

Fehérjék

Szerkesztette: Vizkievicz András

A fehérjék - proteinek - az élő szervezetek számára a **legfontosabb** vegyületek. Az élet bármilyen megnyilvánulási formája fehérjékkel kapcsolatos. A sejtek szárazanyagának minimum 50 %-át adják.



Csoportosításuk **biológiai feladataik** alapján történik, lehetnek:

- **szerkezeti fehérjék:** tartó, szilárdító feladatokat látnak el, pl. a **kollagén** szinte mindenütt, **keratin** a hajban,
- **összehúzó fehérjék:** ilyen az **aktin**, **miozin**, pl. az izmokban,
- **transzportfehérjék:** szállító feladatokat látnak el, pl. a **hemoglobin** oxigént szállít,
- **védőfehérjék:** fertőzésekkel szembeni védekezésben közreműködnek, pl. **immunoglobulinok**,
- **hormonok:** kémiai jelek, szervek, szövetek működését befolyásolják, pl. **inzulin**,
- **enzimek: biokatalizátorok**, a sejtekben zajló kémiai folyamatok aktiválási energiáját csökkentik, aminek következtében az átalakulások **reakciósebessége megnő**. Az emberi szervezet működési körülményei között, **katalizátorok** nélkül az életfolyamatok végtelen lassú sebességgel zajlanának. A szerves anyagok zöme 37 fokon gyakorlatilag nem bomlik le katalizátorok nélkül.

Az aminosavak

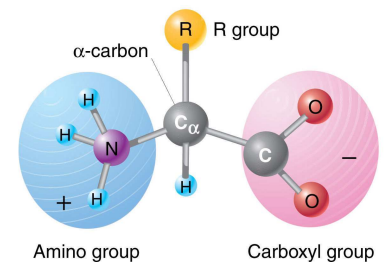
A fehérjék makromolekulák, **monomerjeiket aminosavaknak** nevezzük. A **fehérjeeredetű aminosavak** szabad állapotban csak kis mennyiségben találhatóak meg a sejtekben, főleg fehérjék felépítésében vesznek részt.

Kémiailag **amino-karbonsavak**, azaz a molekulában két eltérő jellegű funkciós csoport is megtalálható:

- **bázisos aminocsoport**,
- **savas karboxilcsoport**.

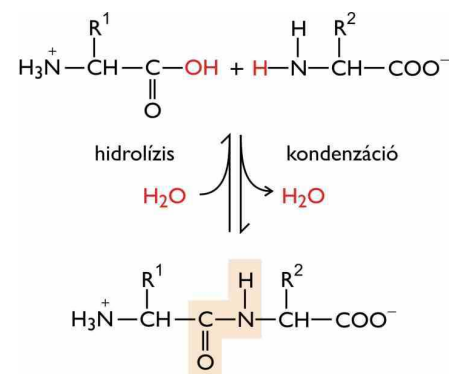
Minden aminosav egy azonos, és egy eltérő molekula részletből áll:

- az azonos rész tartalmazza az amino-, és a karboxilcsoportokat,
- az **eltérő rész** az ún. **oldallánc**, amely szerkezetileg **20 féle** lehet.



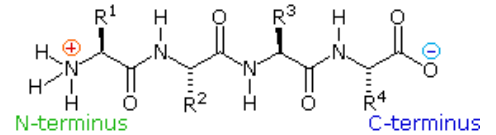
Biológiai szempontból legfontosabb reakciójuk a **kondenzáció**, melynek során **az egyik aminosav aminocsoportja, és a másik aminosav karboxilcsoportja között víz kilépéssel, ún. peptidkötés jön létre**.

- 2,3,4 aminosav összekapcsolódásakor **di-, tri-, tetrapeptid**ek jönnek létre,
- néhány 10 aminosav összekapcsolódásakor **oligopeptid**ek jönnek létre,
- néhány 100 aminosav összekapcsolódásakor **polipeptid**ek jönnek létre.



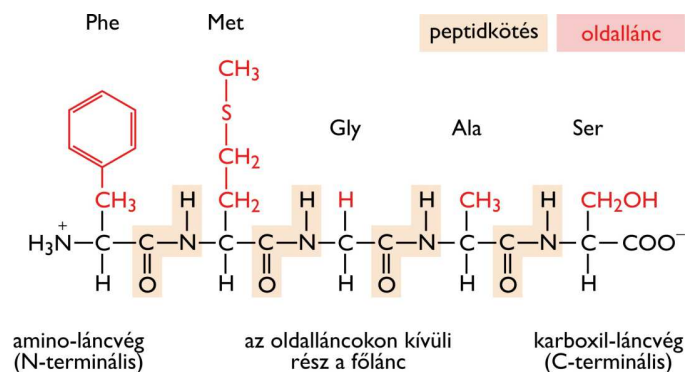
Az aminosavak összekapcsolódásából kialakuló **polipeptidlánc**:

- **mindig elágazásmentes**,
- a lánc $-NH_2$ csoportot viselő része az **N-terminális**, a **$-COOH$ csoportot hordozó része a C-terminális**,
- a lánc aminosavsorrendjének felírásánál a felsorolást mindig az N-terminálisnál kezdjük a jobb oldalon,
- az aminosavsorrend felírásánál az aminosavak nemzetközi rövidítését használjuk: Gly-Ala-Ser-Cys-...,
- a polipeptidlánc **aminosavsorrendjét szekvenciának** nevezzük.



Szekvencia

- 2 aminosav kétféleképpen kapcsolódhat egymáshoz, attól függően, hogy melyik helyezkedik el az N-terminálison.
- 3 aminosavat már 6 féle sorrendben kapcsolhatunk össze.
- 100 db- 20 féle- aminosavból már 20^{100} féle polipeptid alkotható.



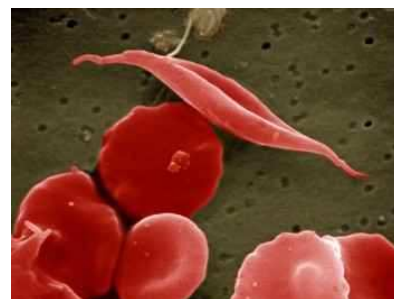
A **szekvencia döntően meghatározza a fehérjék tulajdonságait**, ezért az **aminosavsorrendet** a fehérjék **elsődleges szerkezetének** nevezzük.

Akár egyetlen aminosav helyének megváltoztatása az egész fehérje működésére hatással lehet.

Sarlósejtes vérszegénység

A rendellenesség nevét onnan kapta, hogy a betegek vérében - az egyébként korong alakú - **vörösvértestek sarló formájúak**. A hibás vörösvértesteket az immunrendszer folyamatosan eltávolítja, aminek következtében csökken a vörösvértest szám (vérszegénység).

A betegség oka az, hogy a vörösvértesteket kitöltő hemoglobin egyik polipeptidláncában az egyik aminosav kicserélődik egy másikra (az egyik béta-láncban a 6. helyen levő Glu helyet Val található). Ennek következtében a **hemoglobin oldékonysága megszűnik, kikristályosodik, megváltozik a sejt alakja** és oxigén szállítására képtelenné válik. **Genetikai betegség**.



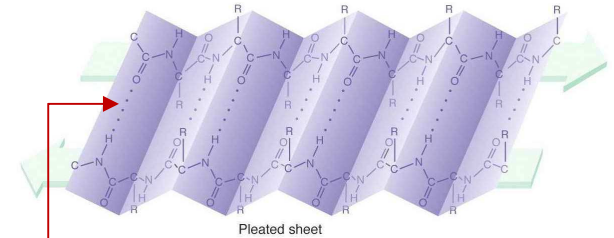
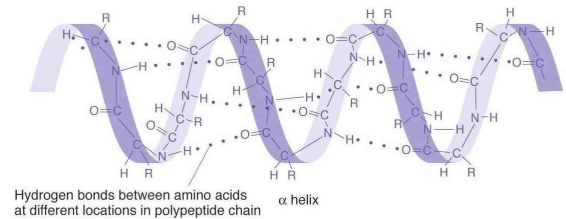
A polipeptidek térszerkezete

A polipeptidláncnak kétféle szerkezetét különböztetjük meg:

- **alfa-hélix,**
- **béta-szalag.**

Béta-szalag (redő)

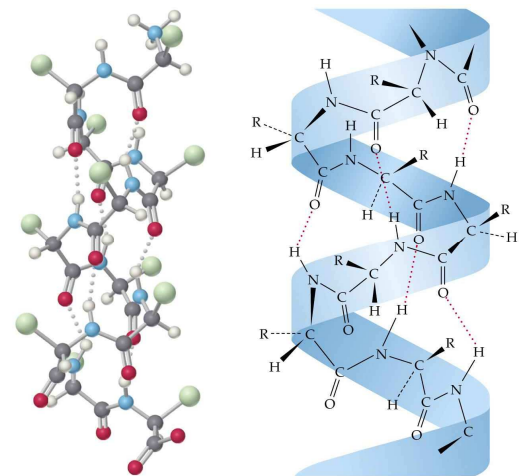
A béta-konformációban a polipeptidlánc összetolt **hátzetökhöz** hasonló szerkezetet alkot. A szerkezet azáltal stabilizálódik, hogy a **lánckok egymás mellé rendeződnek és közöttük H-kötés alakul ki.**



Alfa-hélix

Az alfa-hélixben a polipeptidlánc **csavarvonalyszerűen** tekeredik. A spirál szerkezetét a **láncon belül kialakuló H-kötések stabilizálják**, amelyek a közel függőlegesen és egymással párhuzamosan elhelyezkedő C=O és NH csoportok között jönnek létre.

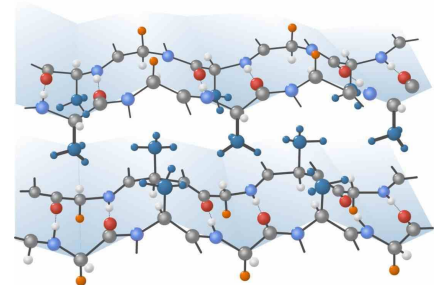
A polipeptidlánc **térszerkezetét - alfa-hélix vagy béta-szalag - a fehérjék másodlagos szerkezetének** nevezzük. A másodlagos szerkezetet alapvetően az aminosavak minősége és sorrendje határozza meg.



Fibrilláris fehérjék

Azokat a fehérjéket, amelyek **végig azonos másodlagos szerkezettel jellemezhetők** - végig alfa-hélix vagy béta-szalag -, **fibrilláris fehérjéknek** nevezzük.

A fibrilláris fehérjék **hosszú, elnyúlt, szálak szerkezetűek, igen stabilak, vízben nem oldódnak.**



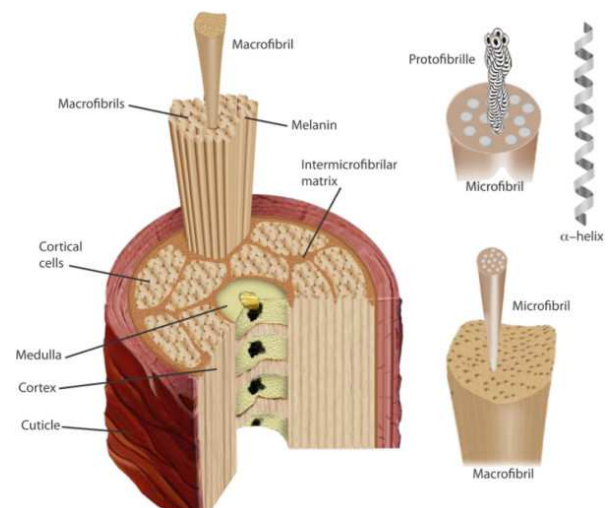
Fibrilláris fehérje pl.:

- **fibroin: a selyem fehérjéje,**
- **keratin: a haj fehérjéje.**

A keratin

Az elszarusodó hámszövetekben termelődő szerkezeti fehérje. Fő összetevője a szőrnek, hajnak, tollnak, szarupikkelynek. **Szekunder szerkezete alfa-hélix.** Felépítésében az összes aminosav részt vesz. **A hajszál az egyes alfa-hélixek további rendeződésével jön létre.**

A hajszál rendkívül erős, ami annak köszönhető, hogy az egyes molekulák különböző erősségű kötésekkel összekapcsolódnak. Az egyik jelentős kötés a cisztein oldalláncok között kialakuló **diszulfid-híd**. A diszulfid-hidak felbontásával, a mikrofilamentumok elcsúszásával, majd újra a szálak összekapcsolódásával magyarázható a dauerolás.

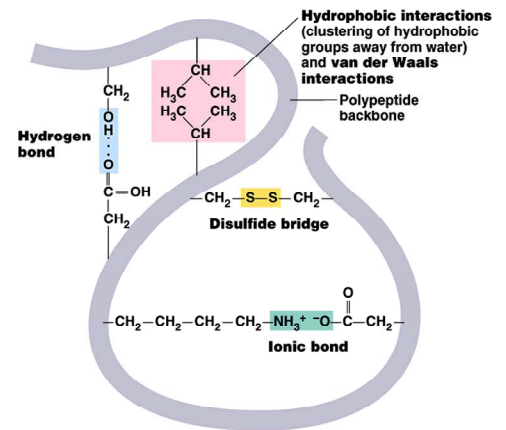


A globuláris fehérjék

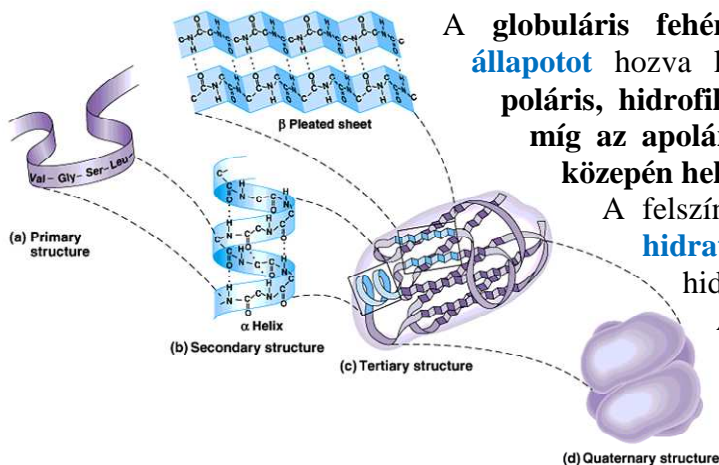
A fehérjék **harmadlagos szerkezetét** a polipeptidlánc további térbeli elrendeződése határozza meg. A globuláris fehérjékben a **polipeptidlánc szerkezete szakaszonként váltakozik**, ezért a molekula egésze gömb alakú. Az eltérő szerkezetű részeket ún. **rendezetlen szakaszok** kapcsolják össze, ahol az alfa-hélix és a béta-szalag közötti **átmeneti szerkezet** alakul ki.

A harmadlagos szerkezet stabilitását különféle kötések biztosítják:

- **hidrogén-kötés**, pl. a szerin oldalláncok között,
- **van der Waals kötés**, pl. az apoláris alanin oldalláncok között,
- **ionos kötés**, pl. a savas glutaminsav és a bázisos lizin között található,
- **kovalens kötés**, pl. ilyen két cisztein közötti diszulfid-híd.



Az egyes másodlagos szerkezettel rendelkező szakaszok egymáshoz viszonyított térbeli helyzete tehát a **harmadlagos szerkezettel** jellemezhető.



A **globuláris fehérjék jól oldódnak vízben, kolloid állapotot** hozva létre. Ez annak köszönhető, hogy a **poláris, hidrofil oldalláncok a gombolyag felületén, míg az apoláris hidrofób oldalláncok a molekula közepén helyezkednek el.**

A felszínen levő hidrofil aminosav részek jól **hidratálódnak**, az apoláris részek egy hidrofób belső magot hoznak létre.

A belső hidrofób mag, ill. a külső hidrátburok nagymértékben hozzájárul a fehérjék stabilitásához.

Ugyanakkor nagyon fontos tény, hogy a **fehérjék térszerkezete rendkívül bonyolult**, ebből következően igen **érzékenyen** válaszol térszerkezetének megváltozásával a környezet hatásaira.

A fehérjék harmadlagos szerkezetét befolyásoló környezeti tényezők:

- **A hőmérséklet,**
- **könnyűfémsó koncentráció,**
- **a közeg hidrogénion koncentrációja,**
- **a nehézfémek.**

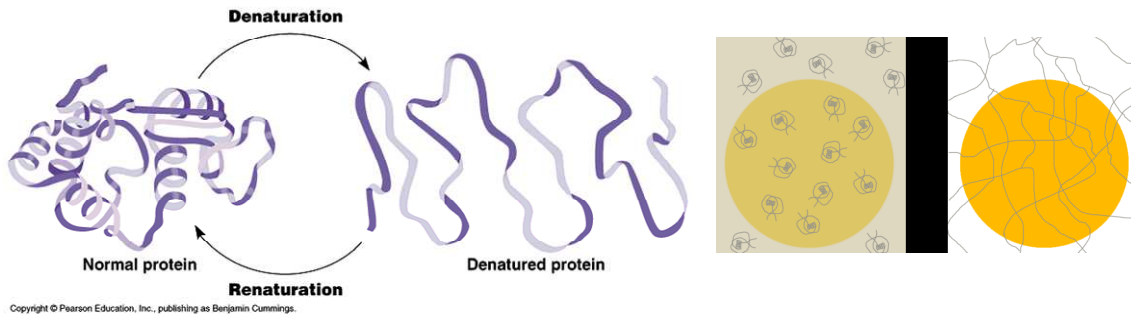


A **hőmérséklet** emelésekor a molekularészek hőmozgása egyre intenzívebb lesz, aminek következtében az oldalláncok közötti stabilizáló kötések felszakadnak.

A változás hatására a molekula elveszti jellegzetes térszerkezetét, **letekeredik**, azaz **denaturálódik**. A **letekeredett láncok** összeakadva **térhálót alkotnak**, melynek hézagaiban vízmolekulák helyezkednek el. A **rendszer kolloid állapota megszűnik**, durva diszperz rendszerre alakul, azaz a fehérjék **kicsapódnak, koagulálnak**. A folyamat visszafordíthatatlan, azaz **irreverzibilis**. Irreverzibilis denaturáció zajlik le tojás főzéskor is, minek hatására a molekulák véglegesen elvesztik harmadlagos szerkezetüket, biológiai aktivitásuk megszűnik.

Az **élő sejtek pH-ja 7.1 körül** van, a sejtekben a fehérjék működése, szerkezete ekkor optimális. Amennyiben **változik a pH** - azaz megváltozik a H^+ -ion koncentráció -, a bevitt ionok hatására **megváltoznak a fehérjemolekulák töltésviszonyai**.

Az aminosav oldalláncok töltésének megváltozásakor a molekulát stabilizáló kötések felszakadnak, a molekula gombolyag letekeredik, a fehérje **irreverzibilisen denaturálódik**.



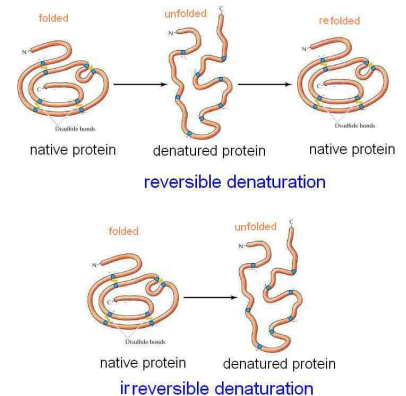
A **nehézfémek** - pl. **Pb, Hg**, - hatására a fehérjék **irreverzibilisen denaturálódnak**.

A nehézfém ionok hozzákapcsolódnak a polipeptidlánchoz, felszakítják a láncot stabilizáló kötéseket.

A **könnyűfémek** koncentrációjának emelésekor az oldatba kerülő **ionok hidratálódnak** és nagy koncentrációjuk esetén saját hidratburkuk kialakításához a **víz molekulákat a fehérjék hidratburkából vonják el**. A fehérjemolekulák, mivel **hidratburkukat elvesztik, összecsapódnak, azaz koagulálnak**. Kiválva az oldatból **megszűnik a kolloid állapotuk**.

A folyamat **reverzibilis**, azaz megfordítható, mivel ha a kicsapódott fehérjékhez feleslegben vizet adunk, a molekulák hidratburka helyreáll, ismét kolloid állapotba kerülnek.

A folyamatot **kiszózásnak** is nevezzük, amely pl. $(NH_4)_2SO_4$ hatására következhet be.



Ismertek olyan fehérjék, amelyek nem egy, **hanem több polipeptidláncból épülnek fel**. Ilyen fehérje pl. a **hemoglobin**. A fehérjét felépítő egyes polipeptidláncokat **alegységnek** nevezzük. Az **alegységek egymáshoz viszonyított térbeli helyzetét a negyedleges szerkezettel** jellemezzük. Ilyen pl. a hemoglobin.

A fehérjék csoportosítása **összetételük** szerint történik.

1. **Proteidek** vagy **összetett** fehérjék nem fehérje természetű, ún. **prosztetikus csoportot is tartalmaznak**:

- **glükoproteidek**: prosztetikus csoportjuk szénhidrát,
 - **mucin** a nyálban,
 - **globulinok** a vérben,
- **lipoproteidek**: prosztetikus csoportjuk lipid,
 - **sejthártya fehérjéi**,
- **metallopoteidek**: prosztetikus csoportjuk fémion,
 - **hemoglobin**.

2. **Proteinek** vagy **egyszerű** fehérjék. Csak aminosavakból állnak:

- **albuminok** a vérben, ill. a **kollagén**.

