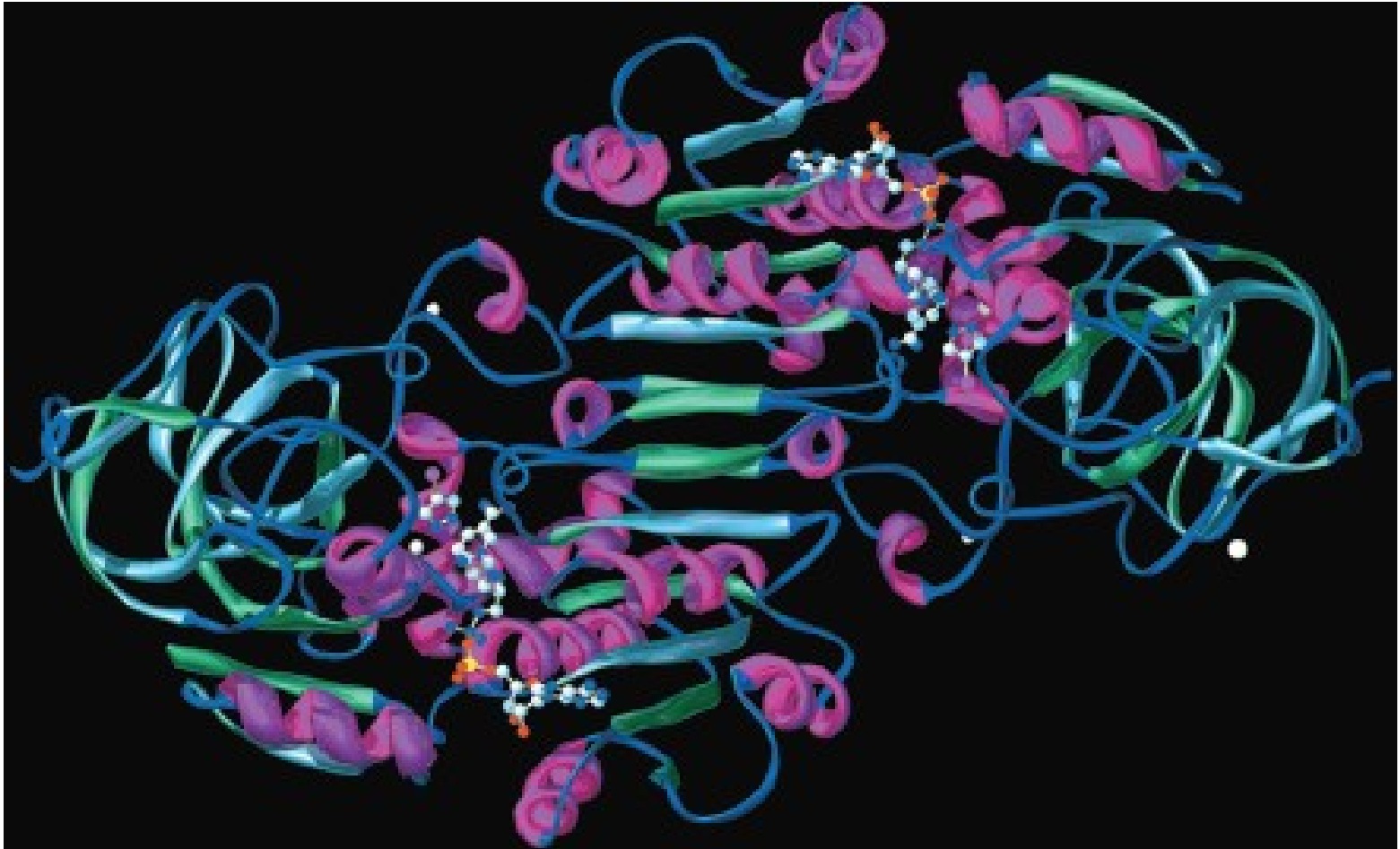


Life Science - Chapter 3: Biological macromolecules and lipids



Jaaroverzicht Life Science

Blok/periode 1

Inleiding tot biologie,
metabolisme

Blok/periode 2

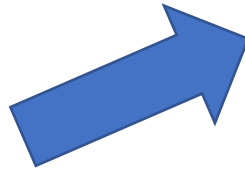
Genetica

Blok/periode 3

Genoomanalyse

Blok/periode 4

Ontwikkelingsbiologie,
zenuwstelsel



✓ Hoofdstuk 1 - Biologie en haar thema's
1.1 en 1.2

✓ Hoofdstuk 6 - Energie en leven
6.1 t/m 6.4

✓ Hoofdstuk 10 - Celrespiratie
10.1 t/m 10.6

✓ Hoofdstuk 3 - Chemie van water
3.1 t/m 3.3

✓ Hoofdstuk 4 - Koolstof: de basis van
moleculaire diversiteit
4.1 t/m 4.3

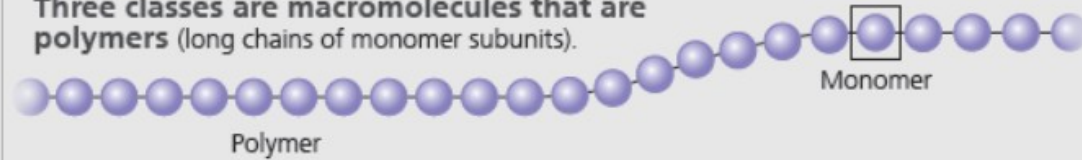
Hoofdstuk 5 - Biologische
macromoleculen en vetten
t/m

Hoofdstuk 7 - Celstructuur en functie
7.1 t/m 7.7

Biologische macromoleculen en vetten

What are the structures and functions of the four important classes of biological molecules?

Three classes are macromolecules that are **polymers** (long chains of monomer subunits).



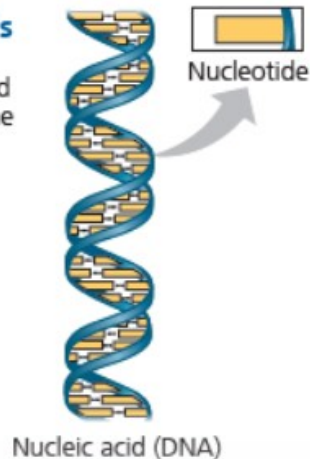
Suikers

Carbohydrates are a source of energy and provide structural support.

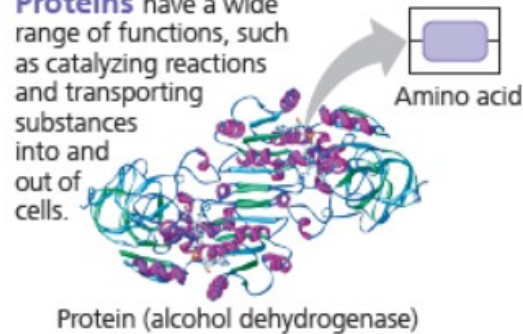


Nucleïnezuren

Nucleic acids store genetic information and function in gene expression.



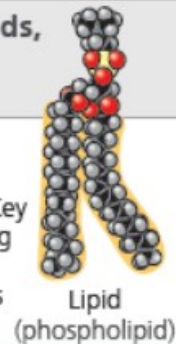
Proteins have a wide range of functions, such as catalyzing reactions and transporting substances into and out of cells.



Eiwitten

The fourth class, lipids, are not polymers or macromolecules.

Lipids are a group of diverse molecules that do not mix well with water. Key functions include providing energy, making up cell membranes, and acting as hormones.



Vetten

Macromoleculen zijn polymeren, opgebouwd uit monomeren

Suikers, eiwitten, vetten en nucleïnezuren zijn grote complexe moleculen = **macromoleculen**

Deze macromoleculen bestaan uit enorm lange kettingachtige structuren, *polymeren*

Polymeer = lang molecuul bestaande uit gelijke of identieke bouwstenen aan elkaar gekoppeld met een covalente binding

De afzonderlijke bouwstenen van een polymeer zijn kleine(re) moleculen = **monomeer**

Macromoleculen zijn polymeren, opgebouwd uit monomeren

Hoewel elk soort polymeer opgebouwd is uit specifieke monomeren is het proces om polymeren op te bouwen of af te breken voor allen hetzelfde

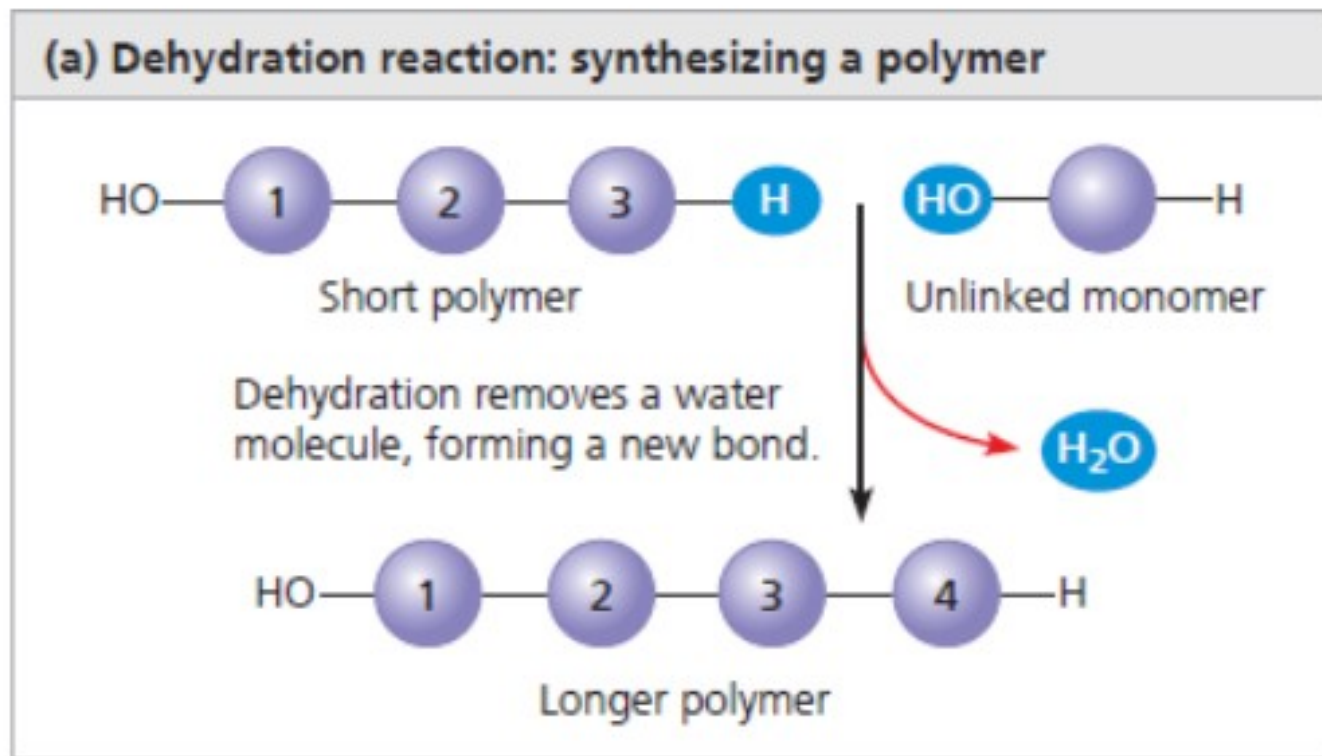
Opbouw wordt **condensatie reactie** genoemd

Een monomeer koppelt met een covalente binding aan een andere monomeer waarbij een klein molecuul 'vrij' komt

Wanneer dit kleine molecuul **water** is dan wordt dit een **dehydratatie reactie** genoemd

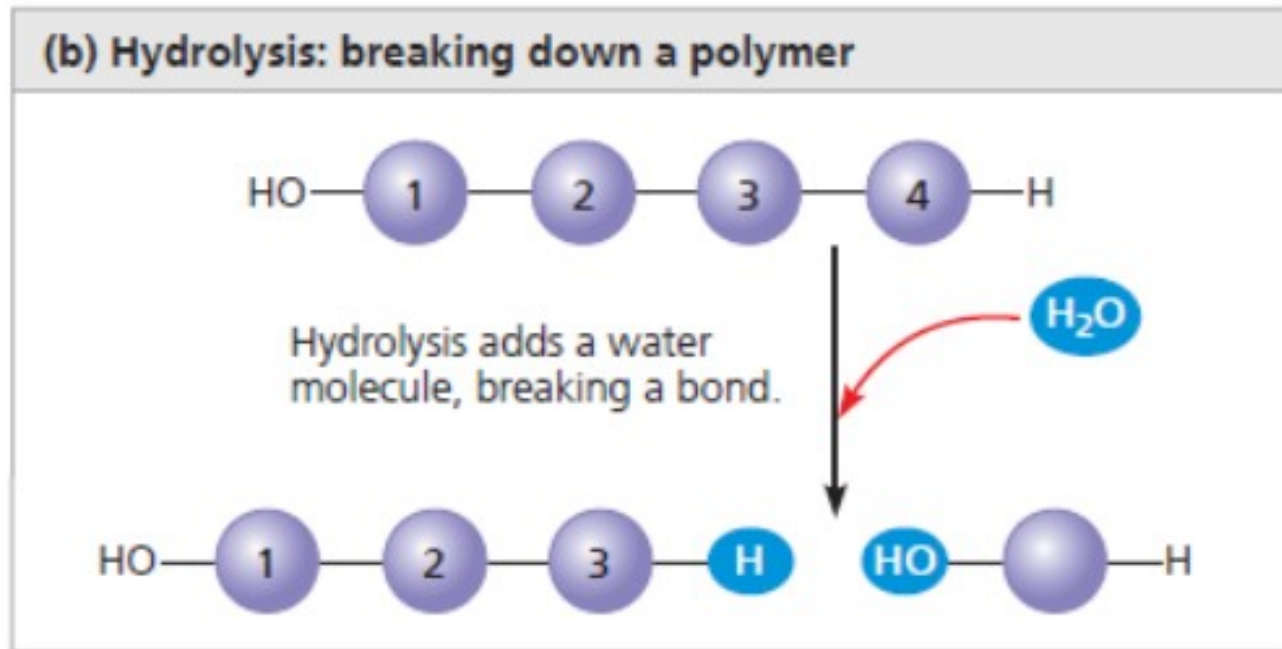
Macromoleculen zijn polymeren, opgebouwd uit monomeren

Suikers en eiwitten worden door dehydratatie reacties gevormd:



Macromoleculen zijn polymeren, opgebouwd uit monomeren

Om lange polymeren weer af te breken tot kleinere polymeren of afzonderlijke monomeren is toevoeging van water nodig, dit wordt **hydrolyse** genoemd



Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-making-breaking-polymers-v2>

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Koolhydraten = suikers én polymeren van suikers

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Disacharide = twee suikermoleculen (twee monosacharides) aan elkaar verbonden met een covalente binding

Polysacharide = lange keten (polymeer) van meer dan twee suikermoleculen (monosacharides) aan elkaar verbonden met covalente bindingen

Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-carbohydrates>

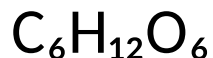
Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Eigenschappen:

- Bestaat uit veelvoud van CH_2O
- Molecuul heeft een carbonyl groep (CO groep) 
- Molecuul heeft meerdere hydroxyl groepen (OH groep)

Bekendste monosacharide: glucose



Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Afhankelijk van de locatie van de carbonyl groep wordt de suiker een *aldose* of *ketose* genoemd

De lengte van de koolstofketen (bij suikers 3 tot 7 koolstofatomen) wordt ook gebruikt om monosachariden in groepen in te delen:

3 koolstofatomen = *triose*

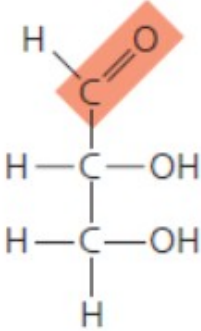
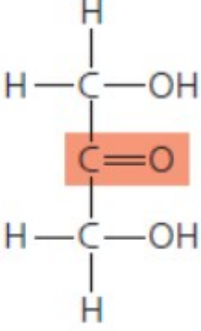
5 koolstofatomen = *pentose*

6 koolstofatomen = *hexose*

Ook de ruimtelijke ordening van atomen (atoomgroepen) rond een asymmetrisch koolstofatoom geeft diversiteit

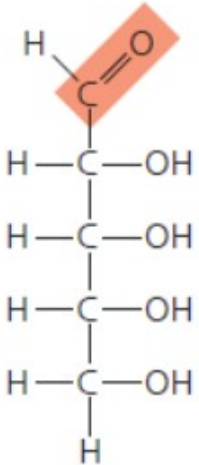
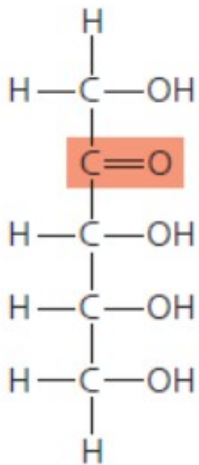
Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Aldoses (Aldehyde Sugars) Carbonyl group at end of carbon skeleton	Ketoses (Ketone Sugars) Carbonyl group within carbon skeleton
Trioses: three-carbon sugars ($C_3H_6O_3$)	
 The diagram shows the chemical structure of glyceraldehyde, an aldose triose. It consists of a three-carbon chain. The top carbon (C1) is part of an aldehyde group, with a hydrogen atom (H) to its left and a double-bonded oxygen atom (O) to its right. The middle carbon (C2) is bonded to a hydrogen atom (H) on the left and a hydroxyl group (OH) on the right. The bottom carbon (C3) is bonded to a hydrogen atom (H) on the left and a hydroxyl group (OH) on the right. The entire C1-C2 bond and the C1=O double bond are highlighted with an orange diamond shape.	 The diagram shows the chemical structure of dihydroxyacetone, a ketose triose. It consists of a three-carbon chain. The top carbon (C1) is bonded to a hydrogen atom (H) above it, a hydrogen atom (H) to its left, and a hydroxyl group (OH) to its right. The middle carbon (C2) is part of a ketone group, with a double-bonded oxygen atom (O) to its right. The bottom carbon (C3) is bonded to a hydrogen atom (H) to its left and a hydroxyl group (OH) to its right. The C2=O double bond is highlighted with an orange rectangle.
Glyceraldehyde An initial breakdown product of glucose	Dihydroxyacetone An initial breakdown product of glucose

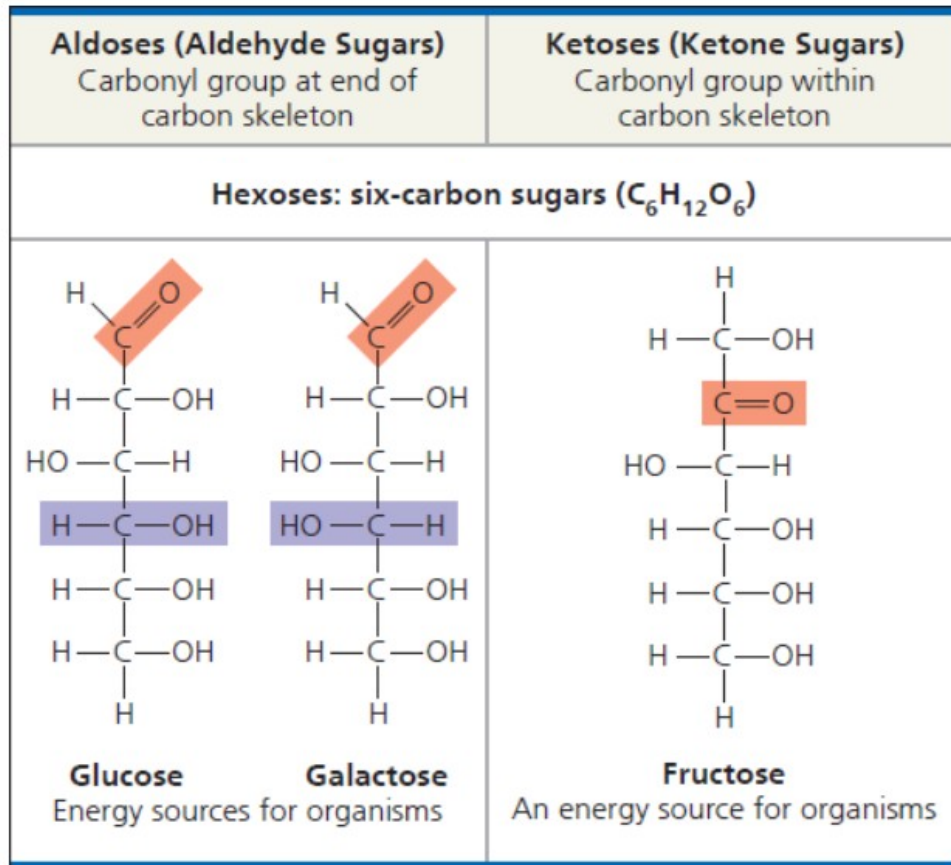
Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Aldoses (Aldehyde Sugars) Carbonyl group at end of carbon skeleton	Ketoses (Ketone Sugars) Carbonyl group within carbon skeleton
Pentoses: five-carbon sugars ($C_5H_{10}O_5$)	
 Ribose A component of RNA	 Ribulose An intermediate in photosynthesis

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

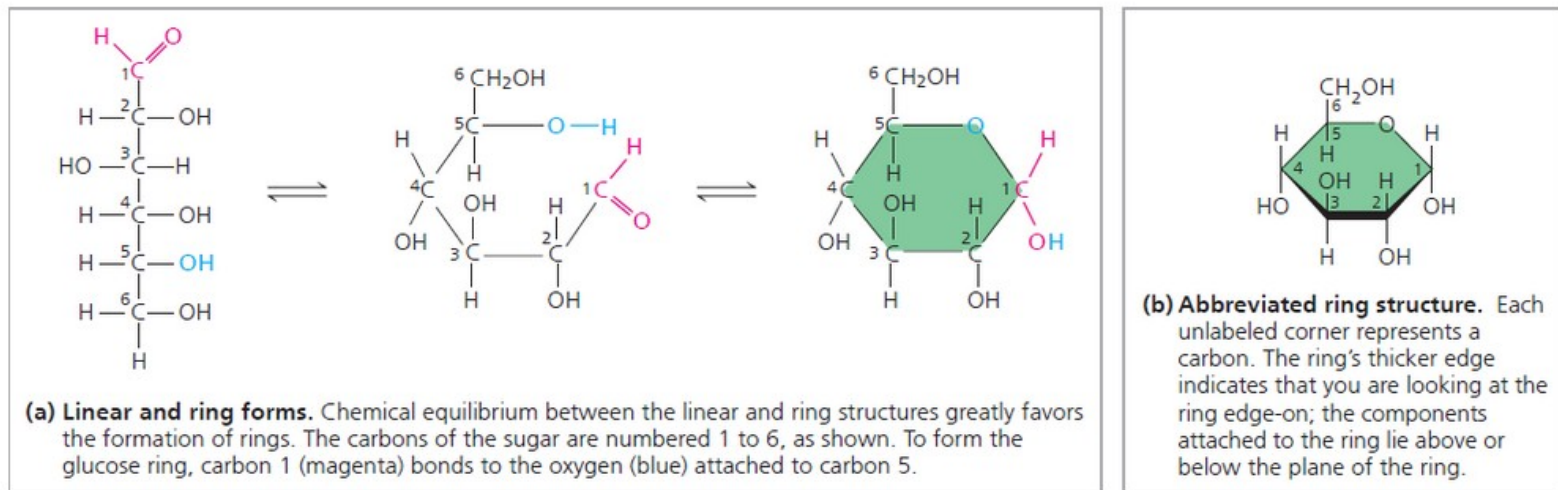


Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Wanneer 5- en 6-koolstof suikers zich in een waterige omgeving bevinden vormen ze een ringstructuur

Figure 5.4 Linear and ring forms of glucose



Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Monosacharide = een enkel suikermolecuul (monomeer)

Worden vooral als *brandstof* gebruikt

Kunnen gebruikt worden als *bouwsteen* voor aminozuren en vetzuren

Wanneer ze niet nodig zijn worden ze *opgeslagen* als disacharide of polysacharide

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Disacharide = twee suikermoleculen (monomeren) gekoppeld via een dehydratatie reactie

De gevormde binding wordt een ***glycosidische binding*** genoemd

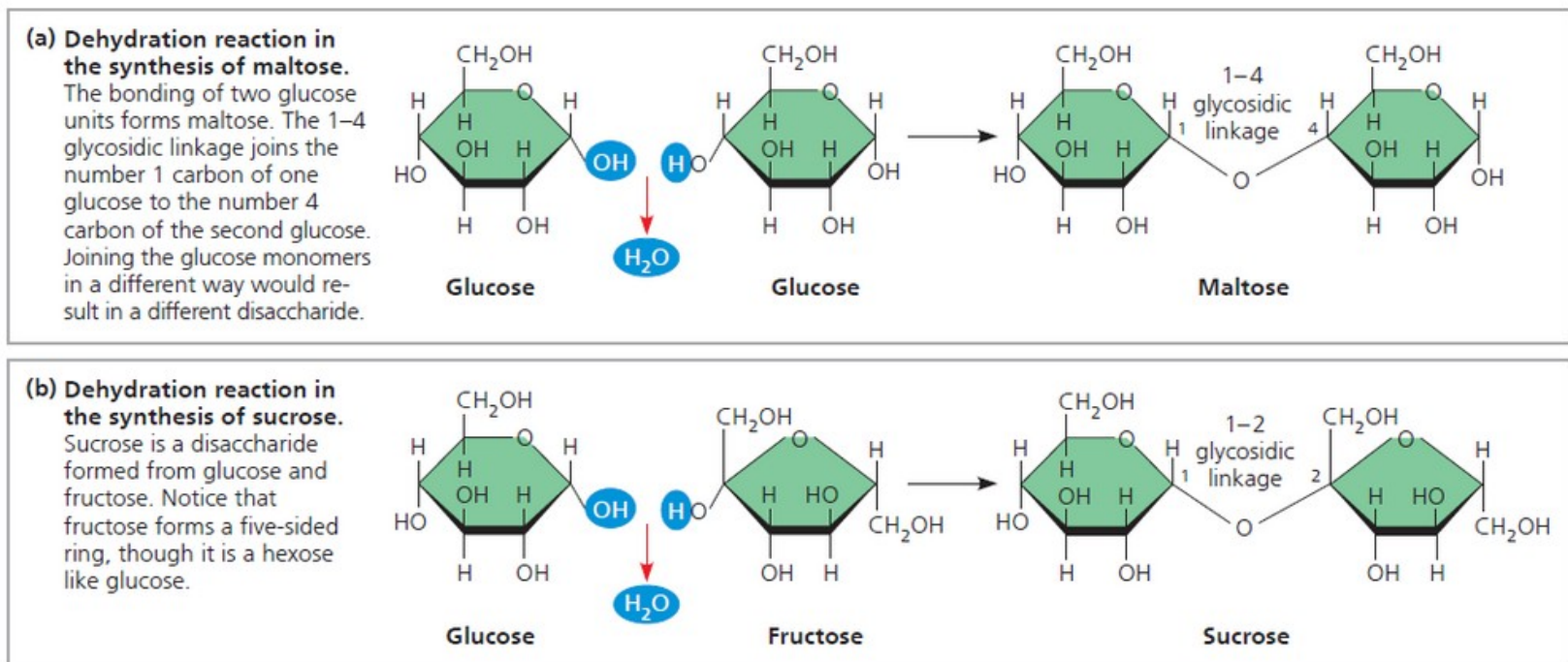
De bekendste disacharide is *sucrose* – ‘tafel’ suiker

Lactose – melksuiker – is een andere bekende disacharide, sommige mensen kunnen dit niet (meer) afbreken en zijn lactose-intolerant

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Disacharide = twee suikermoleculen (monomeren) gekoppeld via een dehydratatie reactie

Figure 5.5 Examples of disaccharide synthesis



Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Polysacharide = polymeren van een paar honderd tot een paar duizend monosachariden met elkaar verbonden via glycosidische bindingen

Polysachariden kunnen een *reserve voorraad* van monosachariden zijn

Polysachariden kunnen *bouwstenen* zijn voor structuren die cellen, of het organisme zelf, beschermen

De bouw en functie van polysachariden worden bepaald door welke monosachariden gekoppeld worden en waar de glycosidische binding wordt gevormd

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

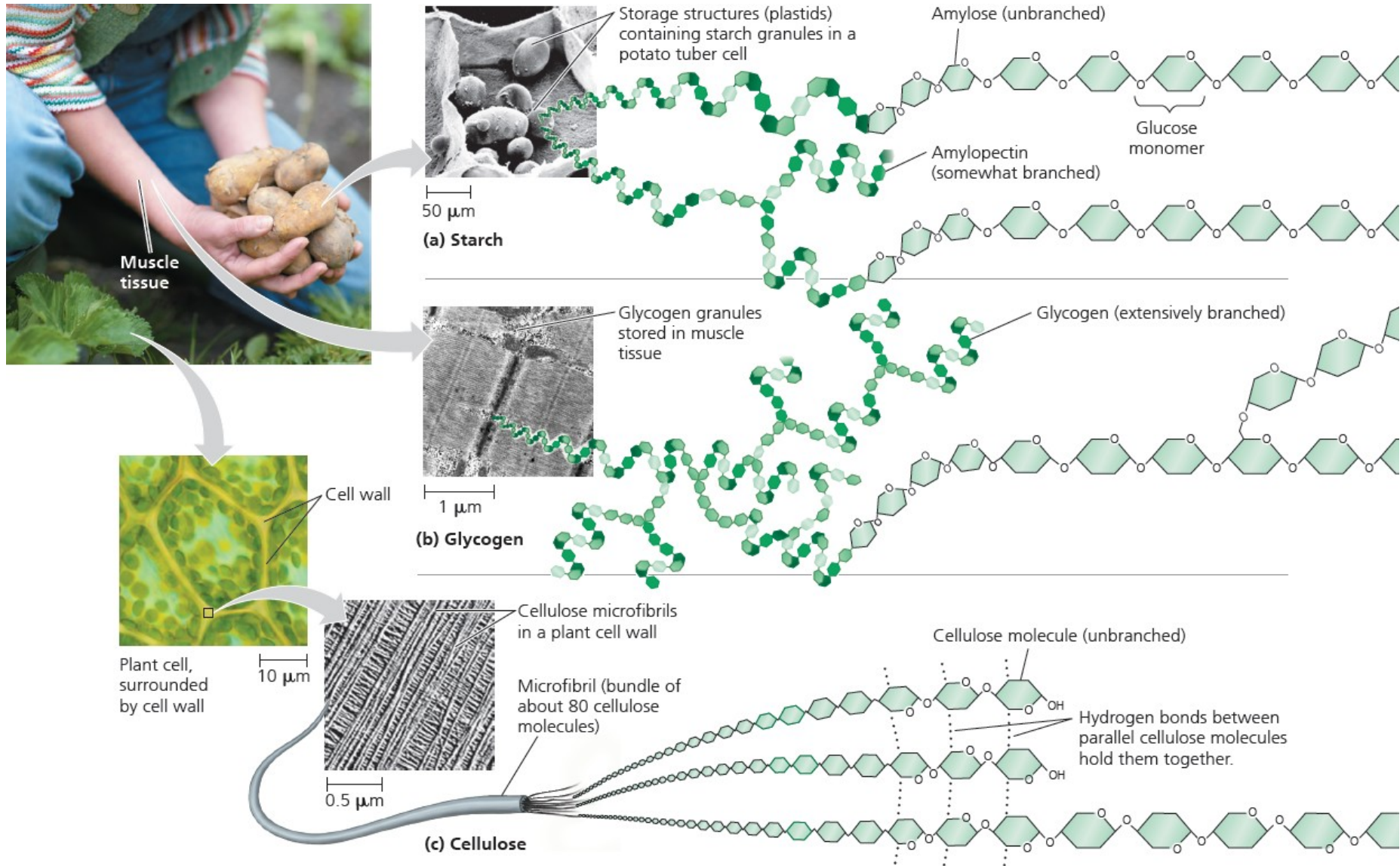
Polysacharide = polymeren van een paar honderd tot een paar duizend monosachariden met elkaar verbonden via glycosidische bindingen

Planten slaan de suiker glucose op als de polysacharide *zetmeel* – in plastiden

Dieren slaan de suiker glucose op als de polysacharide *glycogeen* – in lever en spieren

Wanneer glucose nodig is als *brandstof* worden deze polysachariden via hydrolyse afgebroken en komt glucose vrij

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen



Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Polysacharide = polymeren van een paar honderd tot een paar duizend monosachariden met elkaar verbonden via glycosidische bindingen

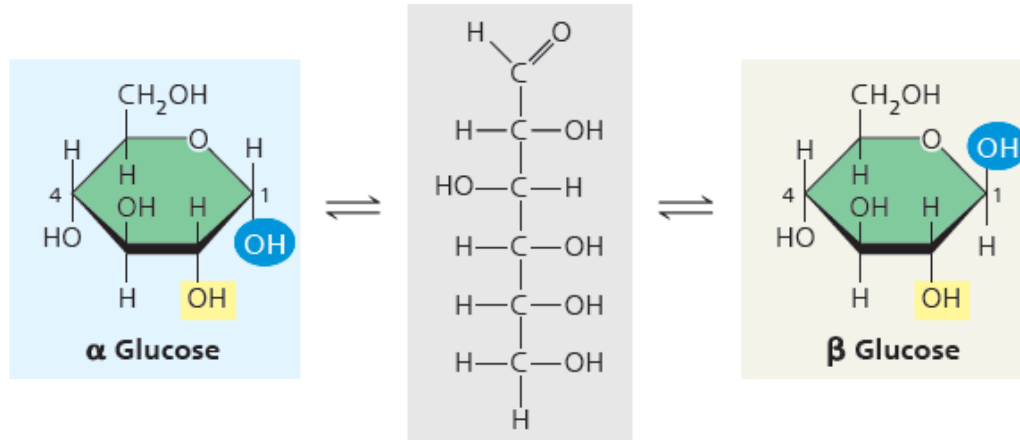
Planten kunnen met glucose ook een andere polysacharide maken: *cellulose*

Het verschil met zetmeel komt door een verschil in glycosidische binding tussen andersoortige glucosemoleculen

Cellulose is een bouwsteen voor de sterke celwand die plantencellen omgeven

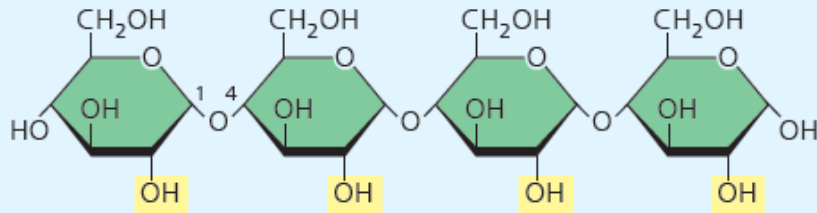
Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

(a) α and β glucose ring structures. These two interconvertible forms of glucose differ in the placement of the hydroxyl group (highlighted in blue) attached to the number 1 carbon.

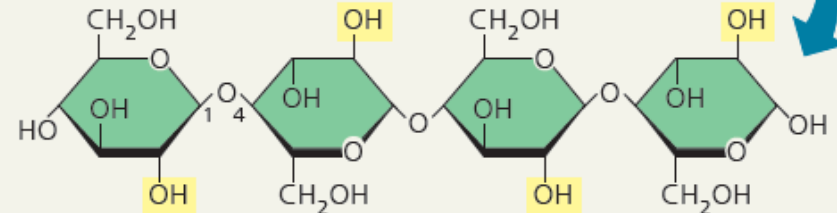


"Insoluble Fiber" listed on food labels is mainly cellulose, shown below.

Nutrition Facts	
Dietary Fiber 4g	16%
Soluble Fiber 2g	
Insoluble Fiber 2g	



(b) Starch: 1–4 linkage of α glucose monomers. All monomers are in the same orientation. Compare the positions of the —OH groups highlighted in yellow with those in cellulose (c).



(c) Cellulose: 1–4 linkage of β glucose monomers. In cellulose, every β glucose monomer is upside down with respect to its neighbors. (See the highlighted —OH groups.)

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Polysacharide = polymeren van een paar honderd tot een paar duizend monosachariden met elkaar verbonden via glycosidische bindingen

Planten kunnen met glucose ook een andere polysacharide maken: *cellulose*

Er zijn maar weinig organismen die het enzym aanmaken om de bindingen van cellulose te hydrolyseren tot losse glucose moleculen – sommige prokaryoten, protisten en schimmels

Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-starch-cellulose-and-glycogen-structures>

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

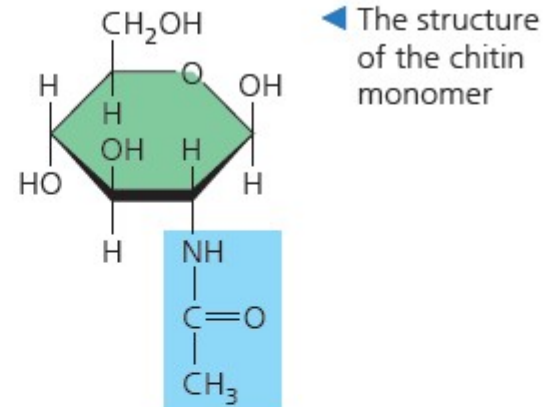
Polysacharide = polymeren van een paar honderd tot een paar duizend monosachariden met elkaar verbonden via glycosidische bindingen

Chitine is, net als cellulose, een polysacharide die als bouwsteen gebruikt wordt

Geleedpotigen vormen met chitine hun uitwendige skelet
Schimmels vormen met chitine een celwand

Koolhydraten als brandstof en bouwsteen

Polysacharide = polymeren van een paar honderd tot een paar duizend monosachariden met elkaar verbonden via glycosidische bindingen



◀ Chitin, embedded in proteins, forms the exoskeleton of arthropods. This emperor dragonfly (*Anax imperator*) is molting—shedding its old exoskeleton (brown) and emerging upside down in adult form.

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Lipiden zijn geen 'echte' polymeren en vaak ook niet groot genoeg om 'echte' macromoleculen te zijn

Hebben allemaal dezelfde eigenschap: de samengestelde moleculen zijn **hydrofoob**

Lipiden zijn divers in vorm en functie, biologisch belangrijkste groepen:

- Vetten
- Fosfolipiden
- Steroïden

Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-lipids>

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Vetten bestaan uit twee kleinere 'bouwstenen' - een *glycerol* molecuul waar drie *vetzuren* aan gekoppeld zijn

Glycerol is een alcohol bestaande uit 3 koolstof atomen met elk een OH groep

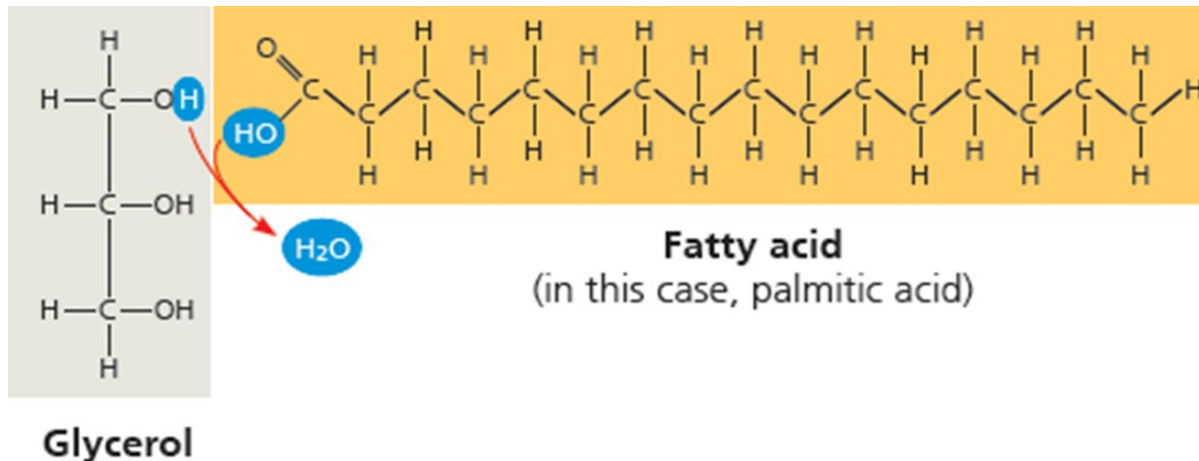
De vetzuren zijn meestal een koolwaterstofketen van tussen 16 en 18 koolstof atomen lang

Het koolstofatoom aan één kant van de keten is onderdeel van een carboxyl-groep

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Vetten bestaan uit twee kleinere 'bouwstenen' - een *glycerol* molecuul waar drie *vetzuren* aan gekoppeld zijn

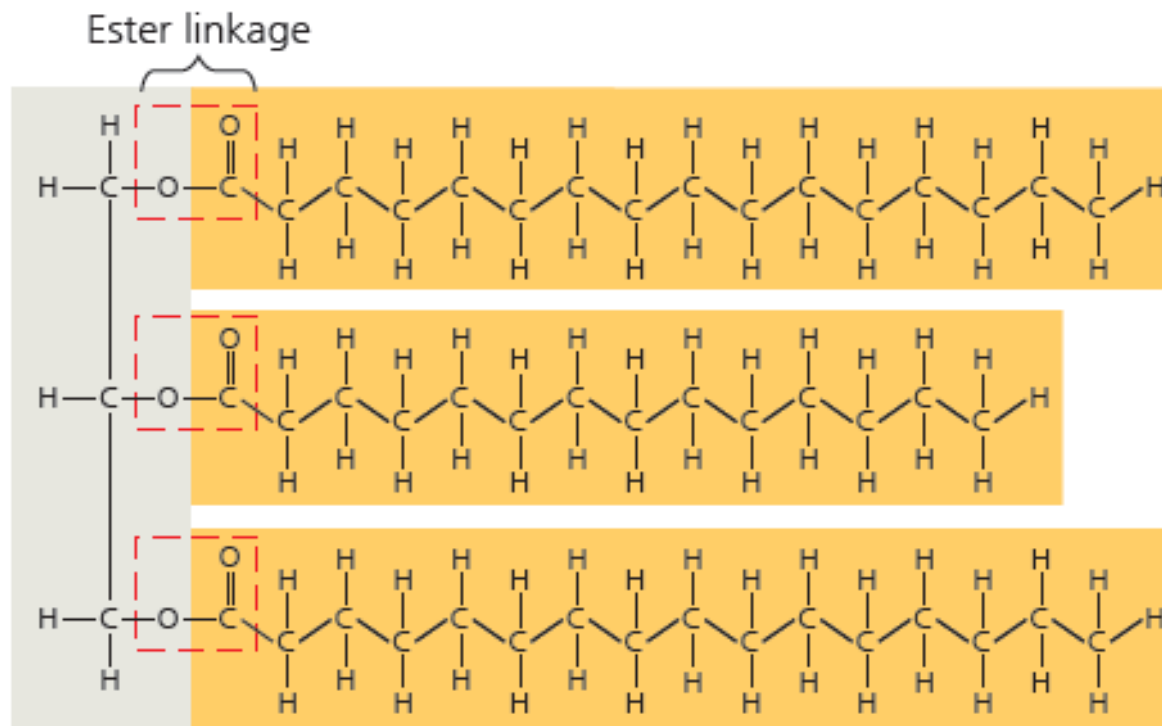
Elke vetzuur wordt met een dehydratatiereactie aan het glycerolmolecuul gekoppeld



- (a) **One of three dehydration reactions in the synthesis of a fat.**
One water molecule is removed for each fatty acid joined to the glycerol.

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Bij de dehydratatie reactie ontstaat een *ester binding*



(b) A fat molecule (triacylglycerol) with three fatty acid units.
In this example, two of the fatty acid units are identical.

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Vetten bestaan uit twee kleinere 'bouwstenen' - een *glycerol* molecuul waar drie *vetzuren* aan gekoppeld zijn

Op basis van afwezigheid of aanwezigheid van dubbele bindingen in de koolwaterstof 'staarten' van de triglyceride zijn er:

- Verzadigde vetzuren
- Onverzadigde vetzuren

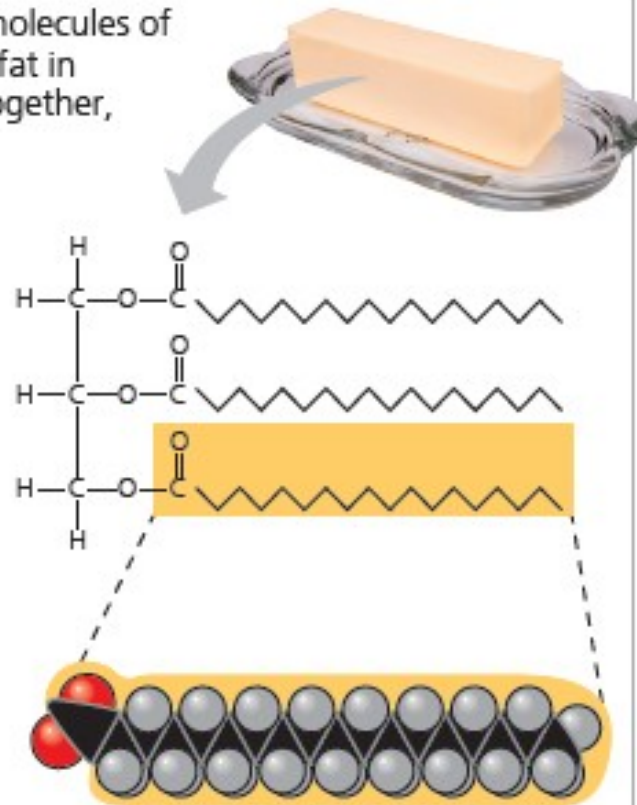
Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

(a) Saturated fat

At room temperature, the molecules of a saturated fat, such as the fat in butter, are packed closely together, forming a solid.

Structural formula of a saturated fat molecule (Each hydrocarbon chain is represented as a zigzag line, where each bend represents a carbon atom; hydrogens are not shown.)

Space-filling model of stearic acid, a saturated fatty acid (red = oxygen, black = carbon, gray = hydrogen)



Verzadigde vetzuren

- Enkele bindingen
- Vast bij kamertemperatuur
- Dierlijke vetten
- Ongezonder

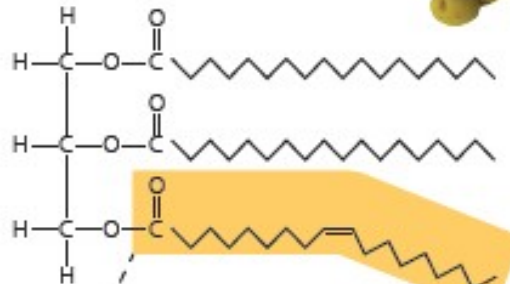
Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

(b) Unsaturated fat

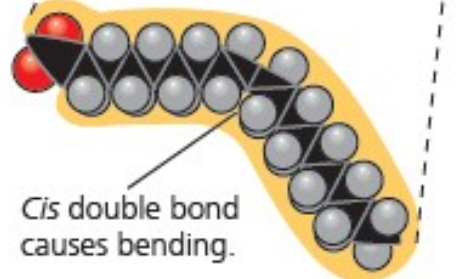
At room temperature, the molecules of an unsaturated fat such as olive oil cannot pack together closely enough to solidify because of the kinks in some of their fatty acid hydrocarbon chains.



Structural formula of an unsaturated fat molecule



Space-filling model of oleic acid, an unsaturated fatty acid



Onverzadigde vetzuren

- Dubbele binding(en)
- *Cis*-structuren
- Vloeibaar bij kamertemperatuur
- Plantaardige vetten
- Gezonder

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Vetten bestaan uit twee kleinere 'bouwstenen' - een *glycerol* molecuul waar drie *vetzuren* aan gekoppeld zijn

Bevat twee keer meer potentiële energie dan eenzelfde hoeveelheid zetmeel

Dieren maken liever een *vetopslag* aan als brandstofvoorraad, dit is compacter dan een zetmeel opslag:

vetcellen

Vetcellen vormen ook een soort stootkussen om organen en zorgen voor een isolerende laag onder de huid

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Een ander soort lipide essentieel voor cellen zijn de *fosfolipiden*

Fosfolipiden bestaan uit drie kleinere 'bouwstenen': een glycerol molecuul waar twee vetzuren aan gekoppeld zijn én een fosfaatgroep

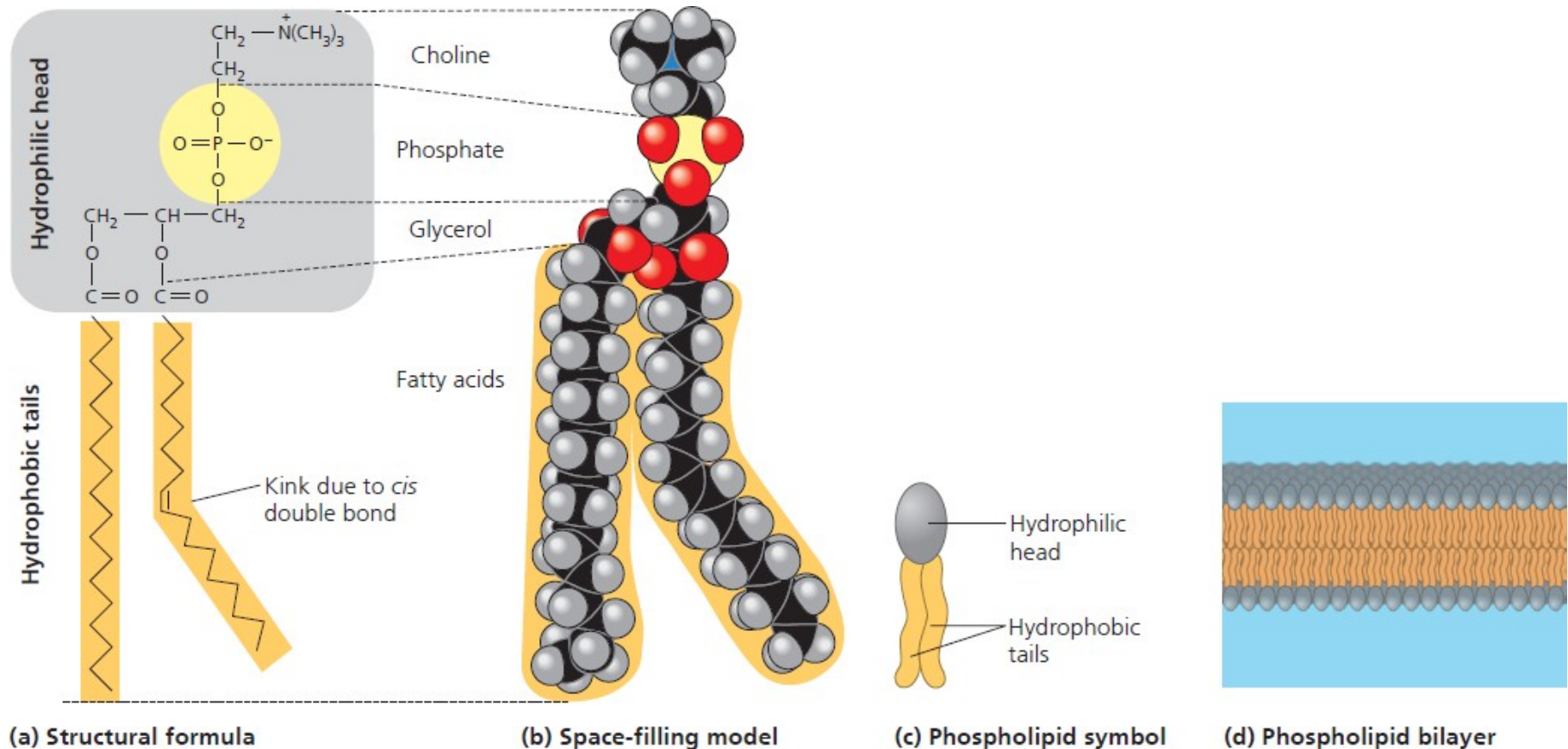
Aan de fosfaatgroep zit vaak nog een extra molecuul gekoppeld zoals choline

Het fosfaatdeel van de fosfolipide = hydrofiel

De vetzuurstaarten = hydrofoob

In water vormen fosfolipiden een dubbele laag waarbij de vetzuurstaarten naar elkaar gekeerd zijn en de fosfaatdelen waterstofbruggen met watermoleculen vormen

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen



Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-bio-figure-walkthroughs-the-structure-of-a-phospholipid>

Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Fosfolipiden zijn de basis voor de celmembranen van cellen en membranen van celorganellen!

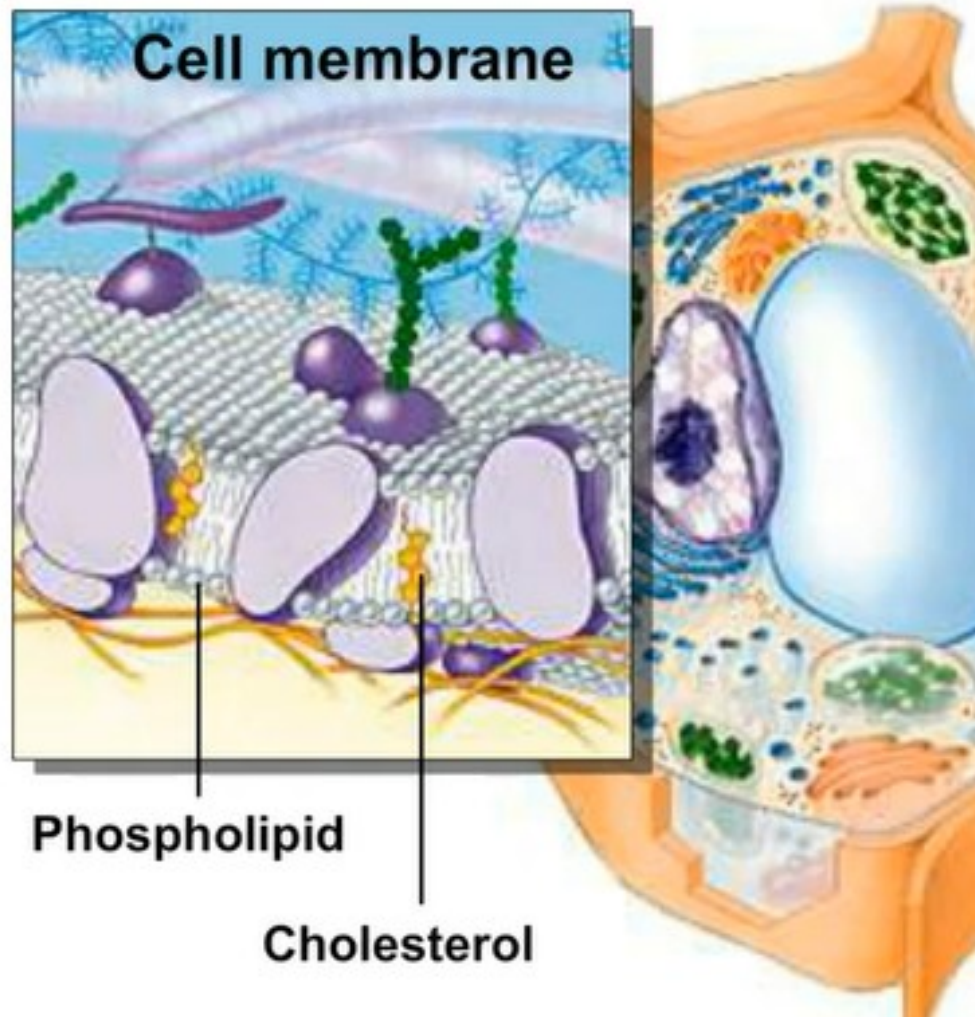
Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Steroïden bestaan uit vier aan elkaar gekoppelde *ringvormige* koolwaterstofmoleculen waaraan specifieke groepen gekoppeld zijn

Bij dieren is ***cholesterol*** een belangrijke steroïde:

- Component van celmembranen
- Basis voor de steroïden oestrogeen en testosteron

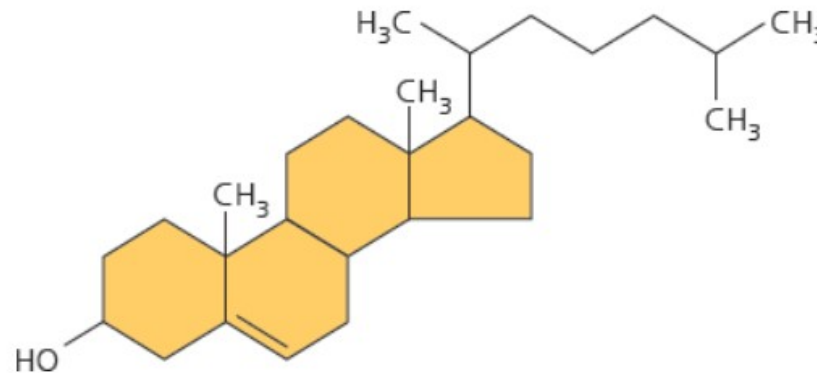
Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen



Lipides, een diverse groep hydrofobe moleculen

Steroïden bestaan uit vier aan elkaar gekoppelde *ringvormige* koolwaterstofmoleculen waaraan specifieke groepen gekoppeld zijn

Figure 5.12 Cholesterol, a steroid



Cholesterol is the molecule from which other steroids, including the sex hormones, are synthesized. Steroids vary in the chemical groups attached to their four interconnected rings (shown in gold).

Eiwitten

Eiwitten zijn essentieel voor het functioneren van een cel

Het drooggewicht van een cel bestaat voor 40% uit eiwitten

Eiwitten kunnen veel verschillende functies hebben

Welke ken je?

Eiwitten

Eiwitten functies:

- Enzymatisch
- Defensief
- Opslag
- Transport
- Communicatief (hormonen)
- Receptor
- Contractie en motor
- Structuur
- Gen regulerend

Eiwitten

Enzymatic proteins

Function: Selective acceleration of chemical reactions

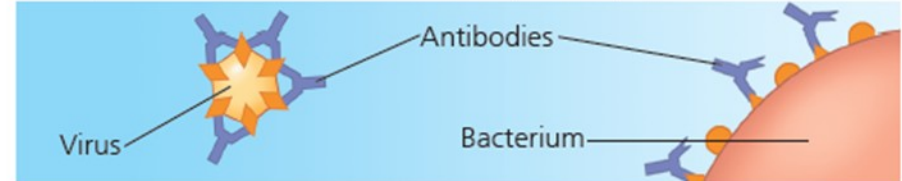
Example: Digestive enzymes catalyze the hydrolysis of bonds in food molecules.



Defensive proteins

Function: Protection against disease

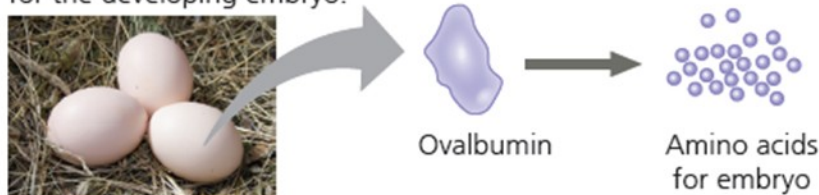
Example: Antibodies inactivate and help destroy viruses and bacteria.



Storage proteins

Function: Storage of amino acids

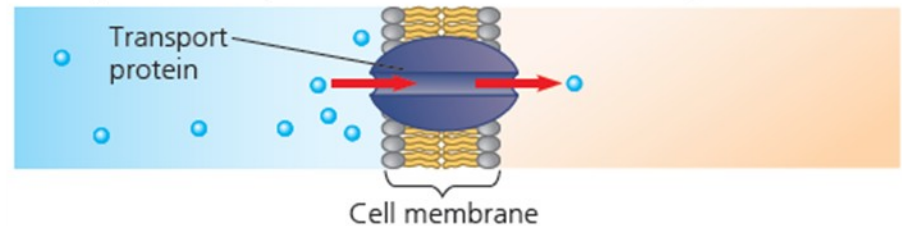
Examples: Casein, the protein of milk, is the major source of amino acids for baby mammals. Plants have storage proteins in their seeds. Ovalbumin is the protein of egg white, used as an amino acid source for the developing embryo.



Transport proteins

Function: Transport of substances

Examples: Hemoglobin, the iron-containing protein of vertebrate blood, transports oxygen from the lungs to other parts of the body. Other proteins transport molecules across membranes, as shown here.

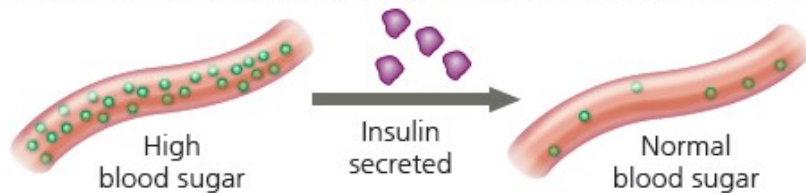


Eiwitten

Hormonal proteins

Function: Coordination of an organism's activities

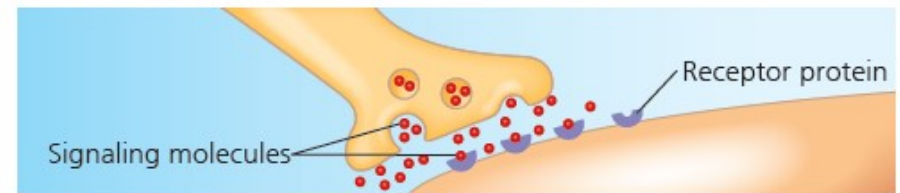
Example: Insulin, a hormone secreted by the pancreas, causes other tissues to take up glucose, thus regulating blood sugar concentration.



Receptor proteins

Function: Response of cell to chemical stimuli

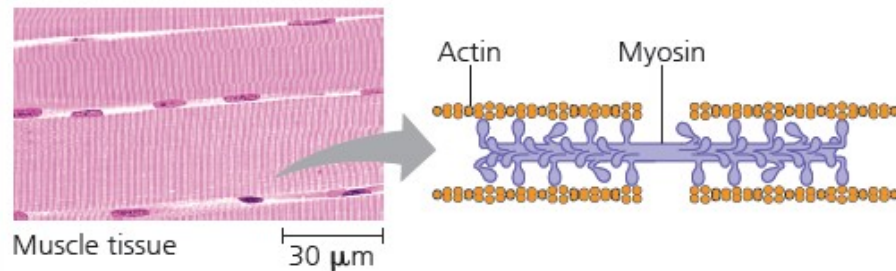
Example: Receptors built into the membrane of a nerve cell detect signaling molecules released by other nerve cells.



Contractile and motor proteins

Function: Movement

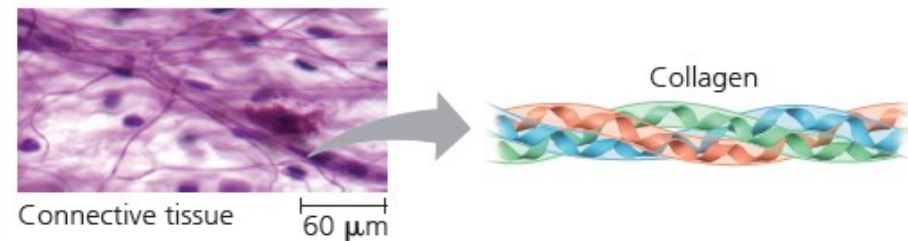
Examples: Motor proteins are responsible for the undulations of cilia and flagella. Actin and myosin proteins are responsible for the contraction of muscles.



Structural proteins

Function: Support

Examples: Keratin is the protein of hair, horns, feathers, and other skin appendages. Insects and spiders use silk fibers to make their cocoons and webs, respectively. Collagen and elastin proteins provide a fibrous framework in animal connective tissues.



Eiwitten

Eiwitten zijn biologisch functionele moleculen bestaande uit meerdere ***polypeptiden***, elk gevouwen en gedraaid in een specifieke 3-dimensionale structuren

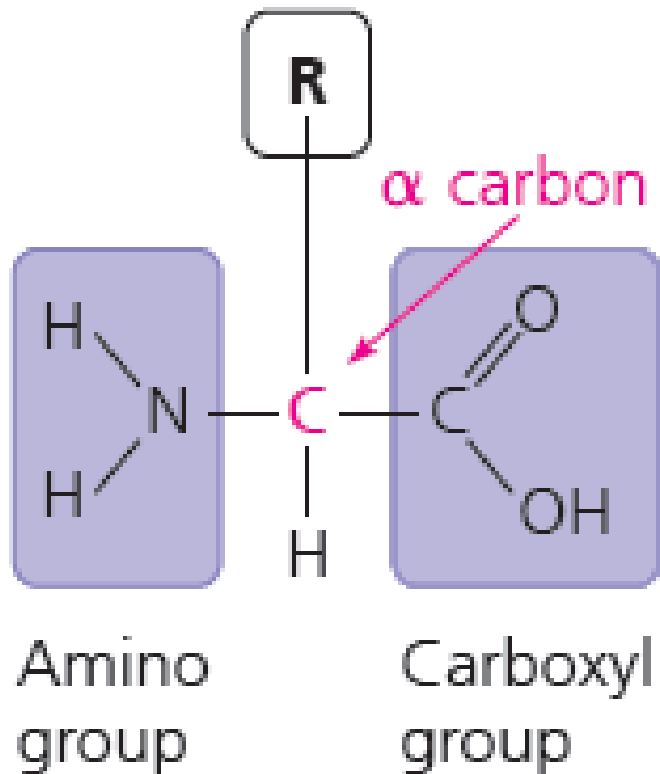
Polypeptide = onvertakte polymeer van *aminozuren* waarbij de aminozuren via een ***peptide-binding*** met elkaar zijn verbonden

Er zijn 20 verschillende aminozuren

Eiwitten

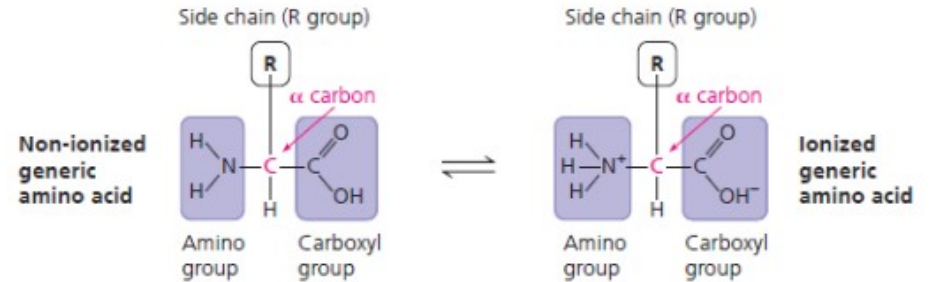
Aminozuren hebben eenzelfde bouwplan:

Side chain (R group)



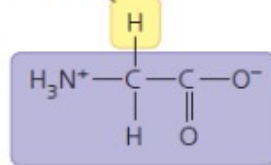
- centraal asymmetrisch koolstofatoom
- een waterstofatoom
- een aminogroep
- een carboxylgroep
- een restgroep R

Eiwitten

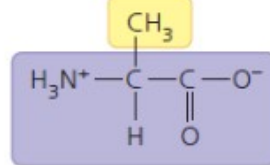


Nonpolar side chains; hydrophobic

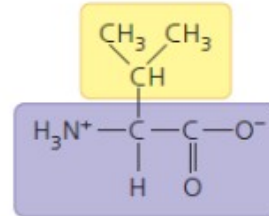
Side chain (R group)



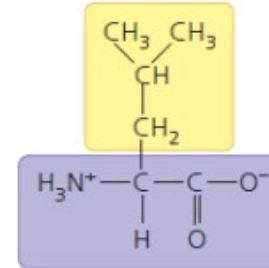
Glycine
(Gly or G)



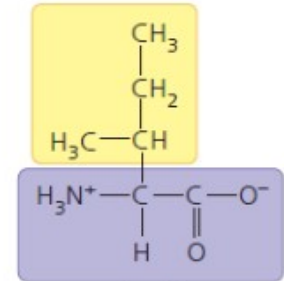
Alanine
(Ala or A)



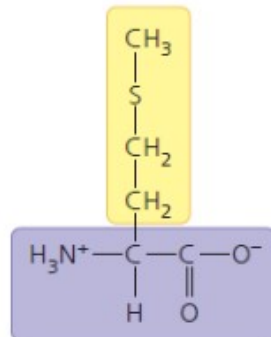
Valine
(Val or V)



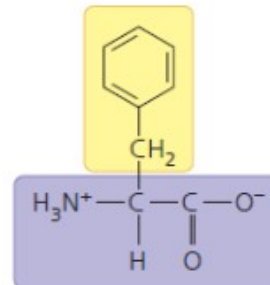
Leucine
(Leu or L)



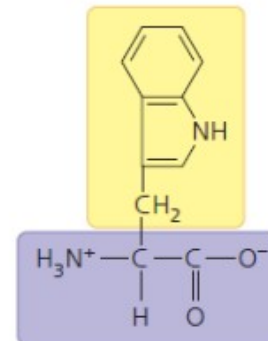
Isoleucine
(Ile or I)



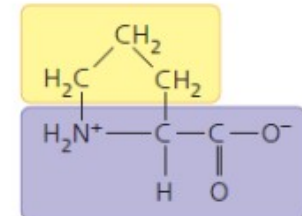
Methionine
(Met or M)



Phenylalanine
(Phe or F)



Tryptophan
(Trp or W)

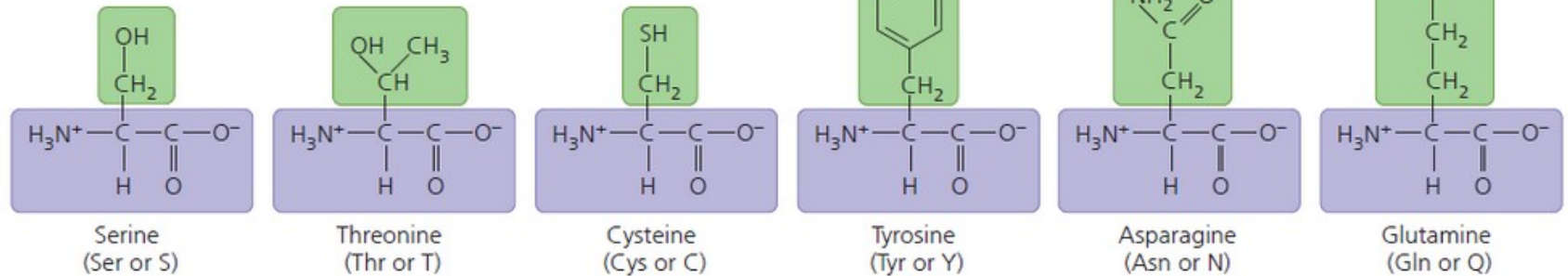


Proline
(Pro or P)

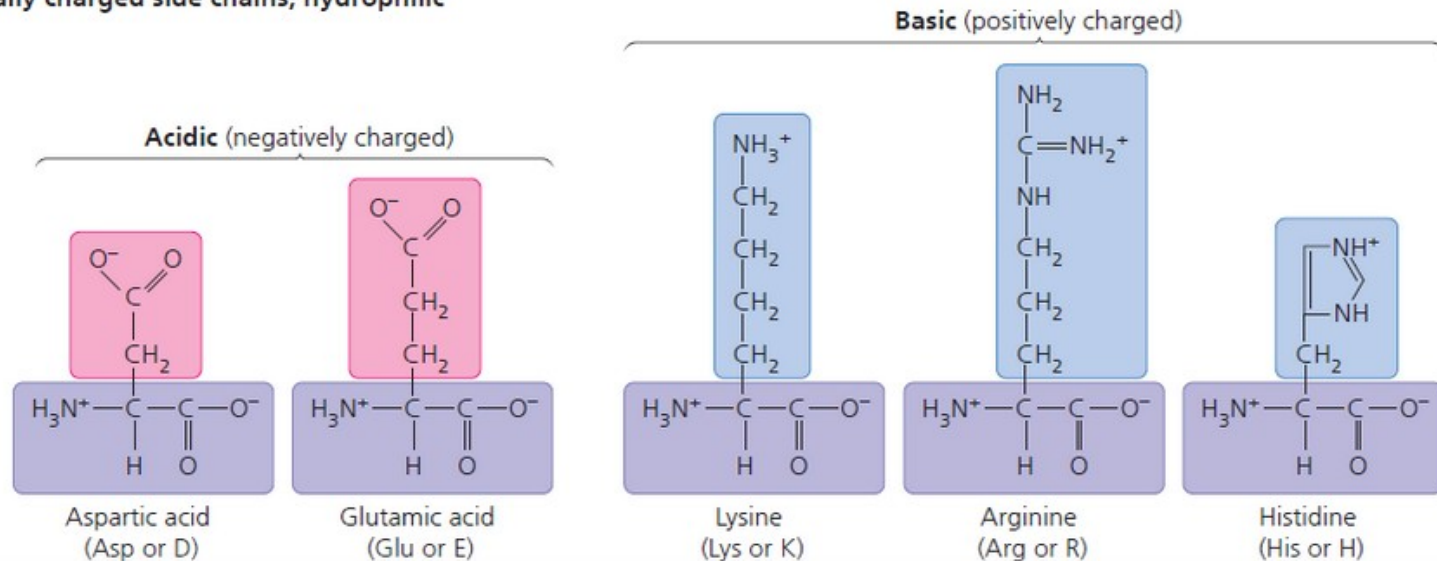
Eiwitten

Polar side chains; hydrophilic

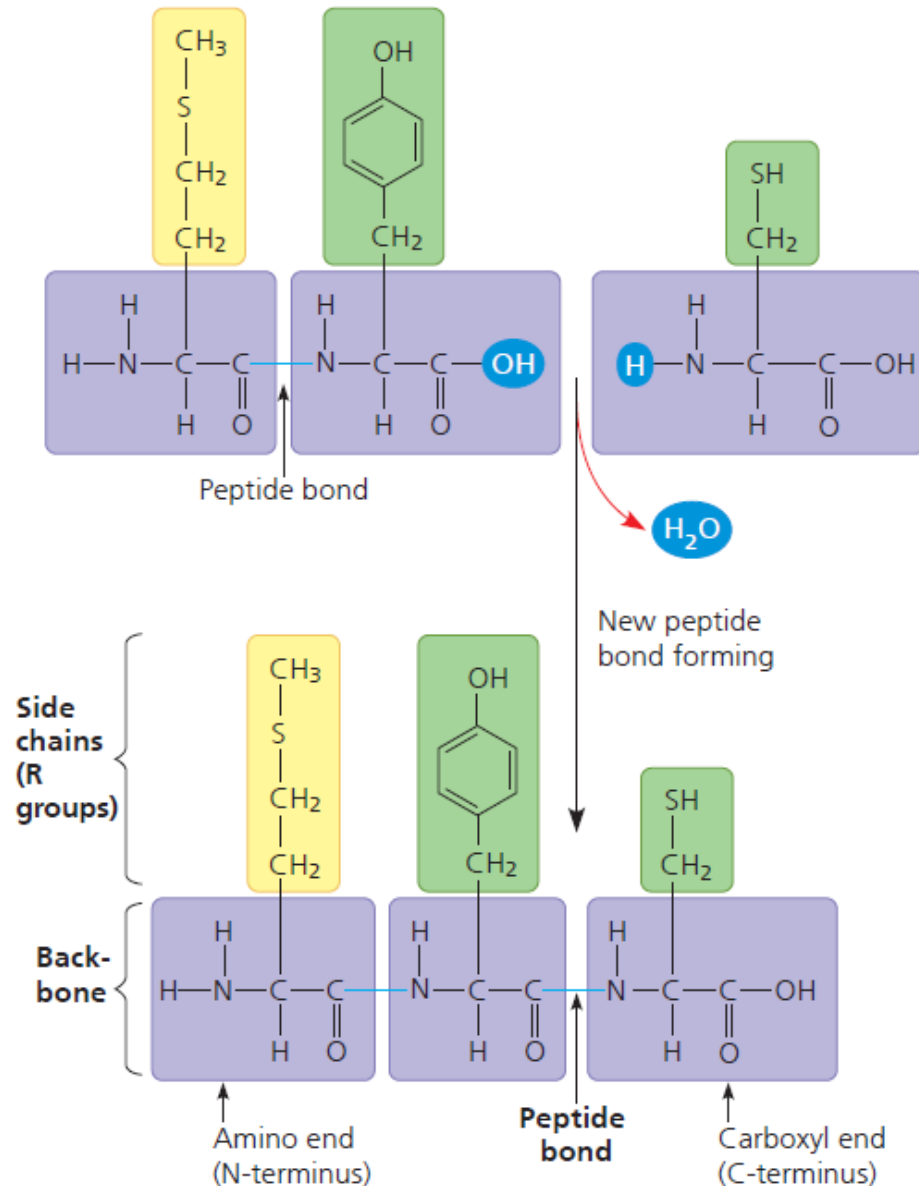
Since cysteine is only weakly polar, it is sometimes classified as a nonpolar amino acid.



Electrically charged side chains; hydrophilic



Eiwitten



Aminozuren worden via een peptide-binding aan elkaar verbonden om zo een polypeptide te vormen

Eiwitten

Eiwitten zijn biologisch functionele moleculen bestaande uit meerdere ***polypeptiden***, elk gevouwen en gedraaid in een specifieke 3-dimensionale structuren

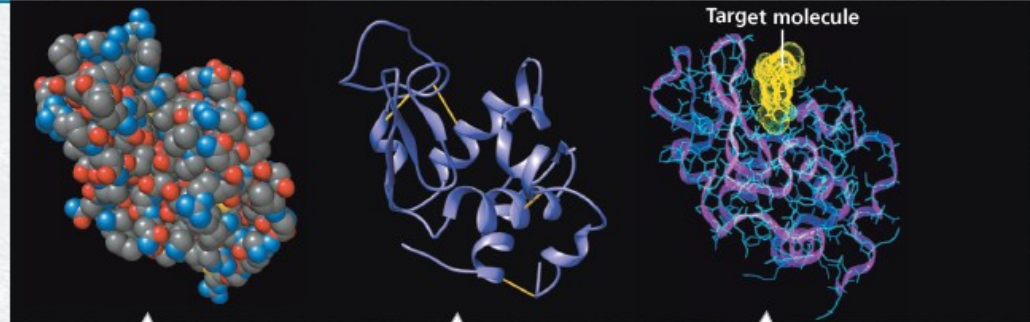
Complex om weer te geven

Eiwitten

Proteins can be represented in different ways, depending on the goal of the illustration.

Structural Models

Using data from structural studies of proteins, computers can generate various types of models. Each model emphasizes a different aspect of the protein's structure, but no model can show what a protein actually looks like. These three models depict lysozyme, a protein in tears and saliva that helps prevent infection by binding to target molecules on bacteria.



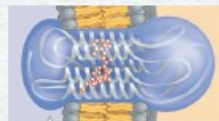
Space-filling model: Emphasizes the overall globular shape. Shows all the atoms of the protein (except hydrogen), which are color-coded: gray = carbon, red = oxygen, blue = nitrogen, and yellow = sulfur.

Ribbon model: Shows only the polypeptide backbone, emphasizing how it folds and coils to form a 3-D shape, in this case stabilized by disulfide bridges (yellow lines).

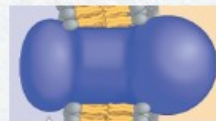
Wireframe model (blue): Shows the polypeptide backbone with side chains extending from it. A ribbon model (purple) is superimposed on the wireframe model. The bacterial target molecule (yellow) is bound.

Simplified Diagrams

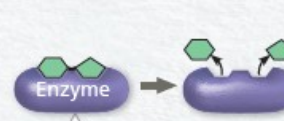
It isn't always necessary to use a detailed computer model; simplified diagrams are useful when the focus of the figure is on the function of the protein, not the structure.



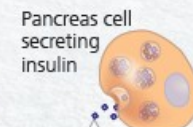
A transparent shape is drawn around the contours of a ribbon model of the protein rhodopsin, showing the shape of the molecule as well as some internal details.



When structural details are not needed, a solid shape can be used.



A simple shape is used here to represent a generic enzyme because the diagram focuses on enzyme action in general.



Sometimes a protein is represented simply as a dot, as shown here for insulin.

Eiwitten

Eiwitten zijn biologisch functionele moleculen bestaande uit meerdere ***polypeptiden***, elk gevouwen en gedraaid in een specifieke 3-dimensionale structuren

De 4 structuurniveau's van aminozuren naar eiwit:

- Primaire structuur
- Secundaire structuur
- Tertiaire structuur
- Quartinaire structuur (wanneer het eiwit uit meerdere polypeptiden bestaat)

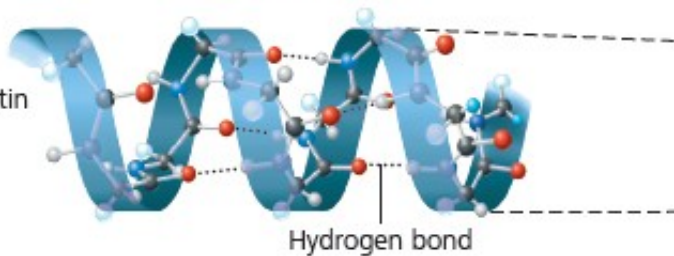
Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-protein-structure>

Eiwitten

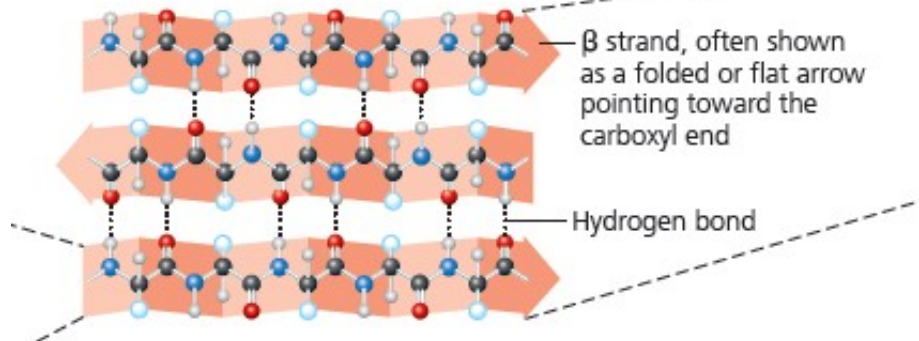
Secondary Structure

Regions stabilized by hydrogen bonds
between atoms of the polypeptide backbone

A region
of α helix
in transthyretin



A region of β pleated sheet (made up of
adjacent β strands) in transthyretin

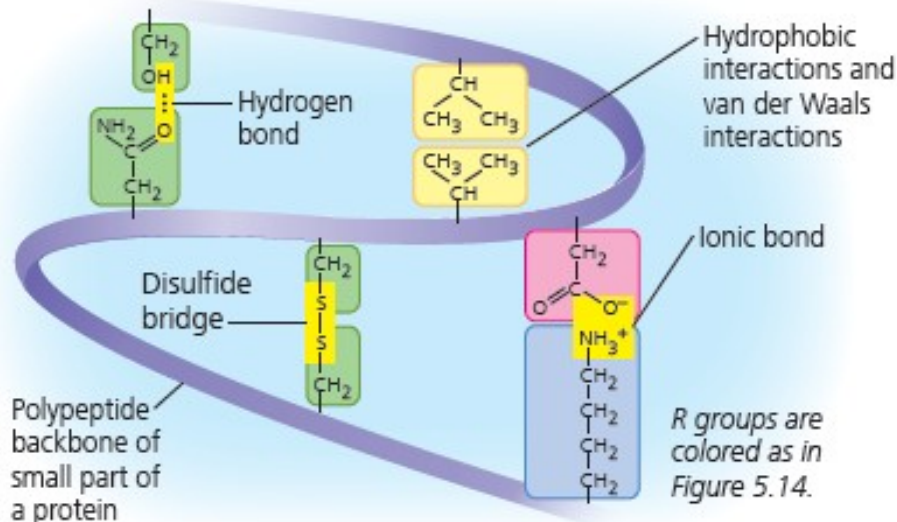
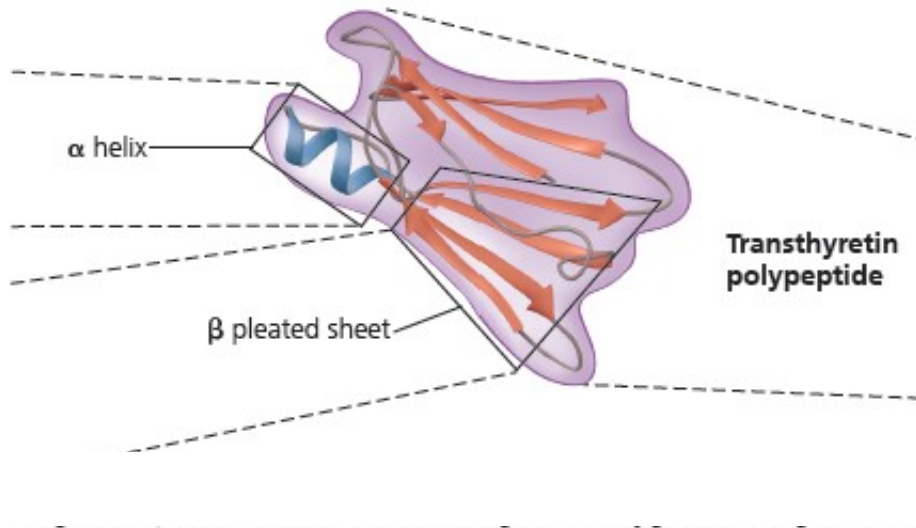


Secundaire structuur

- Delen van de polypeptide vormen waterstofbruggen
- Dit kunnen spiraalvormen worden: α -helix
- Dit kunnen parallel gevouwen delen worden: β -plaat

Tertiary Structure

Three-dimensional shape stabilized by interactions between side chains



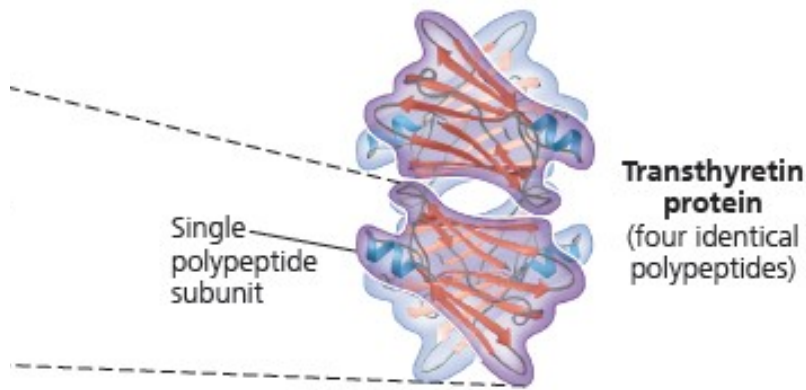
Eiwitten

Tertiaire structuur

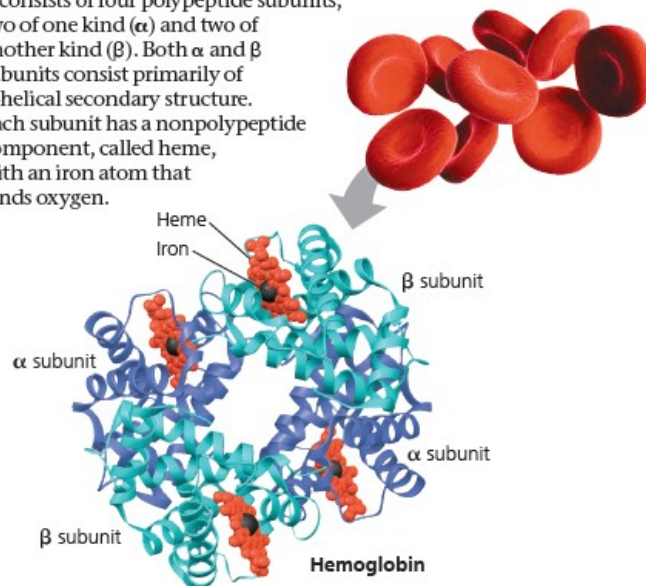
- 3-dimensionale ordening door interacties tussen de **rest-groepen**
- De interacties kunnen zijn:
- Waterstofbrug
- Zwavelbrug
- Ion-binding
- Van der Waals krachten die hydrofobe delen bij elkaar houden

Quaternary Structure

Association of two or more polypeptides
(some proteins only)



Hemoglobin, the oxygen-binding protein of red blood cells, is another example of a globular protein with quaternary structure. It consists of four polypeptide subunits, two of one kind (α) and two of another kind (β). Both α and β subunits consist primarily of α -helical secondary structure. Each subunit has a nonpolypeptide component, called heme, with an iron atom that binds oxygen.



Eiwitten

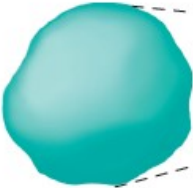
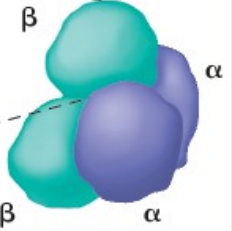
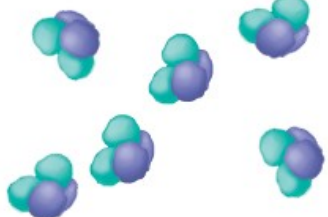
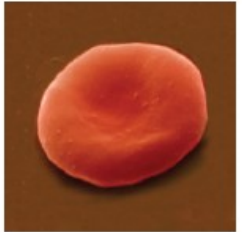
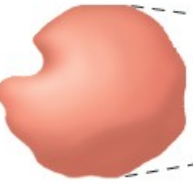
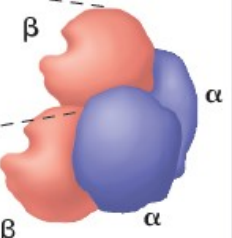
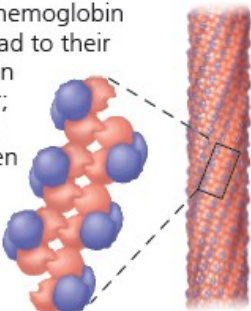
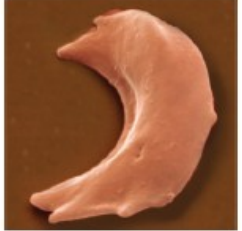
Quartenaire structuur

- Ruimtelijke ordening van meerdere (tertiair gestructureerde) polypeptiden

Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-proteins>

Eiwitten

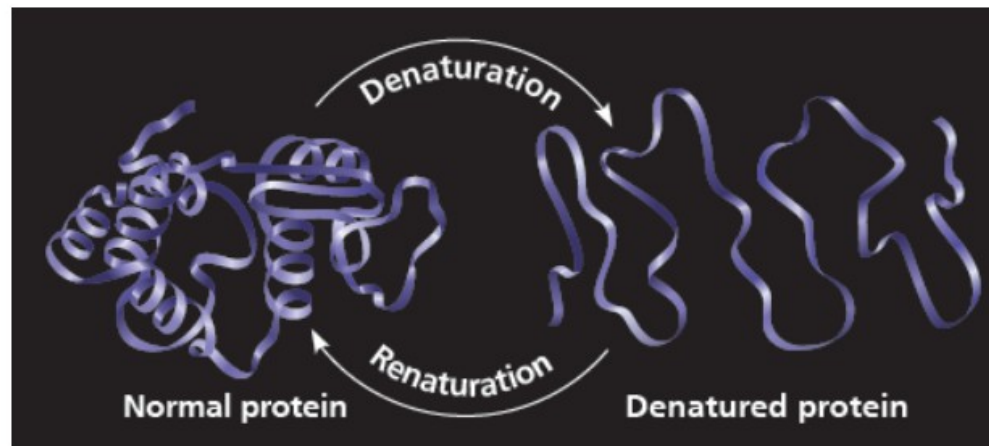
Eiwitten kunnen door slechts verandering van één aminozuur veranderen van functioneel naar niet of minder functioneel

	Primary Structure	Secondary and Tertiary Structures	Quaternary Structure	Function	Red Blood Cell Shape
Normal hemoglobin	1 Val 2 His 3 Leu 4 Thr 5 Pro 6 Glu 7 Glu	Normal β subunit 	Normal hemoglobin 	Normal hemoglobin proteins do not associate with one another; each carries oxygen. 	Normal red blood cells are full of individual hemoglobin proteins.  5 μm
Sickle-cell hemoglobin	1 Val 2 His 3 Leu 4 Thr 5 Pro 6 Val 7 Glu	Sickle-cell β subunit 	Sickle-cell hemoglobin 	Hydrophobic interactions between sickle-cell hemoglobin proteins lead to their aggregation into a fiber; capacity to carry oxygen is greatly reduced. 	Fibers of abnormal hemoglobin deform red blood cell into sickle shape.  5 μm

Eiwitten

Eiwitten kunnen door veranderingen van temperatuur en pH hun structuur en dus hun functie verliezen
Dit wordt denaturatie genoemd.

Figure 5.20 Denaturation and renaturation of a protein



High temperatures or various chemical treatments will denature a protein, causing it to lose its shape and hence its ability to function. If the denatured protein remains dissolved, it may renature when the chemical and physical aspects of its environment are restored to normal.

Eiwitten

Eiwitten worden niet altijd goed gevouwen, deze ‘verkeerd’ gevouwen eiwitten liggen aan de basis van sommige ziektes

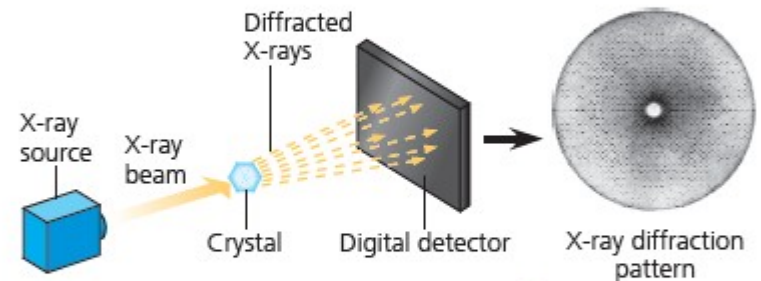
Het begrijpen van juiste bouw en structuren kan met:

- Röntgenkristallografie
- Nucleaire magnetische resonantie (NMR) spectroscopie
- Cryo elektromicroscopie (cryo-EM)
- Bio-informatica

X-Ray Crystallography

Application Scientists use X-ray crystallography to determine the three-dimensional (3-D) structure of macromolecules such as nucleic acids and proteins.

Technique Researchers aim an X-ray beam through a crystalized protein or nucleic acid. The atoms of the crystal diffract (bend) the X-rays into an orderly array that a digital detector records as a pattern of spots called an X-ray diffraction pattern, an example of which is shown here.



Results Using data from X-ray diffraction patterns and the sequence of monomers determined by chemical methods, researchers can build a 3-D computer model of the macromolecule being studied, such as the four-subunit protein transthyretin (see Figure 5.18) shown here.



Eiwitten

Science show, breaking news <https://www.youtube.com/watch?v=gVzPMZqOTo4>

Nucleïnezuren

De volgorde van de aminozuren in polypeptiden – de basis van eiwitten staat in genen

Genen zijn specifieke delen van DNA

DNA en ook **RNA** zijn opgebouwd uit nucleïnezuren

Nucleïnezuren zijn polymeren opgebouwd uit monomeren: nucleotiden

Nucleïnezuren

Nucleïnezuren kunnen in twee groepen gedeeld worden:

- DNA (desoxyribonucleïnezuur)
- RNA (ribonucleïnezuur)

Nucleïnezuren

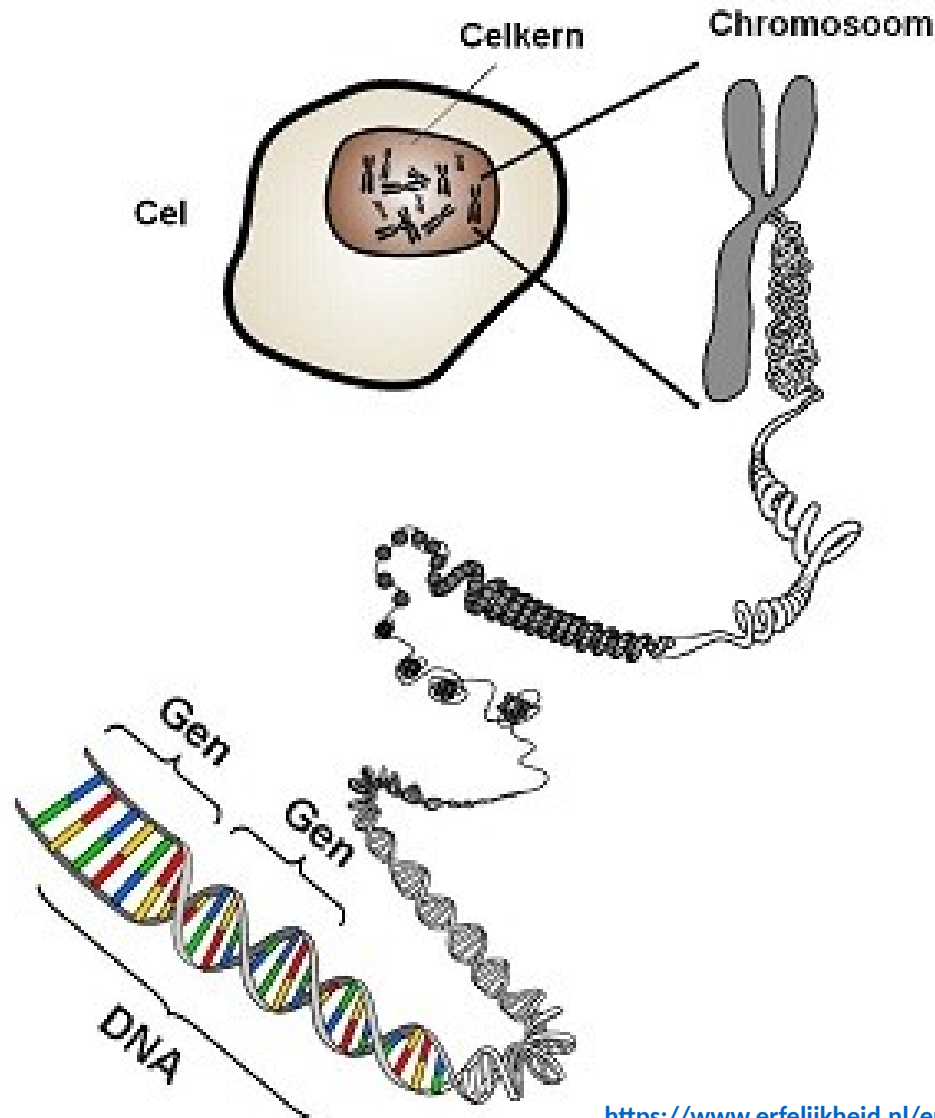
DNA is het genetische materiaal wat een nieuwe generatie van hun ouders krijgt

Het DNA bevat *alle* informatie voor *alle* activiteiten van *alle* (soorten) cellen van een specifiek organisme

DNA is een uniek molecuul: het bevat beschrijvingen om een kopie van zichzelf te maken

Door zichzelf te kopiëren kan alle informatie die het DNA bevat (genetische informatie) doorgegeven worden aan nieuwe cellen

Nucleïnezuren



In eukaryote cellen worden DNA moleculen als chromosoomstructuur in de celkern gehouden

Elk organisme heeft een specifiek aantal chromosomen

Nucleïnezuren

DNA bevat ook beschrijvingen om verschillende *RNA structuren* te (laten) vormen

Nucleinezen

RNA- Definition, Properties, Structure, Composition, Types, Functions

mRNA



Encodes proteins

tRNA



Acts as adaptor between mRNA and amino acids

rRNA



Forms the ribosome

Nucleïnezuren

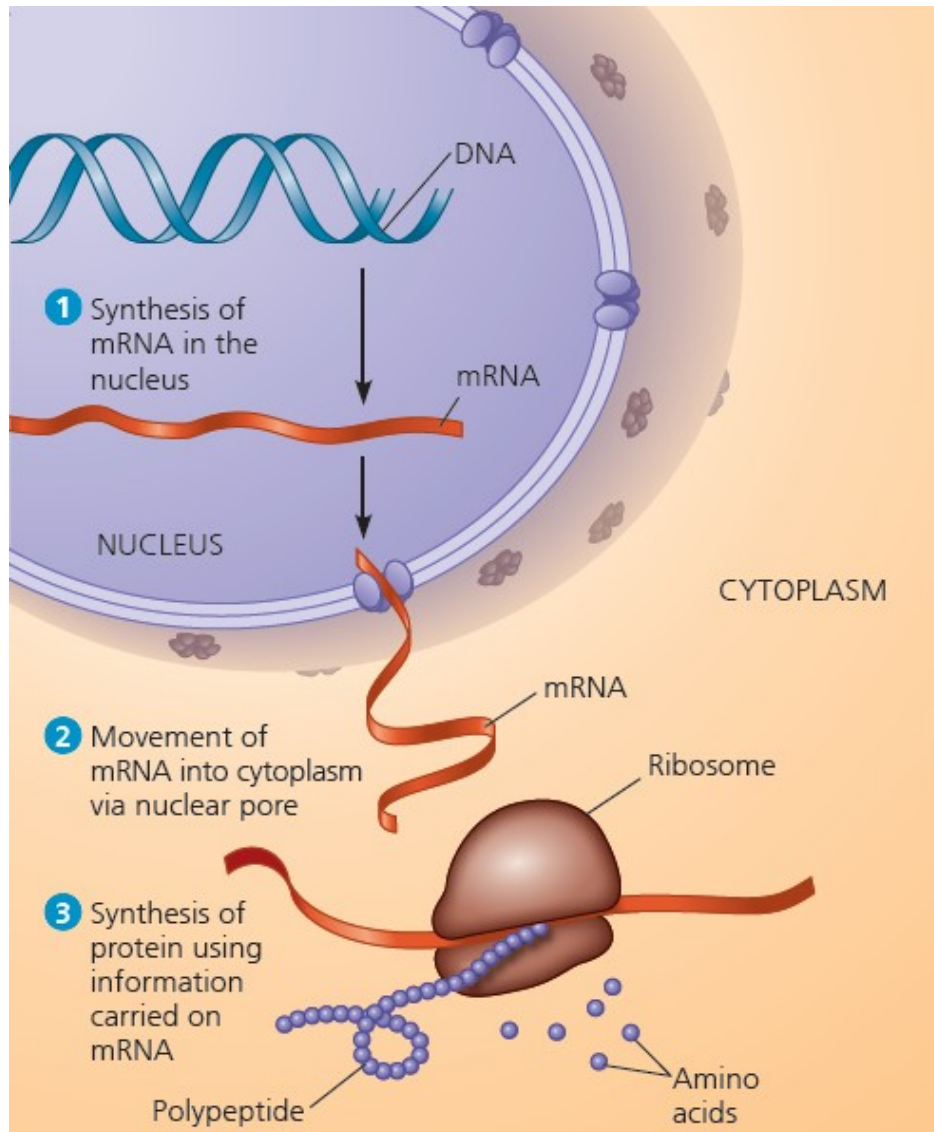
DNA bevat daarnaast ook beschrijvingen om, met behulp van RNA, eiwitten te (laten) vormen – dit wordt ***gen expressie*** genoemd

Genexpressie bestaat uit verschillende stappen:

- Transcriptie
- Translatie

Samengevat: DNA → RNA → eiwit

Nucleinezuren

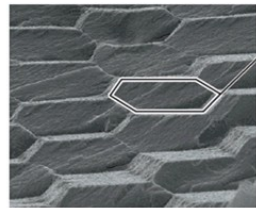


Zie <https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-bioflix-tour-of-an-animal-cell-nucleus-and-ribosomes>

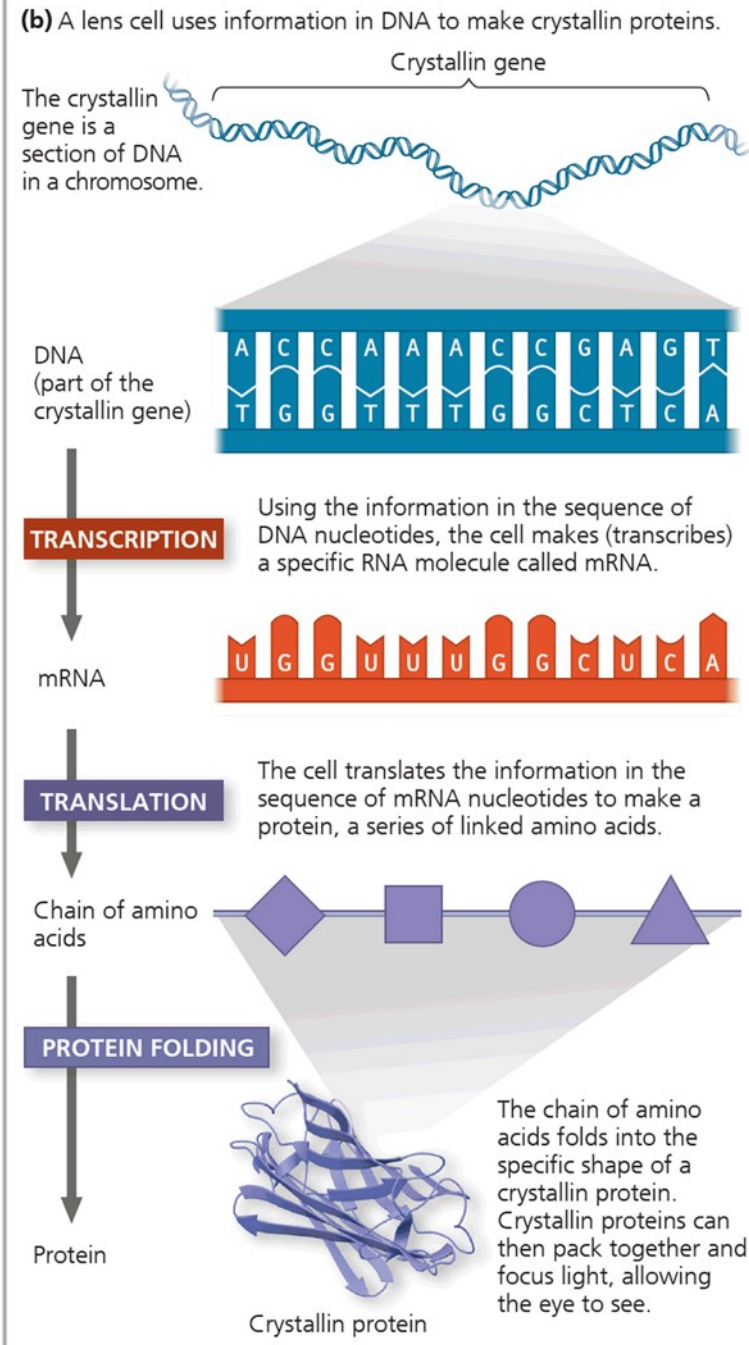
Nucleineuren



(a) The lens of the eye (behind the pupil) is able to focus light because lens cells are tightly packed with transparent proteins called crystallin. How do lens cells make crystallin proteins?



Lens cell



Nucleïnezuren

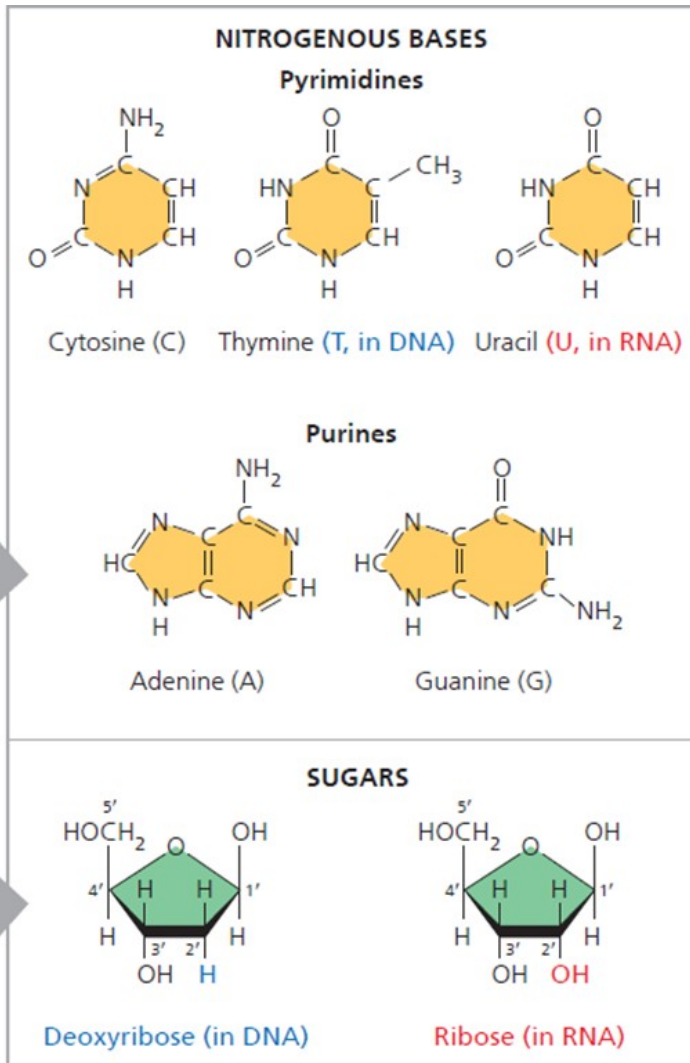
Nucleïnezuren zijn macromoleculen van polymeren die polynucleotiden genoemd worden

Polynucleotiden bestaan uit de aan elkaar gekoppelde monomeren: ***nucleotiden***

De basis van een nucleotide:

- Een 5-koolstof suiker (pentose)
- Een stikstofbevattende base
- Één tot drie fosfaatgroepen (bij polymerisatie laten twee fosfaatgroepen los)

Nucleïnezuren



In DNA:

- Cytosine, Adenine, Guanine
- Thymine
- Desoxyribose suiker

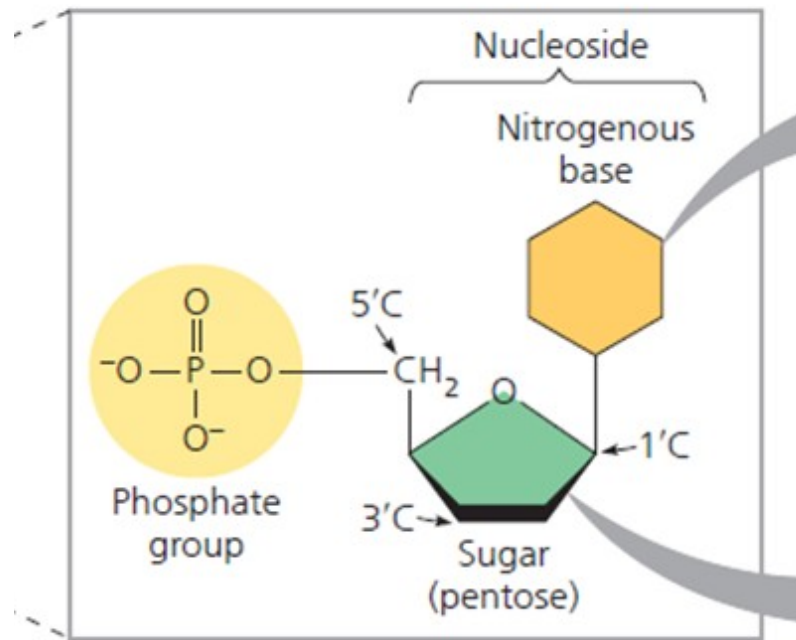
In RNA:

- Cytosine, Adenine, Guanine
- Uracil
- Ribose suiker

(c) Nucleoside components

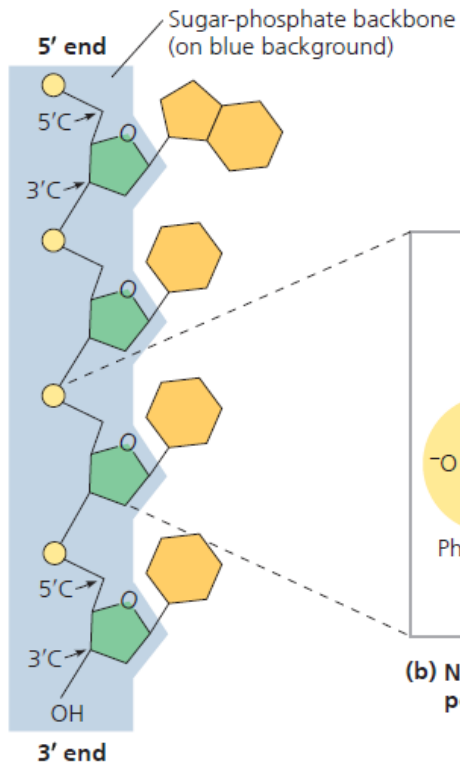
Nucleïnezuren

Bij zowel DNA als ook RNA zit er een fosfaatgroep aan het 5^e koolstofatoom van het suikermolecuul, dit geheel wordt een **nucleotide** genoemd

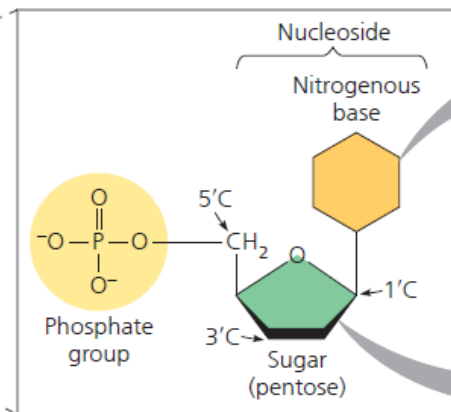


(b) Nucleotide monomer in a polynucleotide

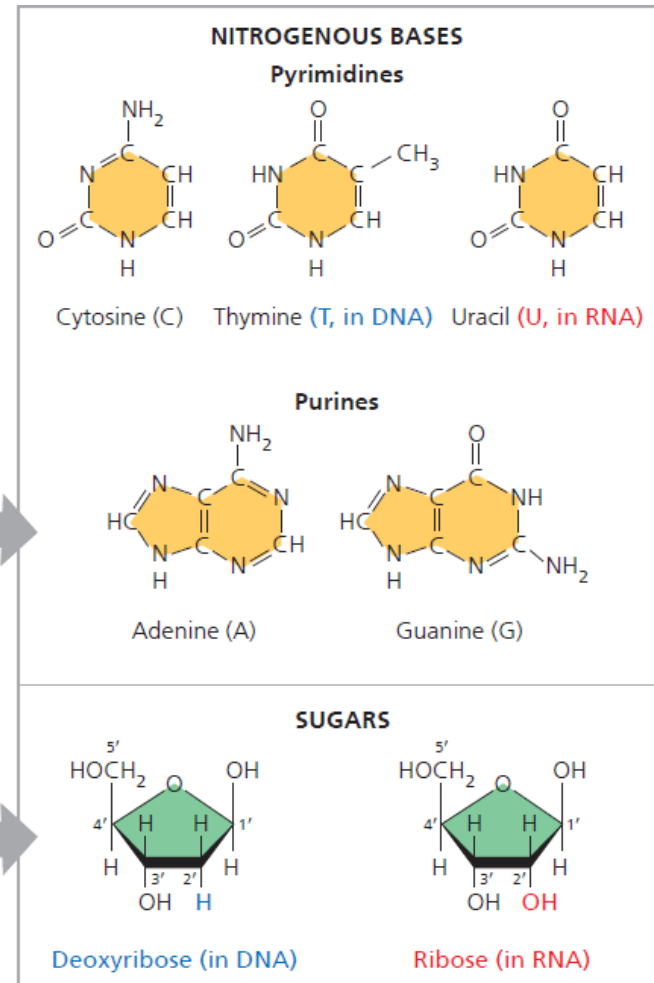
Nucleinezuren



(a) Polynucleotide, or nucleic acid



(b) Nucleotide monomer in a polynucleotide



(c) Nucleoside components

Nucleïnezuren

Polynucleotide = lange keten van nucleotiden, elk door een condensatiereactie gekoppeld

De binding tussen nucleotiden na de condensatiereactie heet een ***fosfodi-esterbinding***

Een polynucleotide heeft twee verschillende uiteinden:

- Aan een kant zit een fosfaatgroep aan het 5^e koolstofatoom van het suikermolecuul
- Aan de andere kant zit de OH-groep aan het 3^e koolstofatoom van het suikermolecuul

Een polynucleotide heeft dan ook een 5' naar 3' volgorde

Nucleïnezuren

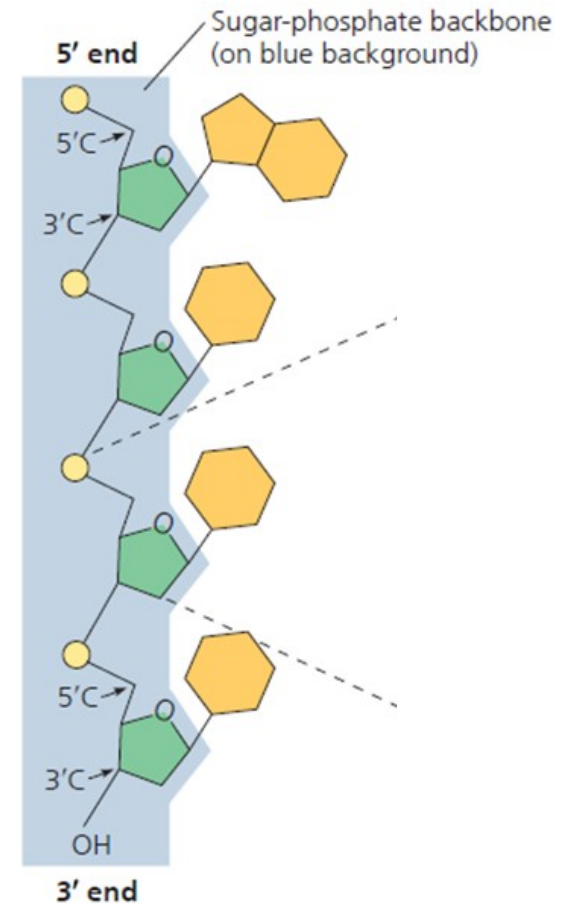
De stikstofbevattende basen zijn de onderdelen die de informatie van het DNA (en dus ook het mRNA) bepalen

5'-AGGTA ACTT-3'

is informatie voor iets heel anders dan

5'-CGCTTTAAC-3'

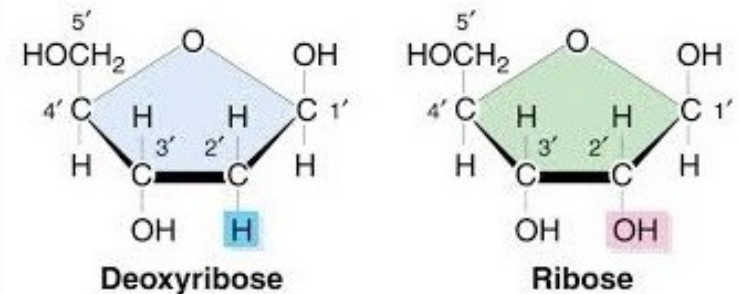
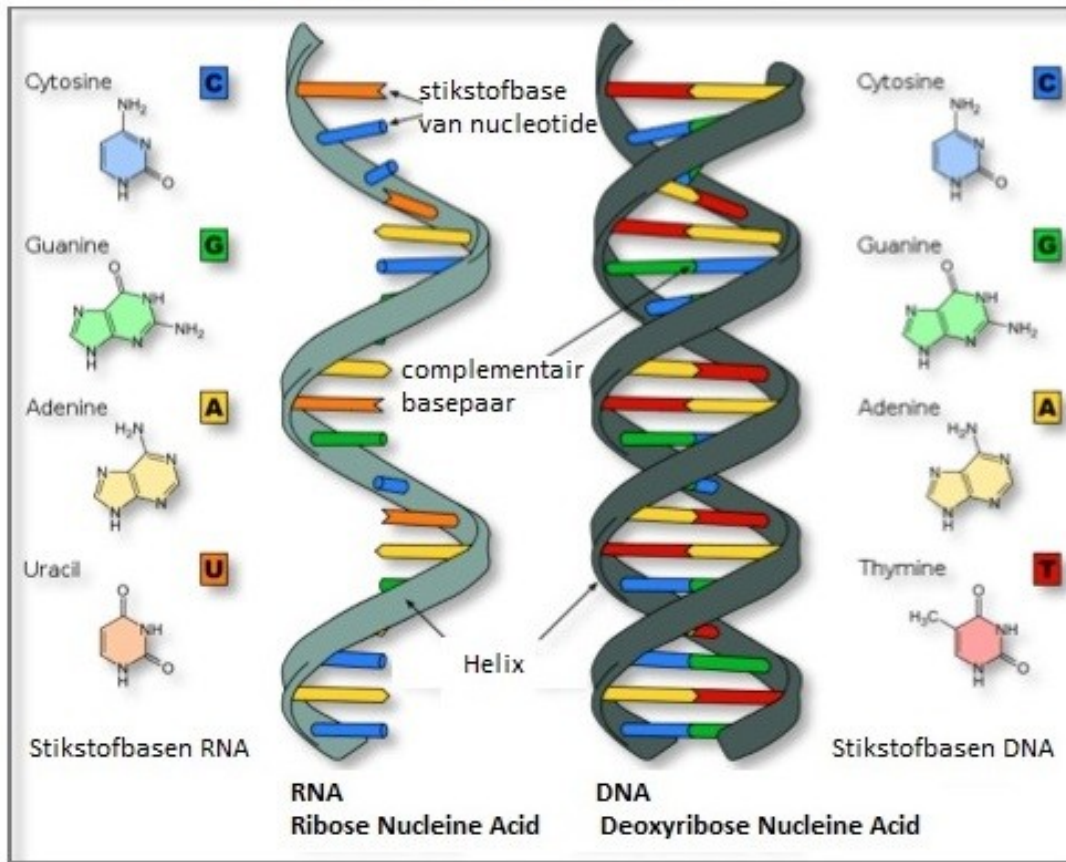
Deze volgorde bepaald in welke volgorde welke aminozuren aan elkaar gekoppeld worden en dus welk specifieke eiwit gevormd gaat worden



(a) Polynucleotide, or nucleic acid

Nucleïnezuren

Verschil RNA en DNA



De verschillen tussen DNA en RNA

1. DNA is dubbelstrengs, RNA is enkelstrengs.
2. DNA is opgebouwd uit de basen: C, G, A en T.
RNA is opgebouwd uit de basen: C, G, A en U
3. DNA is opgebouwd uit deoxyribose, RNA is opgebouwd uit Ribose (zie hierboven)
4. DNA blijft altijd in de celkern, RNA doet zijn werk hoofdzakelijk in het cytoplasma van de cel.
5. DNA bevat informatie over alle erfelijke eigenschappen. RNA bevat informatie over de productie van één eiwit (één erfelijke eigenschap).

Nucleïnezuren

De basenparen.

De vier basen kunnen niet willekeurig met elkaar binden om een streng DNA te vormen. Dit komt door twee eigenschappen van deze stikstofbasen.

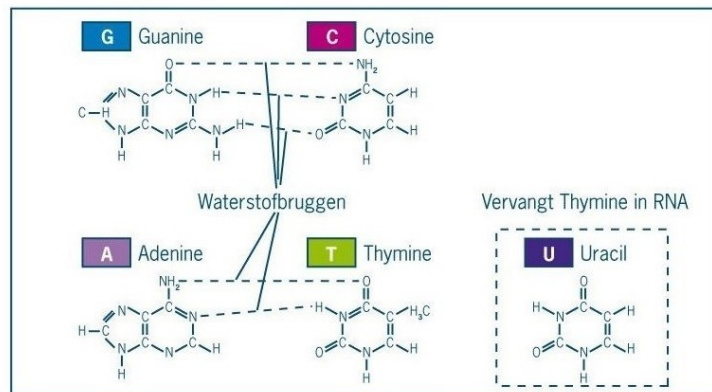
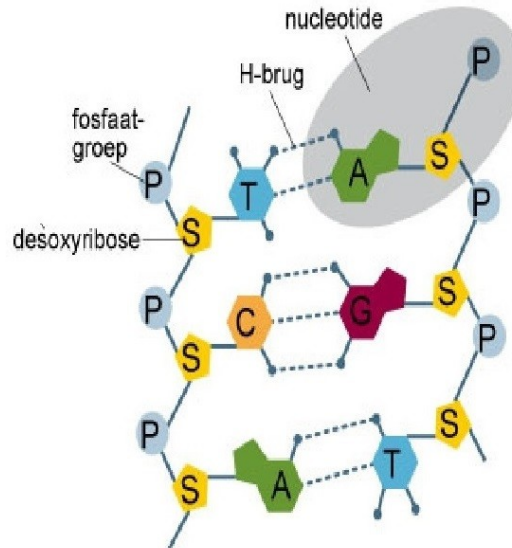
De vorm.

Adenine en Guanine zijn groot. Cytosine en Thymine zijn klein.

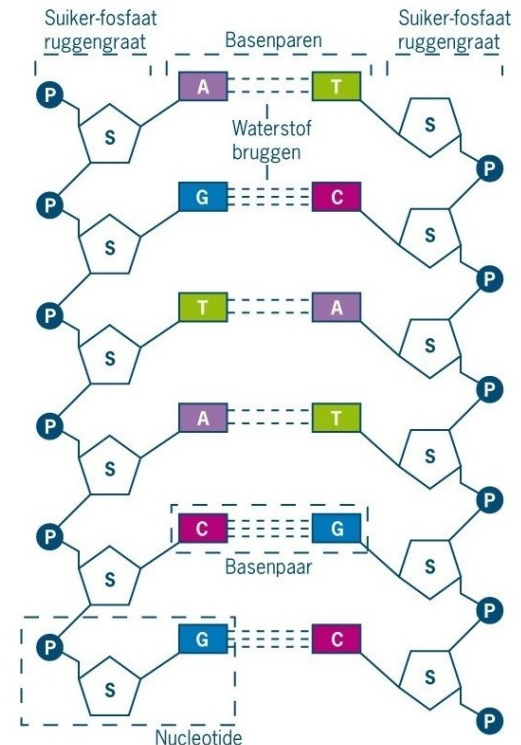
De waterstofbruggen

Adenine en Thymine hebben ieder 2 waterstofbruggen (H-brug) om een binding mee te maken. Guanine en Cytosine hebben ieder 3 waterstofbruggen voor het maken van bindingen.

Deze twee eigenschappen zorgen ervoor dat de volgende binding mogelijk is: Guanine bindt met Cytosine en Adenine bindt met Thymine.



Deoxyribonucleïnezuur (DNA)



De genetische code van elk organisme op aarde is geschreven met vier letters. De zogenaamde stikstofbasen. Er zijn vier stikstofbasen om DNA mee te maken: Guanine (G), Cytosine (C), Adenine (A) en Thymine (T). Daarnaast is er nog Uracil (U), maar dat wordt gebruikt voor de productie van RNA.

Nucleïnezuren

De dubbele DNA helix:

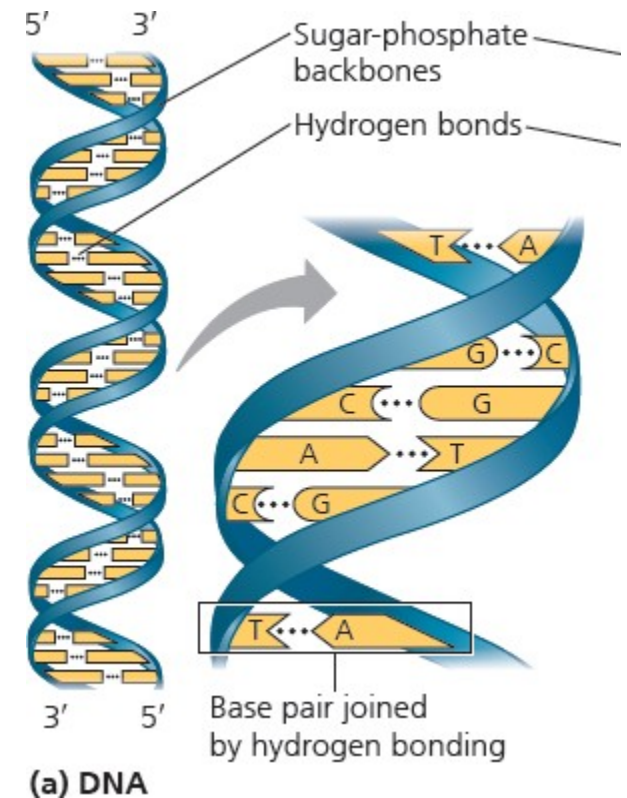
- Is ***anti-parallel*** aan elkaar

De ene keten gaat van 5' naar 3'

De andere keten gaat van 3' naar 5'

- Is ***complementair*** aan elkaar

Wanneer de volgorde van A, C, G, T van de ene keten bekend is kan de volgorde van de andere keten afgeleid worden



Nucleïnezuren

Samenvattend de structuur en verschillen van DNA en RNA:

<https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-campbell-nucleic-acid-structure>

Een computermodel met uitleg over DNA:

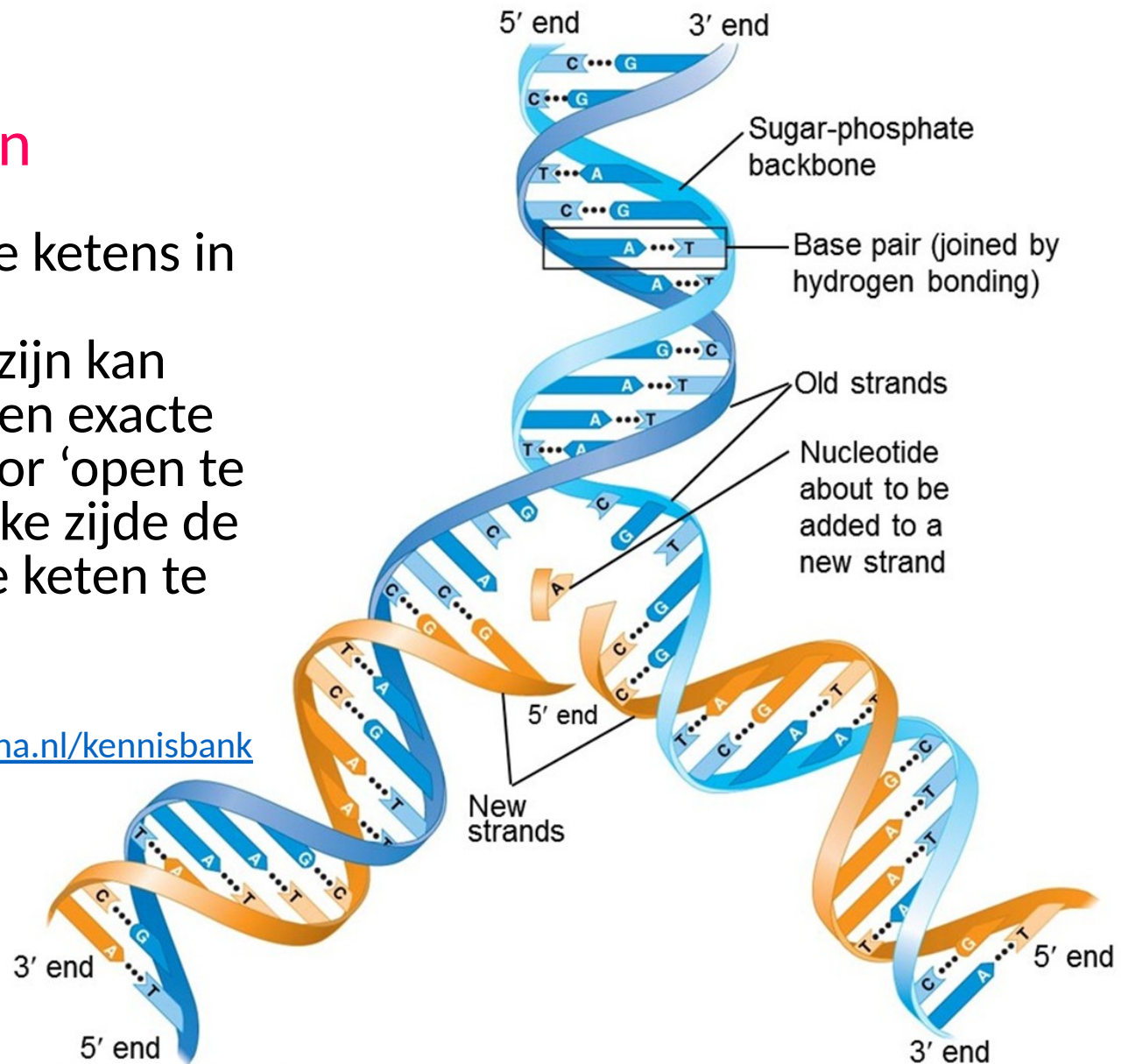
<https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-bio-hhmi-paired-dna-strands>

Nucleïnezuren

Doordat de twee ketens in een DNA helix complementair zijn kan een DNA helix een exacte kopie maken door 'open te ritsen' en aan elke zijde de complementaire keten te vormen

Zie ook

<https://www.allesoverdna.nl/kennisbank/dna-replicatie/>



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

XNA: de snelle opmars van nep-DNA

Synthetische biologie

Biologen kunnen intussen de suikerketen in DNA vervangen door synthetische moleculen. Ze zien allerlei medische toepassingen.

Door **Marianne Heselmans**

Het zinkviooltje, de schildpad, de darmbacterie *Escherichia coli*, wijzelf. We weten niet beter of alle levende wezens krijgen nakomelingen dankzij twee erfelijkheidsmoleculen: DNA en RNA. In DNA ligt hun genetische informatie meestal opgeslagen. En via RNA wordt die informatie vertaald in de duizenden verschillende eiwitten die een cel nodig heeft.

Maar nee, nu lijkt leven ook te kunnen bestaan met heel andere erfelijkheidsmoleculen dan DNA en RNA. Met

'TNA' bijvoorbeeld. Of met 'CeNA of 'HNA'. Daar ging het 11 november over, op een symposium over de grenzen van de synthetische biologie, in Nijmegen.

De bedenkers willen met deze exotische moleculen stabiele medicijnen maken die langzaam door het lichaam worden afgebroken. Ook denken ze dat ze er biotechnologie veiliger mee kunnen maken. Want genetisch gemodificeerde organismen met deze vreemde moleculen als informatiedrager, zouden in de vrije natuur niet kunnen overleven.

DNA ziet er uit als een gedraaide ladder. De poten zijn suikerkettingen, gekoppeld aan een fosfaat. En de spor-

ten de vier verschillende bouwstenen of 'basen'. De volgorde van die basen bepaalt of we blauwe of bruine ogen hebben en lange of korte tenen.

De X in XNA staat nu voor een alternatieve suikerketen, een andere poot van de ladder dus. Geen deoxyribose (D) of ribose (R) zoals in DNA en RNA. Maar hexitol in het geval van HNA, of threose in TNA. De basen van XNA's zijn nog wel hetzelfde als die van DNA, evenals de ruggengraat van fosfaat.

Philipp Holliger, onderzoeksleider op de Universiteit van Cambridge, zegt zeker te weten dat er elders in de kosmos leven is gebaseerd op dergelijke, voor ons vreemde informatiedragers. „Eigenlijk is het zelfs niet logisch

dat leven op DNA en RNA is gebaseerd", zo zei hij. „DNA en RNA zijn nogal fragiel. Bij bijvoorbeeld veel zuur gaan ze snel kapot."

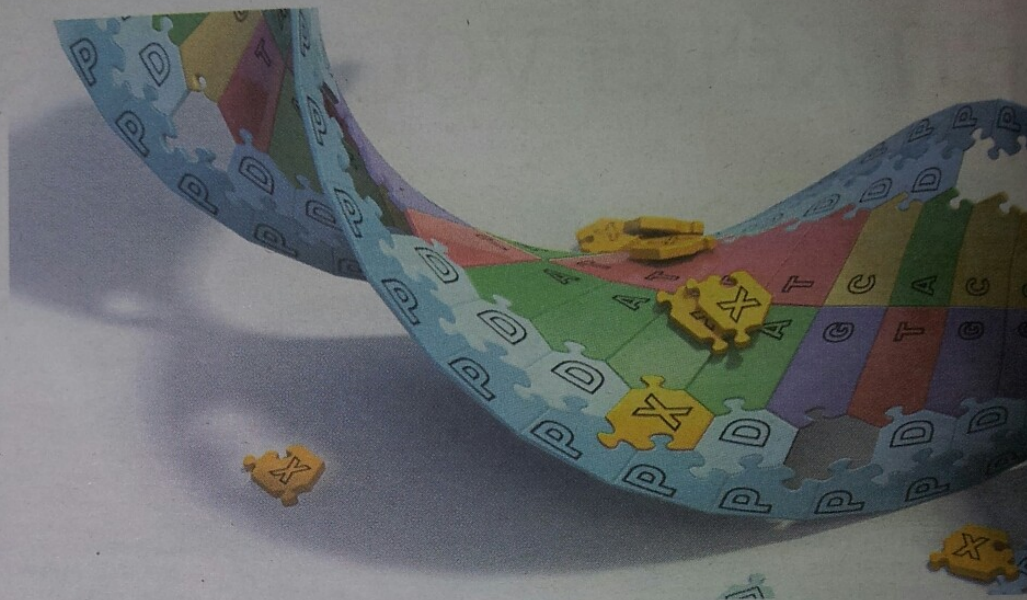
XNA's komen niet in de natuur voor, maar chemici kunnen ze al wel zo'n twintig jaar te maken. Tot vorig jaar konden ze XNA-laddertjes maken van zo'n zes bouwstenen. Het vakgebied kreeg echter een enorme stimulans toen de groep van Philipp Holliger ineens zes verschillende XNA's wist te maken van zo'n 70 tot 80 bouwstenen lang (*Science*, 12 april 2012).

Dat is ze gelukt omdat ze voor het eerst twee typen enzymen voor XNA's in handen hadden. Eentje kan XNA omzetten in DNA en de ander kan DNA

weer omzetten in XNA. I met de juiste DNA- en XNA's en deze enzymen kunnen zes verschillende XNA's 'FANA', 'CeNA' en 'HNA' meerderen.

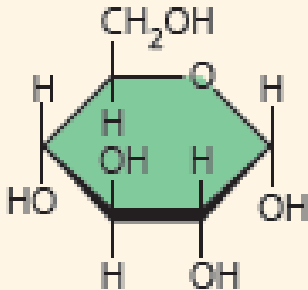
De synthetisch biologen die enzymen zelf, door DNA vermeederen (polimeriseren) allerlei manieren een biobiosfeer. Vervolgens stelden ze vast dat deze vreemde bouwstenen konden grijpen en de andere konden rijgen mocht de soort evolutie in een reeks.

Synthetisch bioloog van de Arizona State U



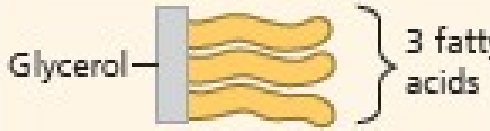
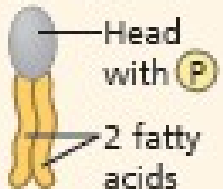
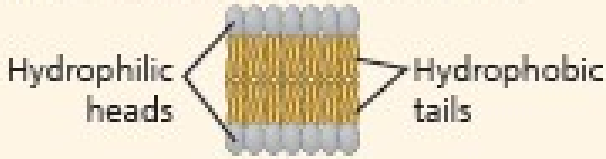
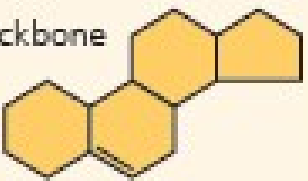
Biologische macromoleculen en vetten samengevat

Koolhydraten

Components	Examples	Functions
 Monosaccharide monomer	Monosaccharides: glucose, fructose	Fuel; carbon sources that can be converted to other molecules or combined into polymers
	Disaccharides: lactose, sucrose	
	Polysaccharides: • Cellulose (plants) • Starch (plants) • Glycogen (animals) • Chitin (animals and fungi)	• Cellulose strengthens plant cell walls • Starch stores glucose for energy in plants • Glycogen stores glucose for energy in animals • Chitin strengthens animal exoskeletons and fungal cell walls

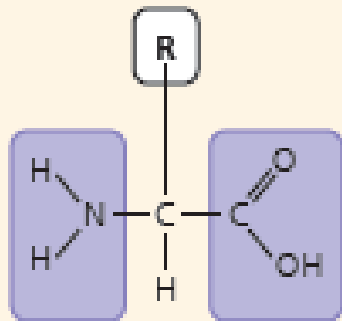
Biologische macromoleculen en vetten samengevat

Lipiden

 Glycerol — } 3 fatty acids	Triacylglycerols (fats or oils): glycerol + three fatty acids	Important energy source 
 Head with P 2 fatty acids	Phospholipids: glycerol + phosphate group + two fatty acids	Lipid bilayers of membranes 
 Steroid backbone	Steroids: four fused rings with attached chemical groups	• Component of cell membranes (cholesterol) • Signaling molecules that travel through the body (hormones)

Biologische macromoleculen en vetten samengevat

Eiwitten



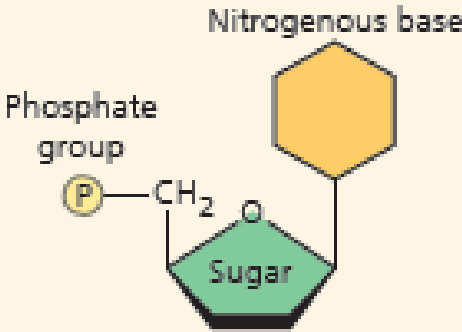
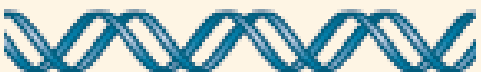
Amino acid monomer
(20 types)

- Enzymes
- Defensive proteins
- Storage proteins
- Transport proteins
- Hormones
- Receptor proteins
- Motor proteins
- Structural proteins

- Catalyze chemical reactions
- Protect against disease
- Store amino acids
- Transport substances
- Coordinate organismal responses
- Receive signals from outside cell
- Function in cell movement
- Provide structural support

Biologische macromoleculen en vetten samengevat

Nucleïnezuren

 Nitrogenous base Phosphate group CH₂ Sugar Nucleotide (monomer of a polynucleotide)	DNA:  • Sugar = deoxyribose • Nitrogenous bases = C, G, A, T • Usually double-stranded	Stores hereditary information
	RNA:  • Sugar = ribose • Nitrogenous bases = C, G, A, U • Usually single-stranded	Various functions in gene expression, including carrying instructions from DNA to ribosomes