



PROTEINER OCH AMINOSYROR – DEL 1: PROTEINERNAS UPPBYGGNAD, FUNKTION OCH INDELNING

NIKLAS DAHRÉN



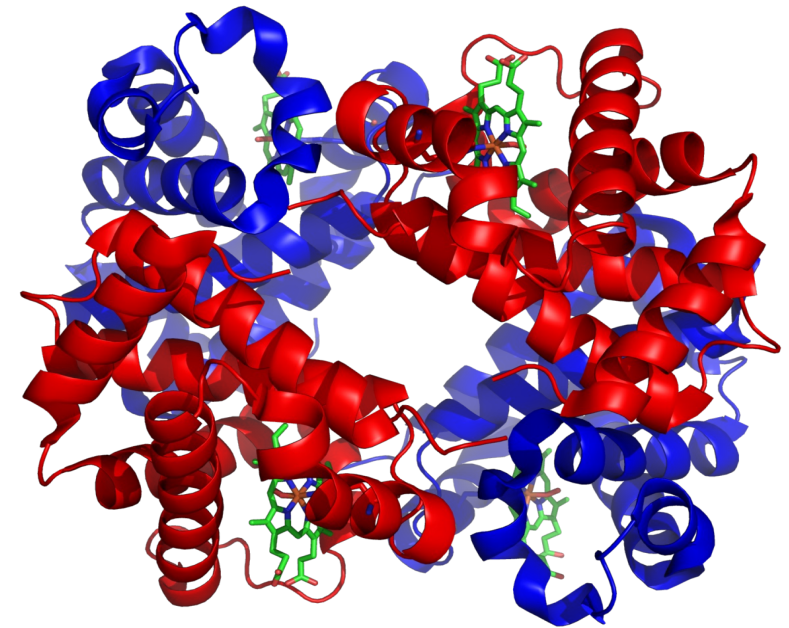
Proteiner tillhör gruppen biomolekyler

- ✓ **Biomolekyler:** Biomolekyler är molekyler som är avgörande för livet och dess funktioner. Dessa molekyler finns i alla levande organismer och utför olika viktiga funktioner för att upprätthålla livet.
- ✓ **Exempel på biomolekyler:**
 1. **Proteiner:** Proteiner är uppbyggda av aminosyror och är avgörande för strukturen, funktionen och regleringen av celler och vävnader. De utför en mängd olika uppgifter, såsom att fungera som enzymer, transporter och strukturella komponenter.
 2. **Kolhydrater:** Kolhydrater fungerar som en primär energikälla för levande organismer och är också viktiga för strukturen av celler och vävnader. Exempel inkluderar sockerarter, stärkelse och cellulosa.
 3. **Lipider:** Lipider är en mångfald av föreningar, inklusive fetter, fosfolipider och steroider, som spelar viktiga roller i energilagring, cellmembranstruktur och signalöverföring.
 4. **Nukleinsyror:** Nukleinsyror, som DNA och RNA, är avgörande för lagring, överföring och översättning av genetisk information. DNA bär den genetiska koden som är nödvändig för att styra cellens funktioner, medan RNA hjälper till att översätta denna information till proteiner.

Proteiner

- ✓ Namnet protein härstammar från det grekiska ordet "protos" som betyder "den första". Anledningen till namnet är att proteiner tidigt ansågs vara det kanske viktigaste ämnet i människokroppen.
- ✓ Proteiner finns i alla växt- och djurceller. Om vi tar bort allt vatten i en cell och sedan väger cellen så kommer cellens proteiner utgöra ca 50 % av vikten. I en enda cell kan det finnas 10 000 olika sorters proteiner.
- ✓ Proteiner finns även utanför cellerna, t.ex. i blodplasma och i bindväven.
- ✓ Varje individ bygger upp sina egna proteiner med hjälp av aminosyror. Vissa aminosyror kan nybildas i organismen medan andra måste tillföras med födan.

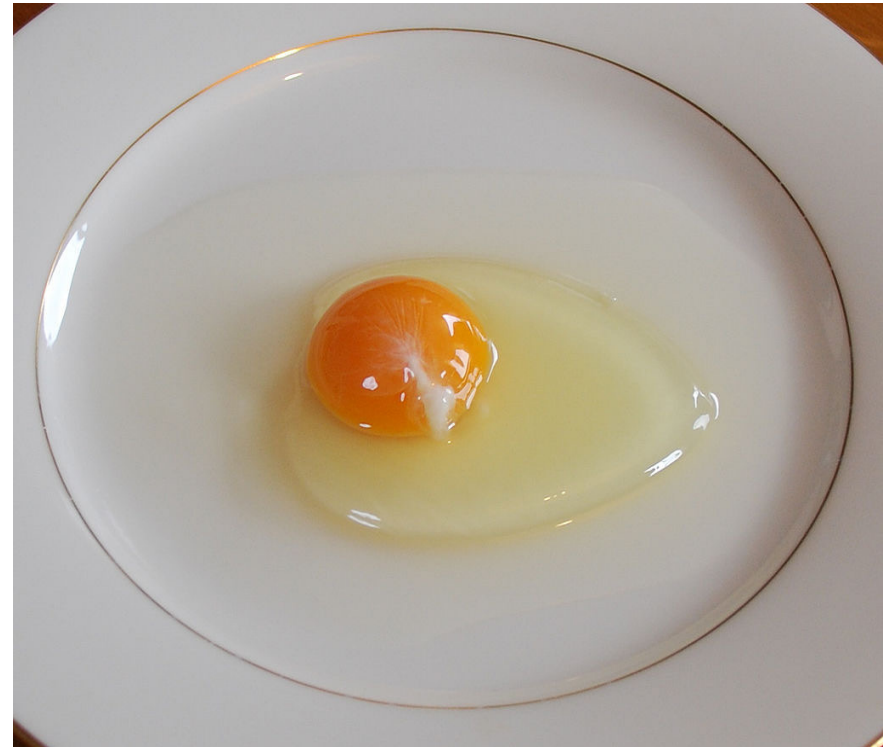
Proteinet hemoglobin



Bildkälla: "1GZX Haemoglobin" by Zephyris at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons.. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1GZX_Haemoglobin.png#/media/File:1GZX_Haemoglobin.png

Äggviteämnen = proteiner

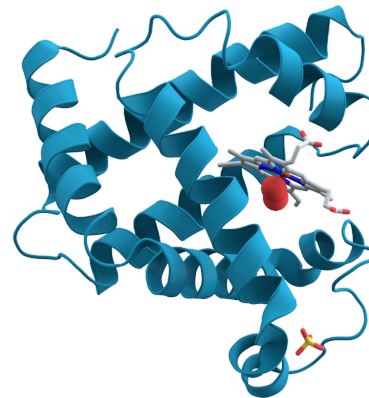
- ✓ Ett äldre namn på protein är *äggviteämne*.
- ✓ Under början av 1800-talet upptäckte man att en särskild grupp av ämnen hade speciella egenskaper, t.ex. förmågan att stelna vid upphettning. Precis vad som även händer med äggvitan vid upphettning. Det var därför som proteiner först kallades för *äggviteämnen*.
- ✓ Termen *protein* föreslogs av Berzelius år 1838, men begreppet äggviteämnen har levt kvar långt efter det.
- ✓ Äggvitor består av en hög andel protein. Äggvitan fungerar som ett viktigt näringsförråd för fågelfostret.



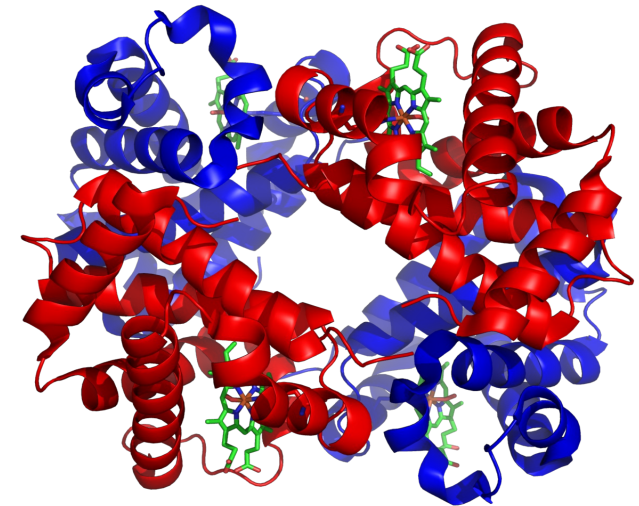
Proteiner kan bestå av en eller flera aminosyrakedjor (polypeptidkedjor)

- ✓ **En eller flera polypeptidkedjor:** Varje aminosyrakedja i ett protein kallas även för en *polypeptidkedja*. En del proteiner innehåller enbart en polypeptidkedja medan andra proteiner kan innehålla flera olika polypeptidkedjor. Har proteinet flera polypeptidkedjor så kallas dessa ofta för *subenheter* (underenheter).
- ✓ **Exempel:** Myoglobin finns i våra muskelceller och hemoglobin finns i blodet. Myoglobin består av en enda polypeptidkedja medan hemoglobin består av fyra polypeptidkedjor (två alfa-kedjor och två beta-kedjor). Hemoglobin är alltså ett protein med fyra subenheter.

Myoglobin
(1 polypeptidkedja)



Hemoglobin
(4 polypeptidkedjor)



Bildkälla: By →AzaToth - self made based on PDB entry, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68596>

Bildkälla: "1GZX Haemoglobin" by Zephyris at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons.. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1GZX_Haemoglobin.png#/media/File:1GZX_Haemoglobin.png

Peptider, polypeptider och proteiner

- ✓ **Peptider:** Ett samlingsnamn för alla molekyler som är uppbyggda av en eller flera aminosyror (aminosyrarester).
- ✓ **Mono-, di-, tri- och tetrapeptid:**
 - **Monopeptid:** Består av en enskild aminosyra (och därför används sällan detta begrepp utan man säger "aminosyra" istället).
 - **Dipeptid:** Molekyl med 2 aminosyror (aminosyrarester) som är bundna till varandra.
 - **Tripeptid:** Molekyl med 3 aminosyror (aminosyrarester) som är bundna till varandra.
 - **Tetrapeptid:** Molekyl med 4 aminosyror (aminosyrarester) som är bundna till varandra.
- ✓ **Oligopeptid:** Molekyl med minst 2 aminosyror (aminosyrarester) och vanligtvis upp till 20 st aminosyror, som är bundna till varandra. Det finns dock lite olika definitioner, ibland sätts gränsen vid 10 aminosyror.
- ✓ **Polypeptid:** Molekyl med en lång kedja med aminosyror (aminosyrarester) som är bundna till varandra. Ofta dras gränsen vid minst 20 aminosyror för att det ska räknas som en polypeptid, men det finns lite olika definitioner (ibland sätts t.ex. gränsen vid 10 aminosyror).
- ✓ **Protein:** Ett protein består alltid av minst en polypeptidkedja och minst 50 aminosyror (aminosyrarester) totalt. Gränsen på 50 aminosyror är ganska godtycklig men kommer sig av att insulin, som består av 51 aminosyror, brukar betraktas som det minsta proteinet. Många proteiner består av flera polypeptidkedjor som är bundna till varandra på olika sätt. Många proteiner kan även innehålla metalljoner eller ha andra molekyler bundna till sig, som är viktiga för att proteinet ska kunna utföra sin uppgift.

Den allmänna strukturen av en aminosyra (i neutral, oladdad form)

- ✓ Alla aminosyror består av en centralt placerad kolatom (alfa-kolet), en aminogrupp (amingrupp), en karboxylgrupp, en ensam väteatom samt en sidokedja (R-grupp). Det som skiljer olika aminosyror från varandra är sidokedjan (R-gruppen). Sidokedjan är specifik för varje aminosyra och kan se ut på många olika sätt. Det är också den som gör att olika aminosyror kan ha olika egenskaper (t.ex. olika isoelektrisk punkt eller olika löslighet i vatten).

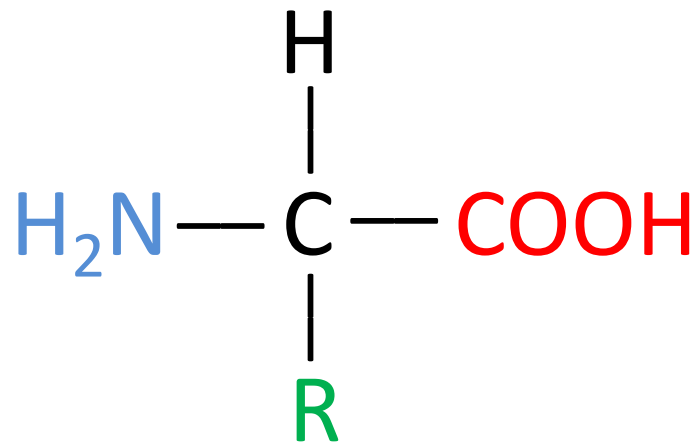
Central kolatom

Karboxylgrupp

Aminogrupp (amingrupp)

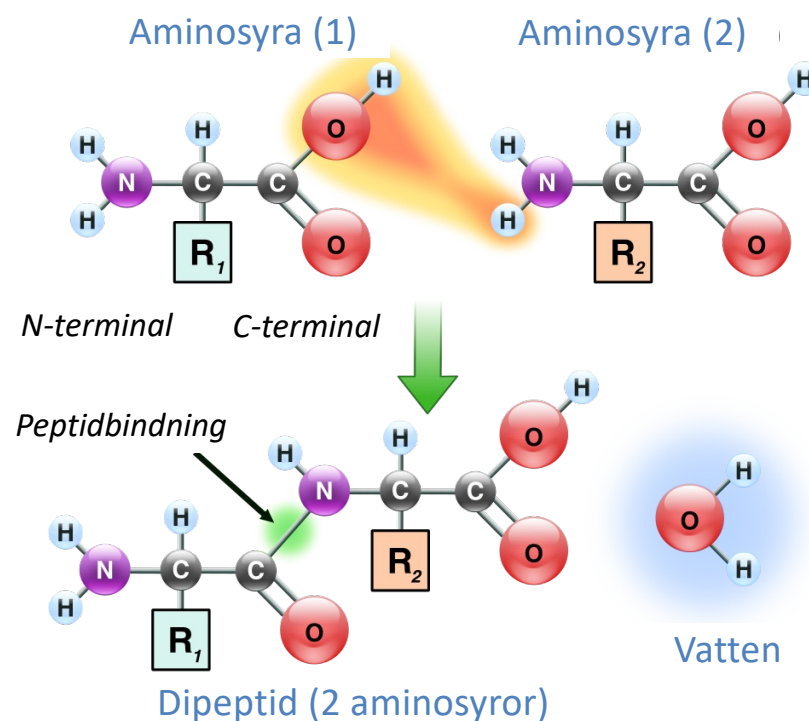
Sidokedja (R-grupp)

Ensam väteatom



Aminosyror kopplas ihop med varandra i kondensationsreaktioner

- ✓ **Kondensationsreaktioner mellan aminosyror:** I olika kondensationsreaktioner kopplas 2 ämnen ihop samtidigt som vatten bildas. När det gäller proteiner så är det kondensationsreaktioner mellan aminosyror som sker. Karboxylgruppen på den ena aminosyran reagerar med aminogruppen på den andra aminosyran. I reaktionen bildas även en vattenmolekyl.
- ✓ **Peptidbindning:** Bindningen som uppstår mellan kolatomen och kväveatomen kallas för en peptidbindning (en form av amidbindning).
- ✓ **Aminosyrarest:** Varje aminosyra i en peptid kallas egentligen för en *aminosyrarest* eftersom det har försvunnit atomer från den ursprungliga aminosyran. Oftast säger man dock aminosyra även fast man menar aminosyrarest.

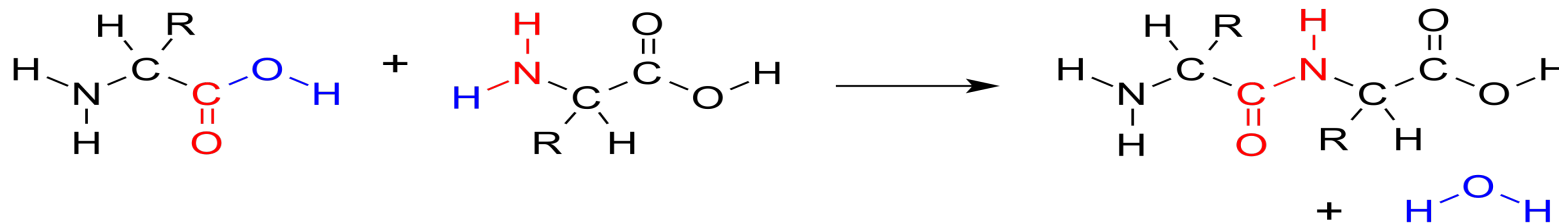
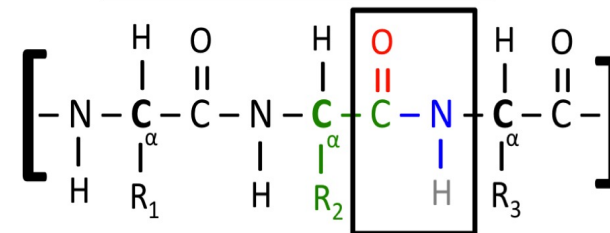
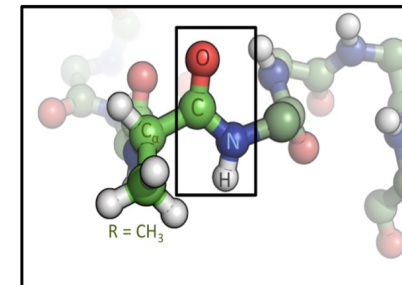


Bildkälla: By This W3C-unspecified vector image was created with Inkscape . - Own work, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2552310>

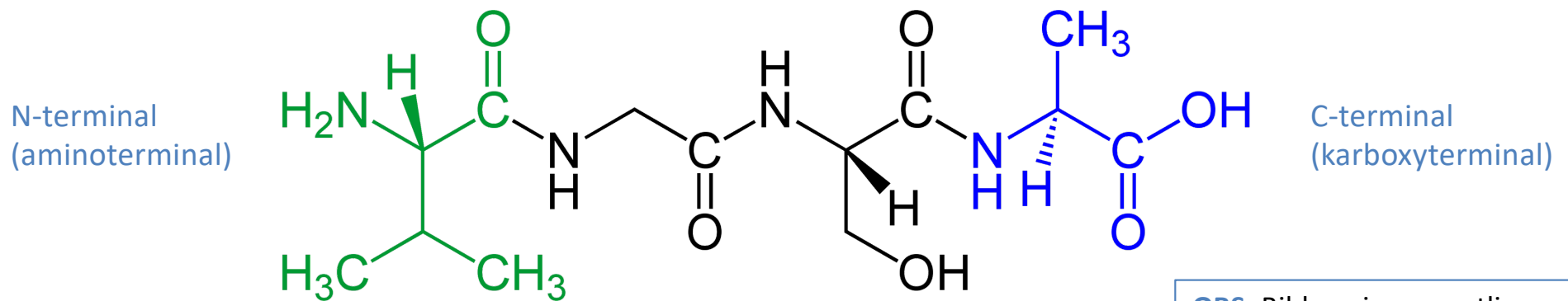
Vad är och hur uppstår peptidbindningen?

✓ **Vad är en peptidbindning?:** Peptidbindningen är den kovalenta bindningen som håller ihop olika aminosyror (aminosyrarester) med varandra i proteiner (och i andra peptider). Peptidbindningen är bindningen som sitter mellan kolatomen från den ena aminosyran och kväveatomen från den andra aminosyran (se bilden). En peptidbindning är ett specialfall av en amidbindning.

✓ **Hur uppstår peptidbindningen?:** Peptidbindningen bildas genom en kondensationsreaktion mellan aminogruppen (-NH₂) från en aminosyra och karboxylgruppen (-COOH) från en annan aminosyra. Under denna reaktion avges en vattenmolekyl och resterna av de två aminosyrorerna binds samman genom en peptidbindning mellan kväveatomen i aminogruppen och kolatomen i karboxylgruppen.



Alla proteiner (och övriga peptider) har en N-terminal och en C-terminal



OBS: Bilden visar egentligen en tripeptid. Proteiner har många fler aminosyror.

- ✓ **N-terminal (aminoterminal):** Alla proteiner (och andra peptider) inleds med en aminosyra som har en fri aminogrupp. Den aminosyran kallas därför för proteinets N-terminal (aminoterminal). När vi anger sekvensen av aminosyror i ett protein börjar vi alltid med N-terminalen.
- ✓ **C-terminal (karboxyterminal):** I den andra änden av proteinet har vi en aminosyra med en fri karboxylgrupp. Den aminosyran kallas därför för proteinets C-terminal (karboxyterminal).

Strukturen är helt avgörande för proteinets funktion

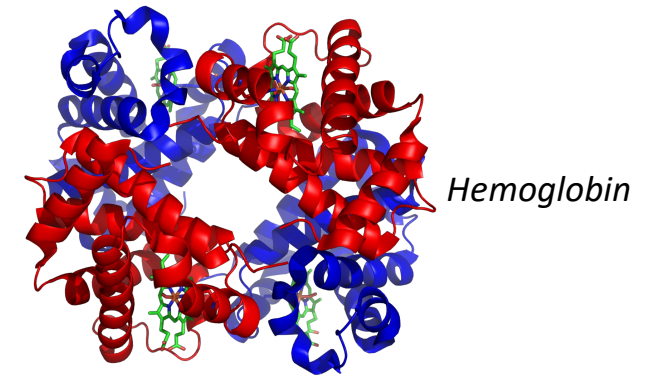
- ✓ **Proteinets struktur bestämmer funktionen:** Polypeptidkedjan (eller kedjorna) i ett protein är veckade på ett specifikt sätt vilket medför att proteinet får en specifik 3-dimensionell struktur. Strukturen av proteinet bestämmer sedan vilken funktion proteinet har, t.ex. behöver enzymer (en typ av proteiner) ha en viss struktur för att kunna binda sitt/sina substrat och katalysera sin reaktion. Om den tredimensionella strukturen förstörs eller förändras så förlorar proteinet också sin funktion.
- ✓ **Exempel:** Enzymet *galaktosidas* behöver nedanstående tredimensionella struktur för att kunna binda sitt substrat maltos (en disackarid) och spjälka det till 2 glukosmolekyler (druvsockermolekyler). Om enzymet förlorar sin tredimensionella så förlorar den också förmågan att binda sitt substrat och därmed kan den inte utföra sin funktion.

Alla proteiner veckas ihop på olika sätt och får därmed unika 3D-strukturer. Tack vare sin 3D-struktur kan enzymet galaktosidas binda och spjälka maltosmolekyler till glukosmolekyler.

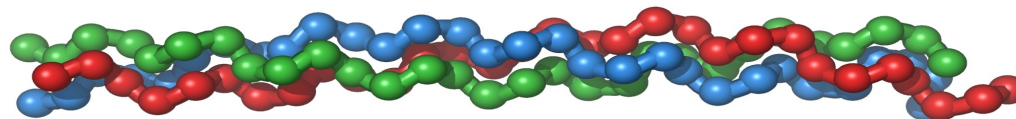


Proteiner kan delas in i 2 huvudgrupper

- ✓ **Globulära proteiner (aktiva proteiner):** De globulära proteinerna bildar sfäriska molekyler och är "aktiva" proteiner (till exempel enzymer, hormoner och transportproteiner). Globulära proteiner löser sig i vatten och har vanligtvis många olika s.k. sekundärstrukturer. Hemoglobin är ett exempel på ett globulärt protein. Hemoglobinet finns i erythrocyterna och binder syre.



- ✓ **Fiberproteiner/strukturproteiner (passiva proteiner):** Fiberproteinerna kännetecknas av långa, raka kedjor. De är passiva "strukturelement" i till exempel hår, naglar och bindväv och hjälper på så sätt till att bygga upp kroppens olika vävnader. Fiberproteiner ger styrka och flexibilitet, är olösliga i vatten och har för det mesta bara en enda s.k. sekundärstruktur. Kollagen är ett exempel på ett fiberprotein. Kollagen är det vanligaste proteinet i kroppen och bygger upp bindväven, benvävnaden etc.



Olika typer av globulära proteiner och deras funktioner

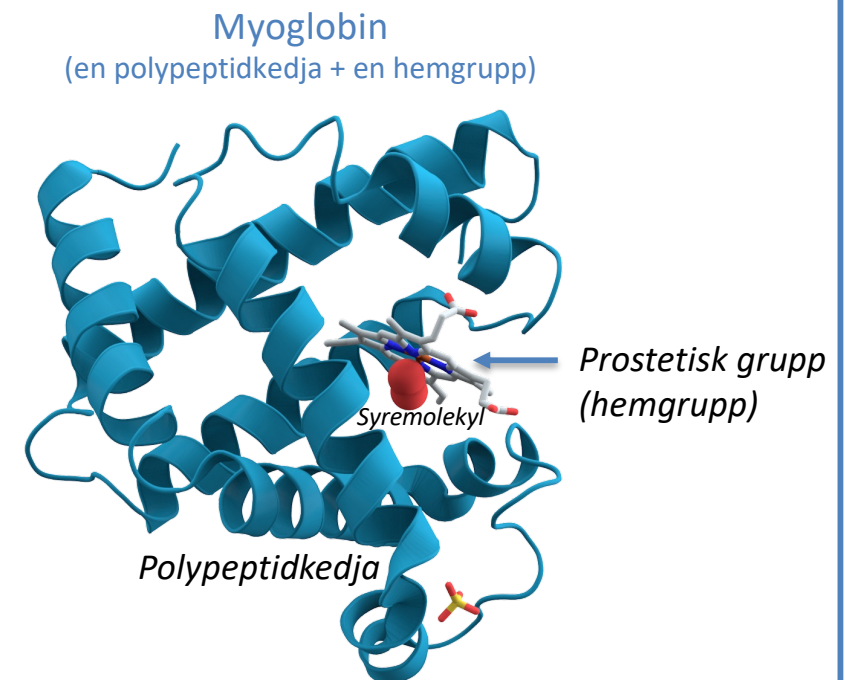
- ✓ **Enzymer:** Många proteiner fungerar som enzymer vilket innebär att de kan katalysera en kemisk reaktion (påskynda reaktionen) utan att själva förbrukas. *Laktas* är ett enzym som spjälkar disackariden laktos (mjölksocker) till monosackariderna glukos och galaktos.
- ✓ **Reglerande proteiner:** Reglerande proteiner är proteiner som kan påverka och förändra en cells aktivitet, t.ex. aktivera ett specifikt protein i cellen eller öka uttrycket av en specifik gen. Ex. på reglerande proteiner är framförallt olika *hormoner* i blodet men även olika typer av *signalproteiner* inuti cellerna. *Insulin* är ett hormon som t.ex. kan aktivera vesiklar som innehåller GLUT4-proteiner, vilket gör att cellen kan ta upp glukos från blodet.
- ✓ **Förrådsproteiner:** Det finns proteiner som kan lagra ämnen och frigöra dem vid behov. Till exempel *myoglobin* som lagrar syre i muskelceller och *gluten* som lagrar kväve i vetekornet.
- ✓ **Transportproteiner:** Många proteiner fungerar som transportörer av andra ämnen. I blodet finns *hemoglobin* som transporterar syre, *transferrin* som transporter järn, *albumin* som transporterar fettsyror och *prealbumin* som transporterar hormonerna *tyroxin* (T4) och *trijodtyronin* (T3). I cellmembranen finns också ett flertal olika transportproteiner som är avgörande för att olika ämnen ska kunna transporteras in och ut ur cellerna.

Olika typer av globulära proteiner och deras funktioner

- ✓ **Försvarsproteiner:** De vita blodkropparna, leukocyterna, utsöndrar *antikroppar* och andra försvarsproteiner för att bekämpa virus och bakterier.
- ✓ **Receptorer:** Receptorer är proteiner som ofta sitter i eller utanpå cellmembranet och som olika hormoner kan binda till. När hormonet binder till sin receptor startar en signaltransduktion inuti cellen som leder till att cellen på olika sätt ändrar sin aktivitet. *Insulinreceptorn* startar en signaltransduktion i cellen när hormonet insulin binder till receptorn.
- ✓ **Motorproteiner:** Ett motorprotein är ett protein som kan röra sig över en yta och hjälper ofta till att förflytta olika saker i cellen. Motorproteinet *myosin* som finns i våra muskelfibrer förskjuter de s.k. aktinfilamenten vilket gör att hela muskelfibern dras samman. Motorproteinet *dynein* förflyttar kromosomerna under celledelningen och flyttar även cellens organeller. Många motorproteiner binder till och utnyttjar cellskelettet för att kunna förflytta olika molekyler eller organeller i cellen.

Många proteiner innehåller prostetiska grupper

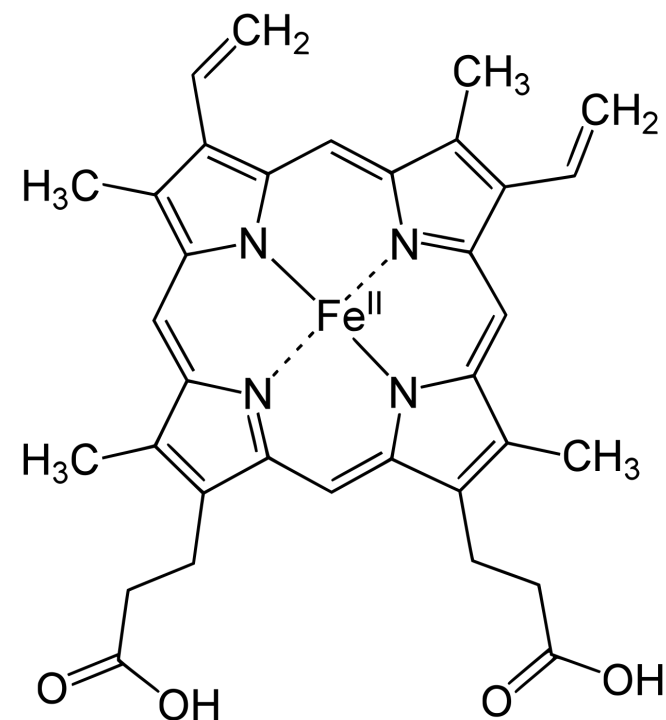
- ✓ **Prostetiska grupper:** Förutom en eller flera polypeptidkedjor så innehåller många proteiner ofta en eller flera s.k. *prostetiska grupper*. Prostetiska grupper är inte uppbyggda av aminosyror. Prostetiska grupper är organiska molekyler som sitter hårt och permanent bundna till sina respektive proteiner (ofta med kovalenta bindningar). De prostetiska grupperna kan även innehålla metalljoner, som t.ex. järnjoner.
- ✓ **Prostetiska grupper är nödvändiga för proteinets funktion:** De prostetiska grupperna är en integrerad del av proteinstrukturen och är nödvändiga för att proteinet ska fungera korrekt. Är proteinet ett enzym så är den prostetiska gruppen ofta avgörande för att enzymet ska kunna katalysera sin kemiska reaktion. Prostetiska grupper tillhör gruppen *kofaktorer* (hjälpämnen).



Bildkälla: By →AzaToth - self made based on PDB entry, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68596>

Hemgruppen är en prostetisk grupp

- ✓ **Proteiner med hemgrupper:** Proteinerna cytokrom c, myoglobin och hemoglobin innehåller en prostetisk grupp som kallas för *hemgrupp*. Cytokrom c och myoglobin har en hemgrupp medan hemoglobin har fyra stycken.
- ✓ **Struktur:** Hemgruppen består av ett kolväteskelett som kallas *porfyrin*. Detta kolväteskelett binder en järnjon, Fe^{2+} , i sitt centrum.
- ✓ **Funktion:** En funktion hos hemgruppen är att binda syremolekyler, O_2 . Dessutom kan hemgruppen fungera som elektrontransportör i till exempel enzymet cytokrom c i elektrontransportkedjan.

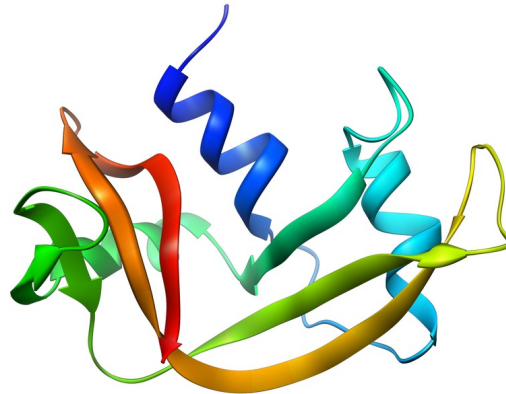


Bildkälla: Av Yikrazuul - Eget arbete, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11081791>

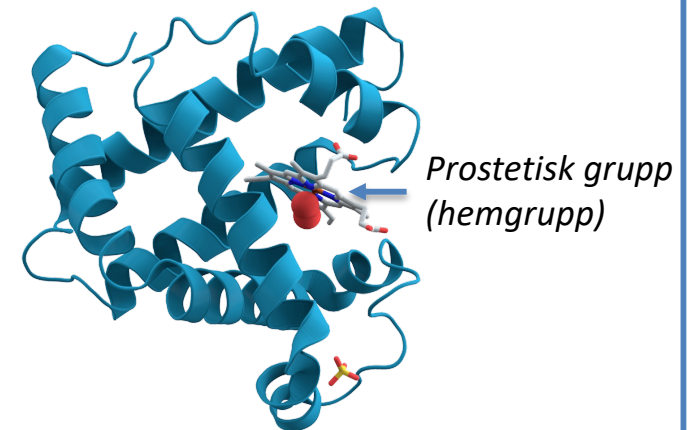
Enkla och konjugerande proteiner

- ✓ **Enkla proteiner:** Enkla proteiner innehåller ingen prostetisk grupp. Enzymet *kymotrypsin* och enzymet *ribonukleas* (RNas A) är exempel på enkla proteiner.
- ✓ **Konjugerande proteiner:** Konjugerande proteiner innehåller minst en prostetisk grupp. Cytokrom c, myoglobin och hemoglobin är exempel på konjugerande proteiner.

Ribonukleas är ett enkelt protein (ingen prostetisk grupp)



Myoglobin är ett konjugerat protein (en prostetisk grupp)

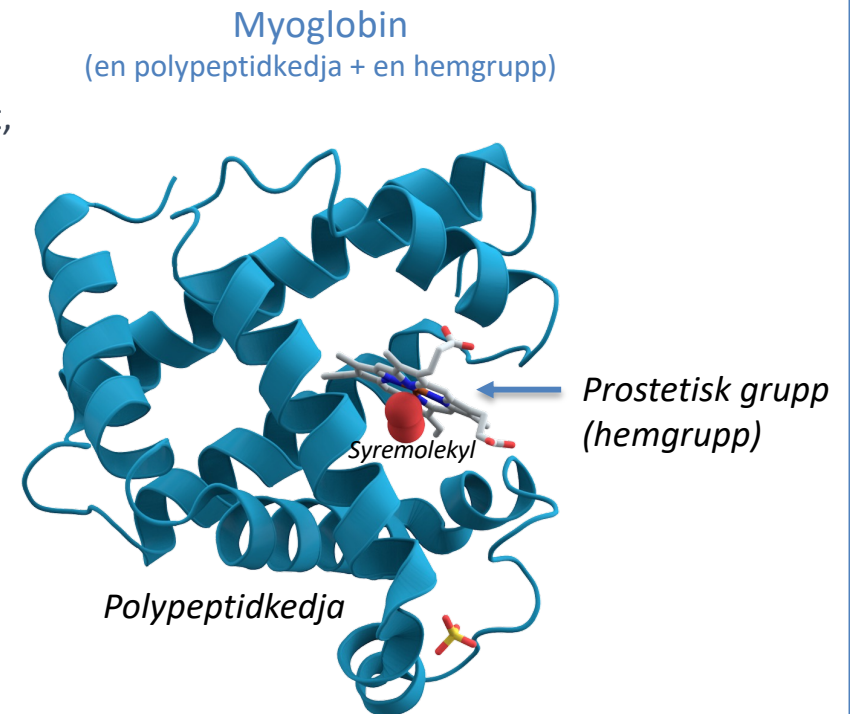


Bildkälla: No machine-readable author provided. Vossman assumed (based on copyright claims)., CC BY-SA 2.5 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>>, via Wikimedia Commons

Bildkälla: By →AzaToth - self made based on PDB entry, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68596>

Proteinet myoglobin

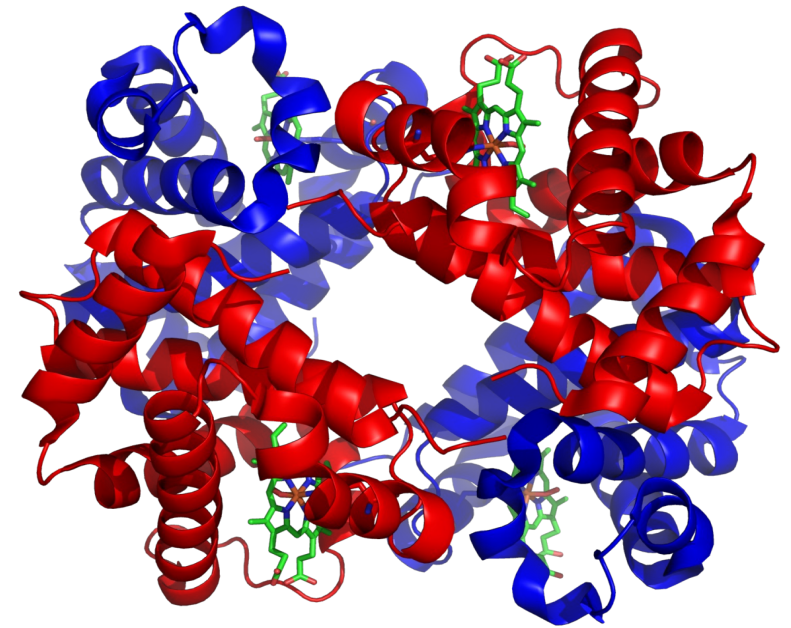
- ✓ **Funktion:** Myoglobin är ett protein som finns i muskelceller och har förmåga att binda och lagra syre. Myoglobin tar upp syre från blodet och lagrar det. Under perioder av ökad muskelaktivitet, när syretillgången från blodet kan vara begränsad, kan myoglobin frisätta lagrat syre som då används i mitokondrierna. Mycket av den röda färgen hos kött kommer från myoglobin.
- ✓ **Uppbyggnad:** Myoglobin är ett protein som består av en enda polypeptidkedja bestående av 153 aminosyror. I mitten har myoglobin en s.k. *hemgrupp*, som kan binda en syremolekyl. Hemgruppen binds till aminosyrakedjan (polypeptidkedjan) efter att denna har bildats vid translationen i en ribosom.
- ✓ **Struktur bestämd med röntgenkristallografi:** Myoglobin var det första protein som fick sin struktur bestämd med röntgenkristallografi. Det var John Kendrew och medarbetare som 1957 lyckades med det och för denna upptäckt fick John Kendrew motta 1962 års Nobelpris i kemi, delat med Max Perutz.



Bildkälla: By →AzaToth - self made based on PDB entry, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68596>

Proteinet hemoglobin

- ✓ **Funktion:** Hemoglobin är ett protein som finns i blodet inuti erythrocyterna (de röda blodkropparna). Hemoglobinmolekylerna tar upp syre från lungorna och levererar det till olika celler, t.ex. muskelcellerna, där syret används för att utvinna energi ur t.ex. kolhydrater.
- ✓ **Uppbyggnad:** Hemoglobin är ett protein som består av fyra polypeptidkedjor, varav 2 alfakedjor och 2 betakedjor (röd och blå färg). Totalt består hemoglobin av totalt 574 aminosyror. Varje polypeptidkedja kallas för en *subenhet* (underenhet). I varje polypeptidkedja finns en hemgrupp med en järnjon. Varje hemgrupp kan binda en syremolekyl så hemoglobinmolekylen kan totalt binda fyra syremolekyler. Hemgrupperna binds till resp. polypeptidkedja efter att dessa har bildats vid translationen i en ribosom.
- ✓ **Blodets röda färg:** Blodets röda färg beror på järnjonerna i hemgrupperna. När järnjonerna binder syremolekyler så blir den röda färgen ljusare, så syresatt blod är ljusrött medan syrefattigt blod är mer mörkrött.



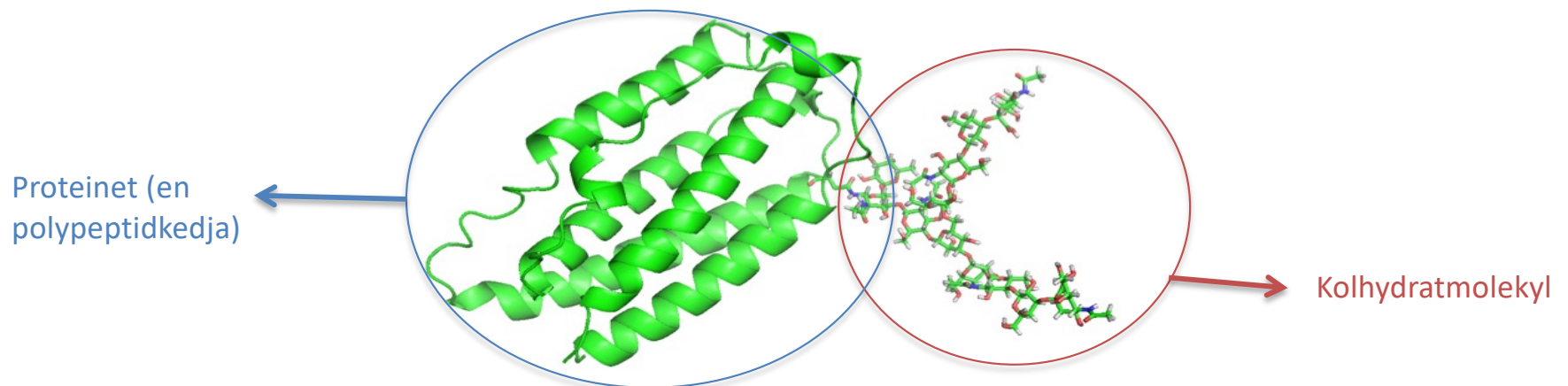
Bildkälla: "1GZX Haemoglobin" by Zephyris at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons.. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1GZX_Haemoglobin.png#/media/File:1GZX_Haemoglobin.png

Proteiner kan ha olika ämnen bundna till sig

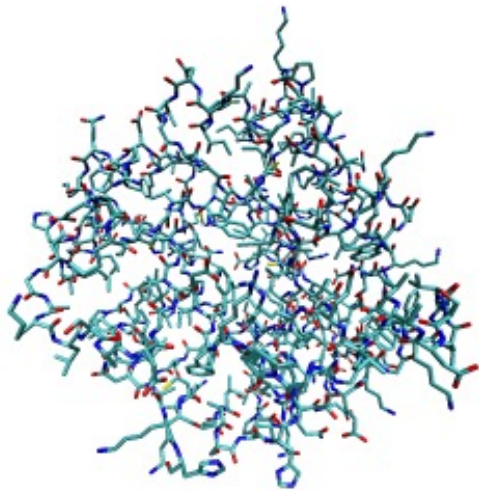
Proteiner:	Ämne som binder till proteinet:
Glykoproteiner	Kolhydratmolekyl (liten andel)
Proteoglykaner	Kolhydratmolekyl (stor andel)
Lipoproteiner	Lipidmolekyl (fettmolekyl)
Hemoproteiner	Hemgrupp (porfyrin + järnjon)
Fosfoproteiner	Fosfatgrupper
Flavoproteiner	Flavinnukleotider (FAD och FMN)
Metalloproteiner	Olika metalljoner (t.ex. järnjoner)

Glykoproteiner har kolhydrater bundna till sig

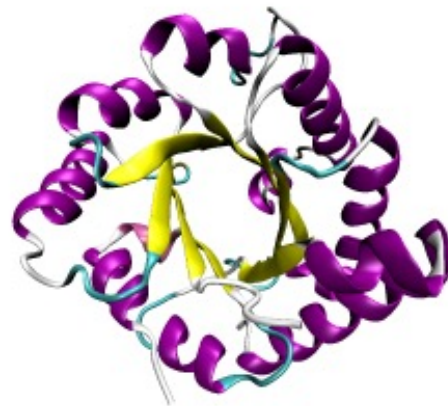
- ✓ Glykoproteiner är proteiner som har kolhydrater bundna till sig. Många proteiner har genomgått en modifiering efter translationen där längre eller kortare kedjor av kolhydrater har bundit kovalent till proteinet. Denna typ av proteiner kallas för *glykoproteiner* (eller *proteoglykaner* om mängden kolhydrater är mycket stor).
- ✓ Glykoproteiner är vanliga i cellmembran och i blodet och har en rad olika funktioner. I cellmembranet kan de t.ex. hjälpa till att stabilisera membranstrukturen genom att kolhydratdelen sticker ut från cellmembranet och skapar vätebindningar med det omgivande vattnet. Glykoproteiner kan även fungera som receptorer i cellmembranet. Vissa glykoproteiner fungerar som hormoner i blodet.



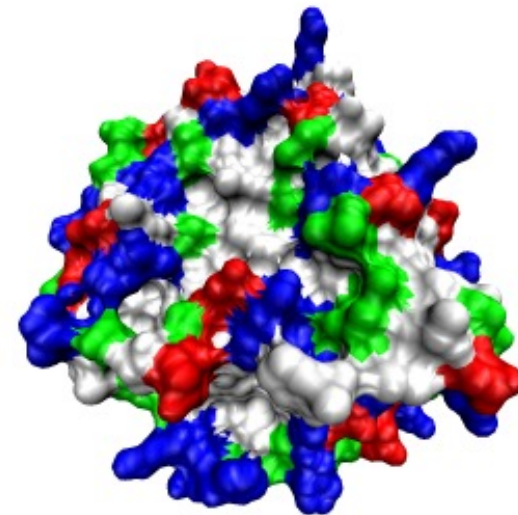
3 olika sätt att illustrera samma protein (triosfosfatisomeras)



På denna bild är alla atomer representerade, och de är färgade utifrån atomslag.



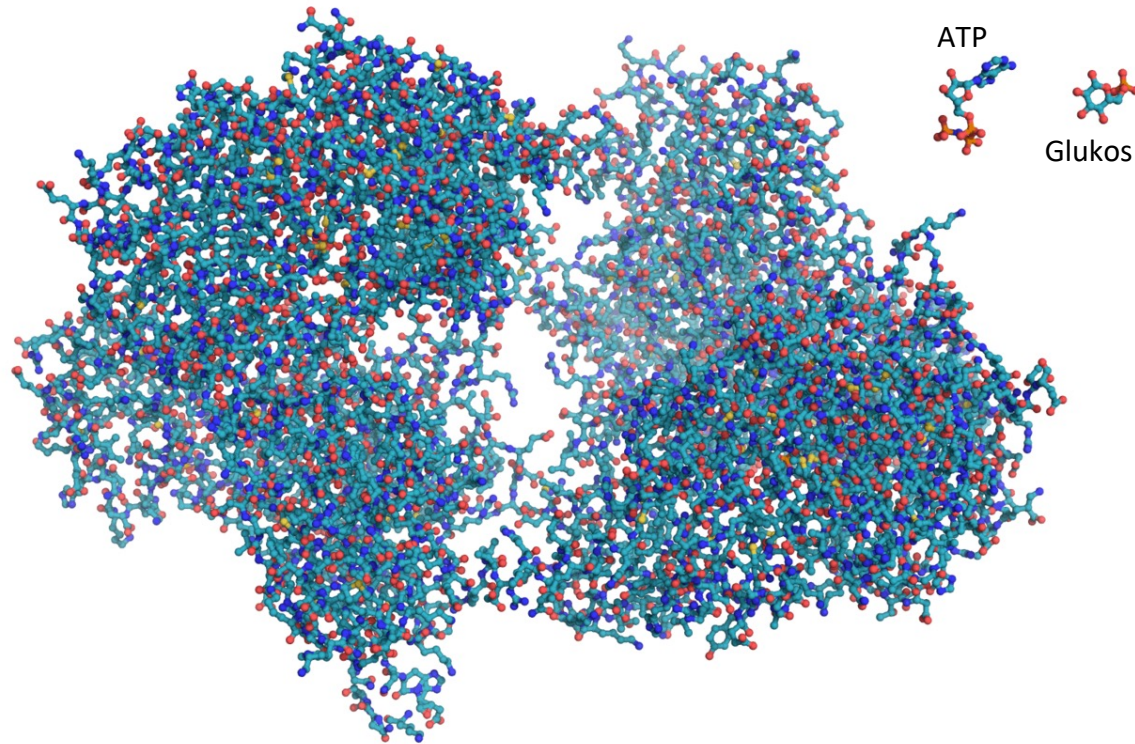
Förenklad bild som visar strukturen av proteinets ryggrad (backbone conformation), här har olika sekundärstrukturer fått olika färger.



Man kan dela in aminosyror i 4 huvudsakliga grupper. Här har de olika typerna av aminosyror fått olika färger.

Proteinet hexokinas

- ✓ Bilden visar enzymet *hexokinas* och längst uppe till höger syns enzymets två substrat i form av ATP och glukos.



Bildkälla: By The original uploader was TimVickers at English Wikipedia. - Transferred from en.wikipedia to Commons by Leptictidium using CommonsHelper., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6703386>

Repetition:

Förklara följande begrepp:

- Biomolekyler
- Äggviteämnen
- Polypeptidkedja
- Peptider
- Mono-, di-, tri- och tetrapeptid
- Oligopeptid
- Polypeptid
- Protein
- Kondensationsreaktion
- Peptidbindning
- N-terminal och C-terminal

Redogör:

- Redogör för den allmänna strukturen av en aminosyra (neutral/oladdad form).
- Redogör för olika typer av globulära proteiner och deras olika funktioner.
- Förklara varför strukturen är helt avgörande för proteinets funktion.
- Förklara sambandet mellan gen, protein och funktion.

Förklara följande begrepp:

- Globulära proteiner (aktiva proteiner)
- Fiberproteiner/strukturproteiner (passiva proteiner)
- Prostetiska grupper
- Hemgruppen
- Enkla proteiner
- Konjugerande proteiner
- Myoglobin
- Hemoglobin
- Olika typer av proteiner; glykoproteiner, proteoglykaner, lipoproteiner, hemoproteiner, fosfoproteiner, flavoproteiner och metalloproteiner.



Se gärna fler filmer på:
kemilektioner.se
youtube.com/kemilektioner