

Aminosavak, peptidek, fehérjék

Béres Csilla

Aminosavak

- Az **aminosavak** (más néven *amino-karbonsavak*) olyan szerves vegyületek, amelyek molekulájában aminocsoport (-NH_2) és karboxilcsoport (-COOH) egyaránt előfordul. Az egyik aminocsoport rendszerint a karboxil-csoporttal szomszédos helyzetű szénatomhoz kapcsolódik- α -aminosavak

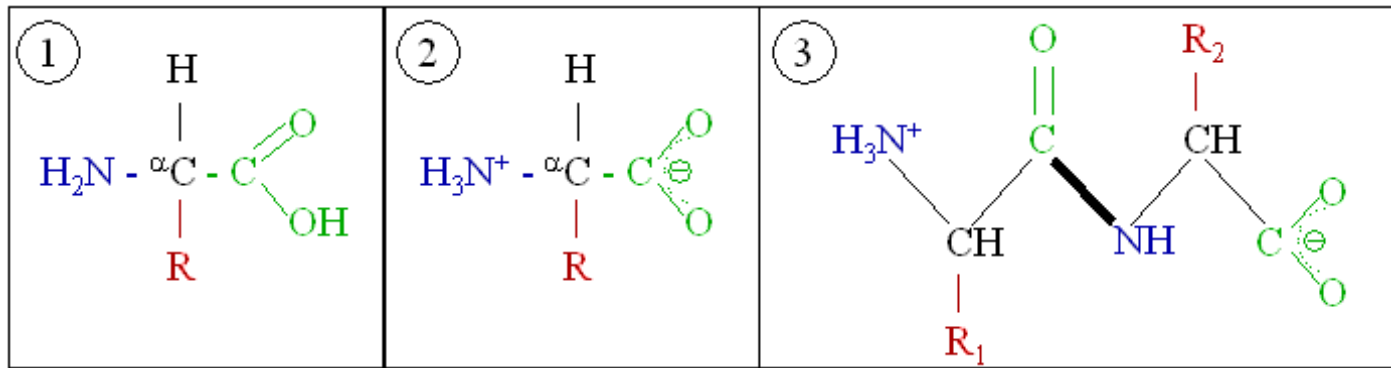
Aminosavak

- A genetikus kódban csak aminosavnak megfelelő triplet (bázishármas) létezik, ezek a fehérjealkotó aminosavak. Nem-fehérje aminosavak is előfordulnak, ezek utólag képződnek, pl. hidroxiprolin a kollagénban

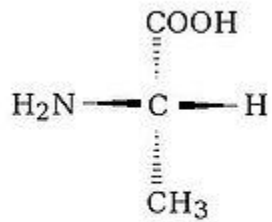
Aminosavak

- Színtelen, kristályos anyagok, egy részük vízben, de szerves oldószerekben jobban oldódnak. Amfoterek (egyidejűleg savas és lúgos kémhatás), ikerion szerkezet. A szervezetben fontos sav-bázis puffer-rendszerek. Optikai izomeria, L-sorozat. D aminosavak: egyes antibiotikumok, mérgek

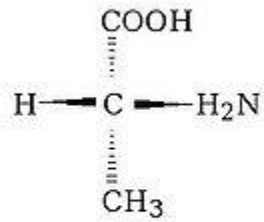
Ikerion



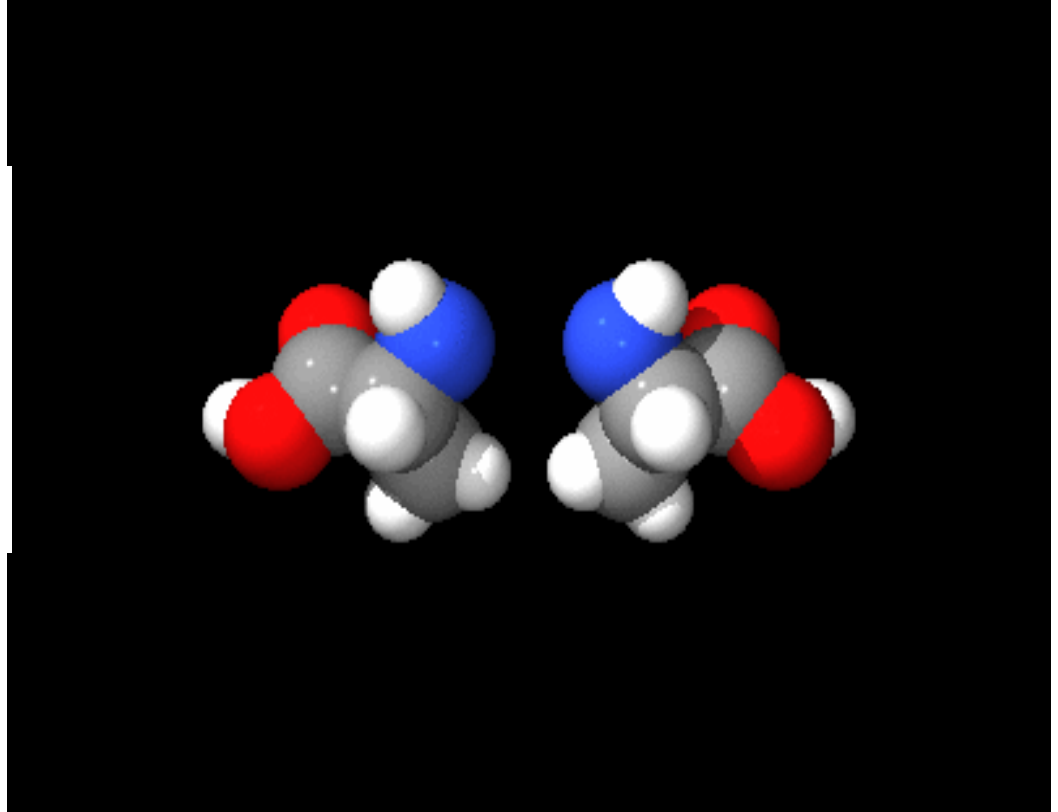
Alanin izomerjei



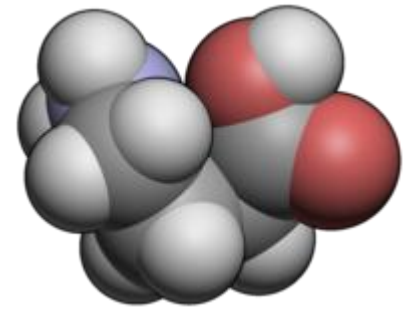
L-Alanin



D-Alanin



GABA



- Az egyetlen élettani jelentőséggel bíró β -aminosav a β -alanin, ennek származékai a pantoténsav és a koenzim-A. Lényeges még az agy anyagcseréjének egyik eleme, a γ -aminovajsav (GABA), egy többnyire gátló hatású neurotranszmitter számos különböző fajban. A humán központi idegrendszerben és a retinában ez az egyik fő gátló neurotranszmitter

Aminosavak

- A szervezet fehérjéinek és egyéb nitrogéntartalmú alkotórészeinek felépítéséhez, és ezek újraképzéséhez szükséges aminosavakat a táplálék fehérjéi adják. A fehérjeszükséglet tehát aminosav szükségletet jelent. Az emberi szervezetben 14-16% a fehérje-, és hozzávetőlegesen 0,1% a szabad aminosavtartalom.

$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ (\text{CH}_2)_3 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ <p>Arginine (Arg / R)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ <p>Glutamine (Gln / Q)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} $ <p>Phenylalanine (Phe / F)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array} $ <p>Tyrosine (Tyr / Y)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} $ <p>Tryptophan (Trp, W)</p>
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ <p>Lysine (Lys / K)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array} $ <p>Glycine (Gly / G)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Alanine (Ala / A)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2 \end{array} $ <p>Histidine (His / H)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} $ <p>Serine (Ser / S)</p>
$ \begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \end{array} $ <p>Proline (Pro / P)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array} $ <p>Glutamic Acid (Glu / E)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array} $ <p>Aspartic Acid (Asp / D)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Threonine (Thr / T)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array} $ <p>Cysteine (Cys / C)</p>
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Methionine (Met / M)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Leucine (Leu / L)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ <p>Asparagine (Asn / N)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{HC} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Isoleucine (Ile / I)</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Valine (Val / V)</p>

Csoportosításuk

- Nyílt szénláncú mono-amino-mono.karbonsavak: **glicin** –kötőszövet fehérjéi, selyem, neurotranszmitter
- Kreatin glicin származék
- **Alanin**: α -testfolyadék fehérjéi, selyem fibronja, β -koenzim-A
- **Valin, leucin, izoleucin:esszenciális**

Csoportosításuk

- Alifás hidroxil- és szulfhidril-monoamino-monokarbonsavak:
- **Szerin, treonin:** pl. tej, tojás
- **Cisztein, cisztin** S tartalom!!! (szerkezet-S-híd)
- **Metionin,** esszenciális, S tartalom,tej

Csoportosításuk

- Gyűrűs aminosavak: **fenilalanin, tirozin-** (és dijó-d-tirozin, a pajzsmirigy hormon előanyaga), **triptofán, hisztidin, prolin** - gyengén bázikusak-esszenciális
- Monoamino-dikarbonsavak:
aszparaginsav, glutaminsav: vérfehérjék, zselatin, amidjuk: aszparagin, glutamin
- Diamino-monokarbonsavak: lizin, arginin – alkaloidák prekurzorai

Esszenciális aminosavak

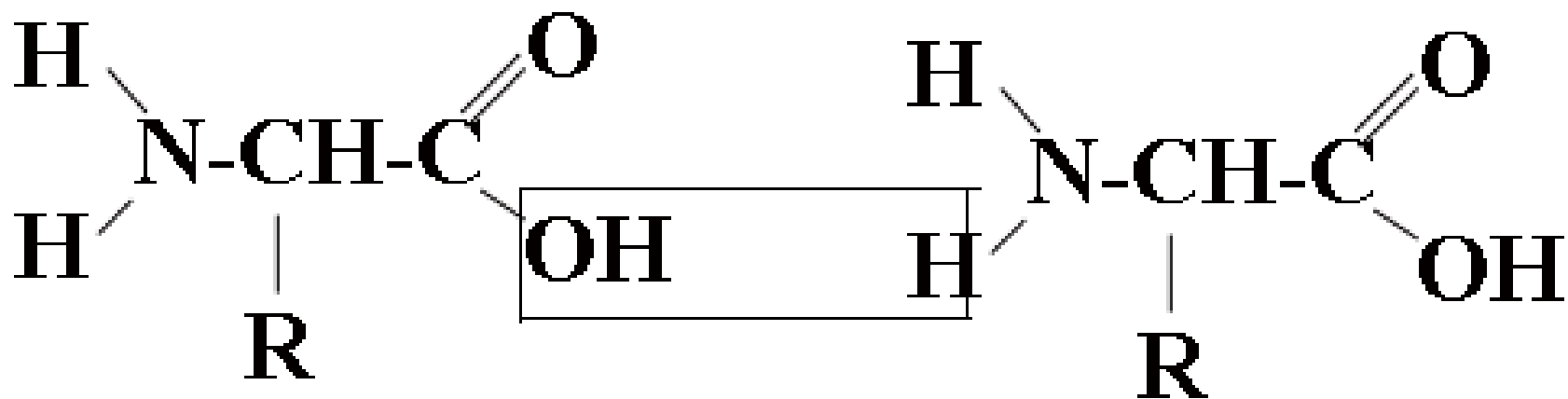
- Az emberi szervezet számára 9 aminosav esszenciális:
- [metionin](#),
- [treonin](#),
- [lizin](#),
- [izoleucin](#),
- [valin](#),
- [leucin](#),
- [fenil-alanin](#),
- [triptofán](#).
- [hisztidin](#).
- Minden állatfajta számára más-más aminosavak esszenciálisak.

Peptidkötés

- Az aminosavak **peptidkötéssel** kapcsolódnak egymáshoz, vízkilépés közben.
- Két aminosavból **dipeptid**, háromból **tripeptid**, sokból **polipeptidlánc** képződik. A **fehérjemolekulák** tehát sok aminosavrészből felépülő **polipeptidlánccok**.

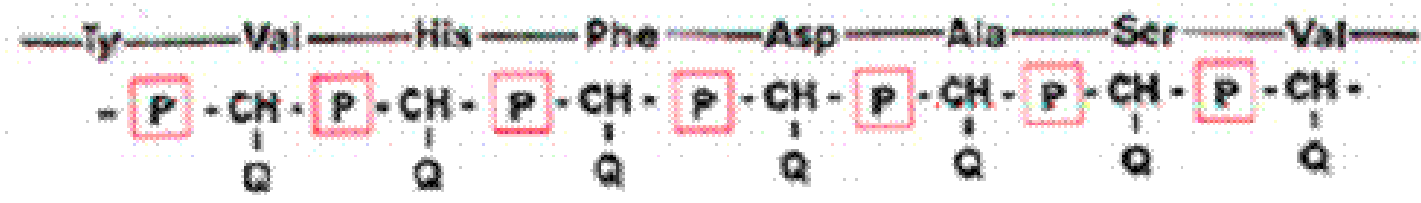
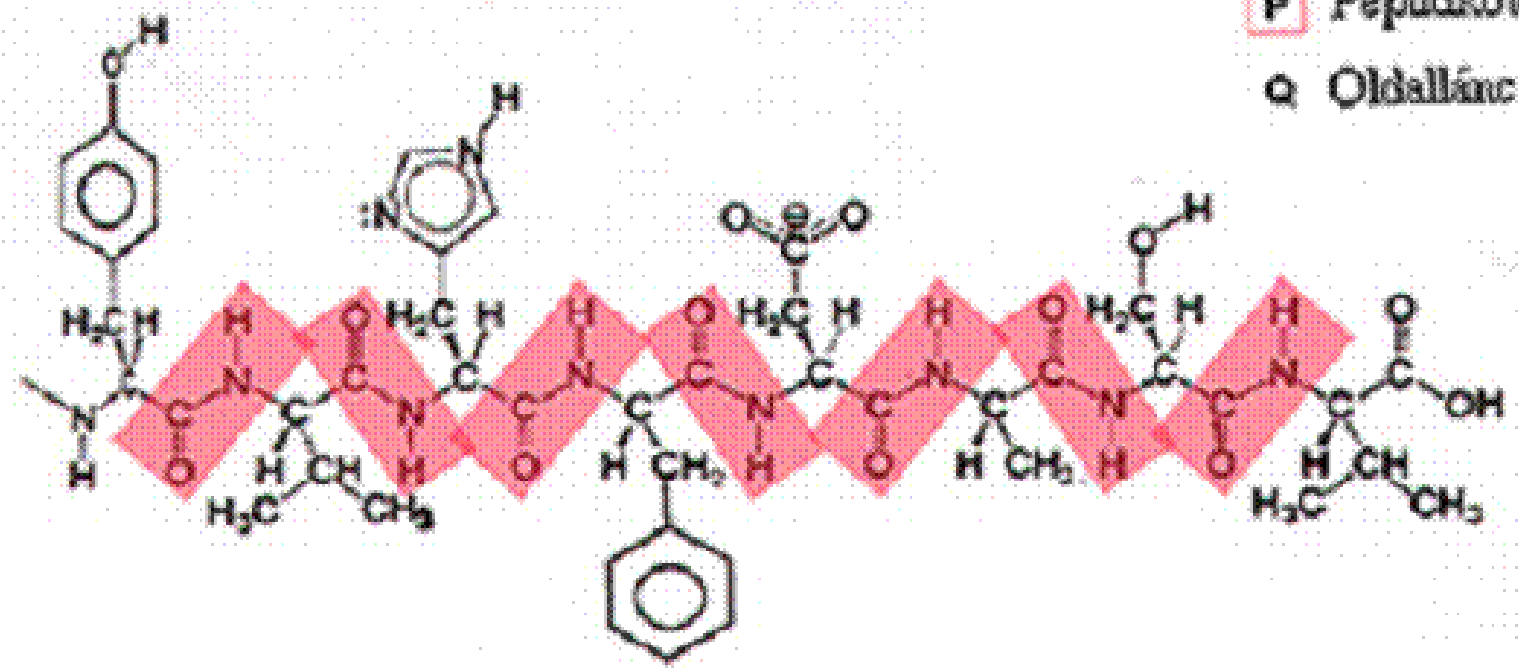


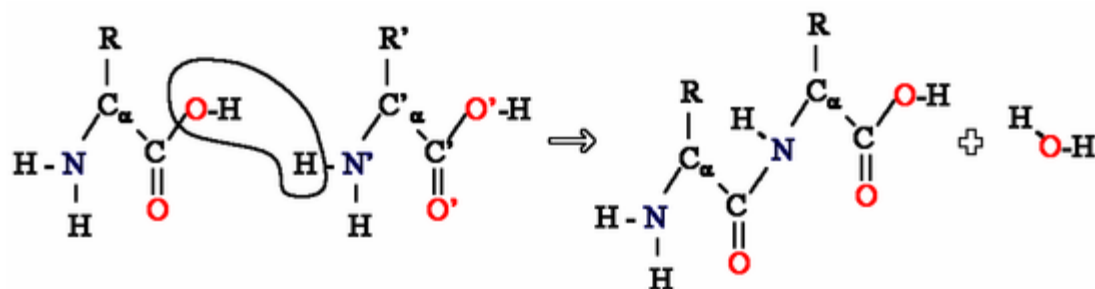
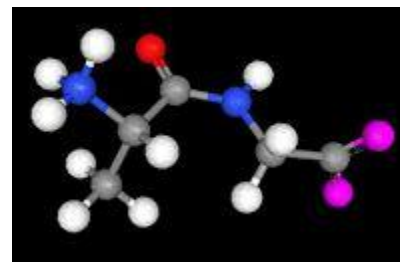
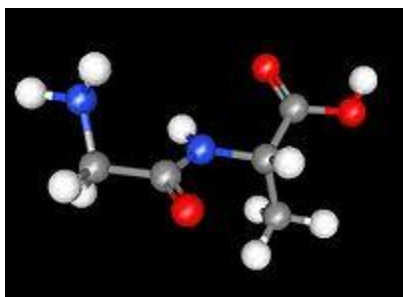
Peptidkötés



P Peptidkötés

Q Oldallánc





Két különböző aminosavból két különböző dipeptid épülhet fel aszerint, hogy melyik aminosavrész N-terminális és melyik C-terminális:

A **glicil-alanin** (**H-Gly-Ala-OH**) képlete: $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CHCH}_3 - \text{COOH}$ (baloldali molekulamodellek)

Az **alanil-glicin** (**H-Ala-Gly-OH**) képlete: $\text{H}_2\text{N} - \text{CHCH}_3 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ (jobboldali molekulamodellek)

Peptidkötés

- A két dipeptid - a glicil-alanin és az alanil-glicin - **konstitúciós izomerje** egymásnak; ezek különböző sajátságú anyagok.
- Három különböző aminosavból már hat különböző szerkezetű tripeptid vezethető le. Következésképpen az egymáshoz kapcsolódó aminosavak számának növekedésével rohamosan nő a sorrendi lehetőségek száma. A kombinatorika szabályai szerint n számú különböző aminosav $n!$ (1,2,3..., n)-féle sorrendben kapcsolódhat egymáshoz. Így tíz különböző aminosavból felépülő deka-peptid esetében már 3 628 800 szerkezeti lehetőséget jelent, pedig hol van az még a fehérjeláncok méretétől!

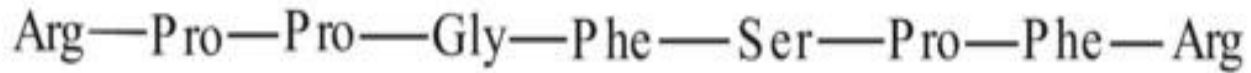
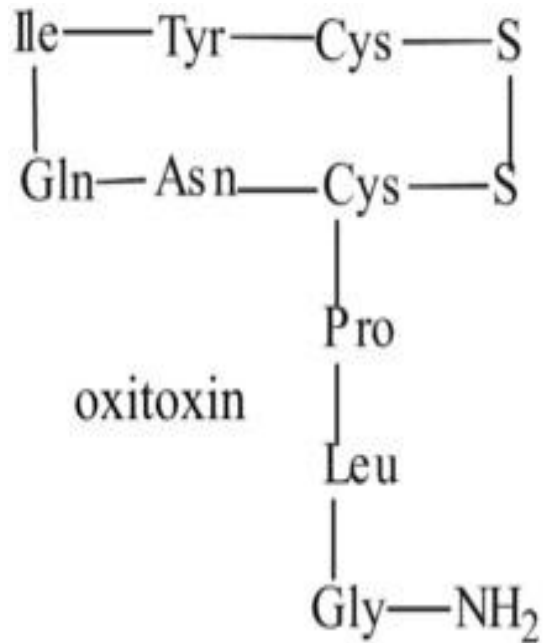
Peptidek

- A peptidek aminosavakból épülnek fel peptidkötéssel. A részt vevő aminosavak száma szerint megkülönböztetünk dipeptideket (két aminosav, egy peptidkötés), tripeptideket (három aminosav, két peptidkötés), tetrapeptideket. Ha a molekulában tíznél kevesebb aminosav található, akkor oligopeptidekről, tíznél több aminosav esetében polipeptidekről beszélünk. Fehérjének akkor nevezzük a polipeptidet, ha az aminosav összetevők száma 100 vagy annál több.

Peptidek

- Számos hormon hatású peptid is ismert, amelyek közül talán legismertebb az *oxitocin*, a *vazopresszin*, az *adrenokortikotróp hormon* és az *inzulin*. Az oxitocin és a vazopresszin felépítésében rendkívül hasonló: egy hattagú ciklusból és egy háromtagú farokból állnak. Mindkét hormon a simaizmok működésére hat, azonban a szerkezetükben mutatkozó két aminosav különbség meghatározza specificitásukat. Az oxitocin a méhizomzat, a vazopresszin a véredények simaizomsejtjeinek összehúzódását okozza. Az ugyancsak kilenc aminosavból felépülő, egyenes láncú *bradikinin* a vérnyomást szabályozza.

Peptidek



bradikinin

Fehérjék

- A fehérjék igen változatos felépítésű makromolekulák, amelyek a sejtek szárazanyagának kb. 50%-át teszik ki. Nincs olyan biológiai jelenség, amely valamilyen módon ne lenne kapcsolatba hozható a fehérjékkel; a fehérjék kifejezői az élőlényekre jellemző összes sajátságoknak, amit a biológiai információs rendszer tartalmaz. A fehérjék szerkezetét funkciójuk szigorúan meghatározza.

Felosztás

- A fehérjéket feloszthatjuk aszerint, hogy hidrolízisük során csak aminosavak keletkeznek (**egyszerű fehérjék, proteinek**) vagy az aminosavak mellett a hidrolizátum még egyéb alkotórészt is tartalmaz (összetett vagy konjugált fehérjék). Az *egyszerű fehérjék* elemi összetétele átlagosan 50% C, 7% H, 23% O, 16% N és 0–3% S. Az **összetett fehérjék (proteidek)** emellett más egyéb alkotórészeket (pl. fémek, egyéb szerves vegyületek) is tartalmaznak

Oldékonyságuk alapján osztályozva

- A **globuláris fehérjéknek** a tér egyik irányában sincs kitüntetett méretük, nagyjából gömb alakúak, bennük a polipeptidlánc tömör gombolyaggá gombolyodott össze. Általában olyan, biológiailag aktív, dinamikus funkciókat betöltő fehérjék tartoznak ide, mint például az enzimek és a transzportfehérjék. A statikus feladatokat betöltő **fibrilláris fehérjék** polipeptidlánca általában megnyúlt, kettesével, hármásával sodort fonalat alkot. Ez utóbbiak vizes közegben rosszul oldódnak vagy oldhatatlanok, szerkezeti, mechanikai vagy védő feladatokat látnak el. Ilyen például a haj, a bőr, a toll, a pata, a köröm fehérjéje, az α -keratin, az inakat alkotó kollagén vagy a selyemlepke által készített fibroin.

Tulajdonságaik

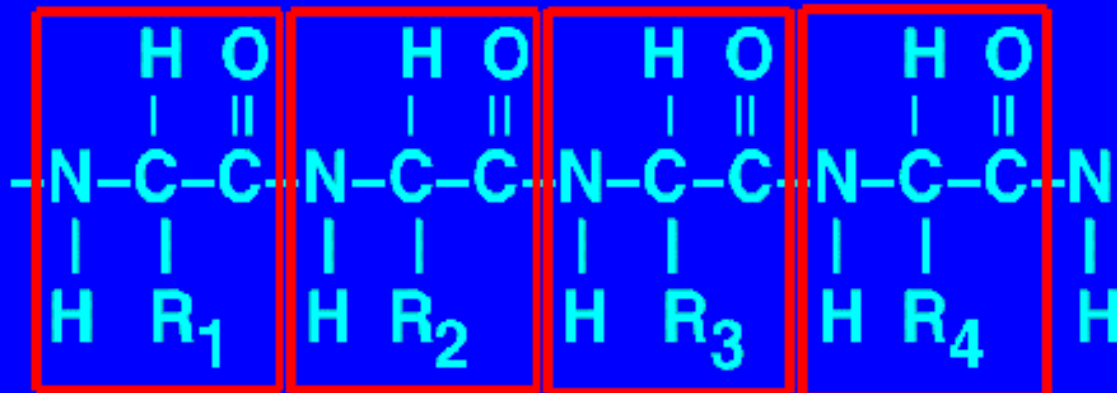
- A rendkívül változatos fehérjék igen érzékenyen reagálhatnak a környezet változásaira. Ha a közeg hőmérséklete nő, ha a pH nő vagy csökken, ha a közegbe idegen anyagok, például só kerül, szerkezetük sok esetben felbomlik, irreverzibilisen elvesztik biológiai tulajdonságaikat, denaturálódnak. Nagyon lényeges tulajdonságuk, hogy más fajba jutva ellenanyagképzést indítanak meg; a fehérjék tehát immunaktív anyagok

A fehérjék felépítése: elsődleges, szerkezet

- Milyen az egymást követő aminosavak sorrendje, szekvenciája. Az aminosavszekvenciák (aminosavsorrend) a fehérjék elsődleges (primer) szerkezetét határozzák meg

ELSŐDLEGES SZERKEZET:

AMINOSAVSORREND

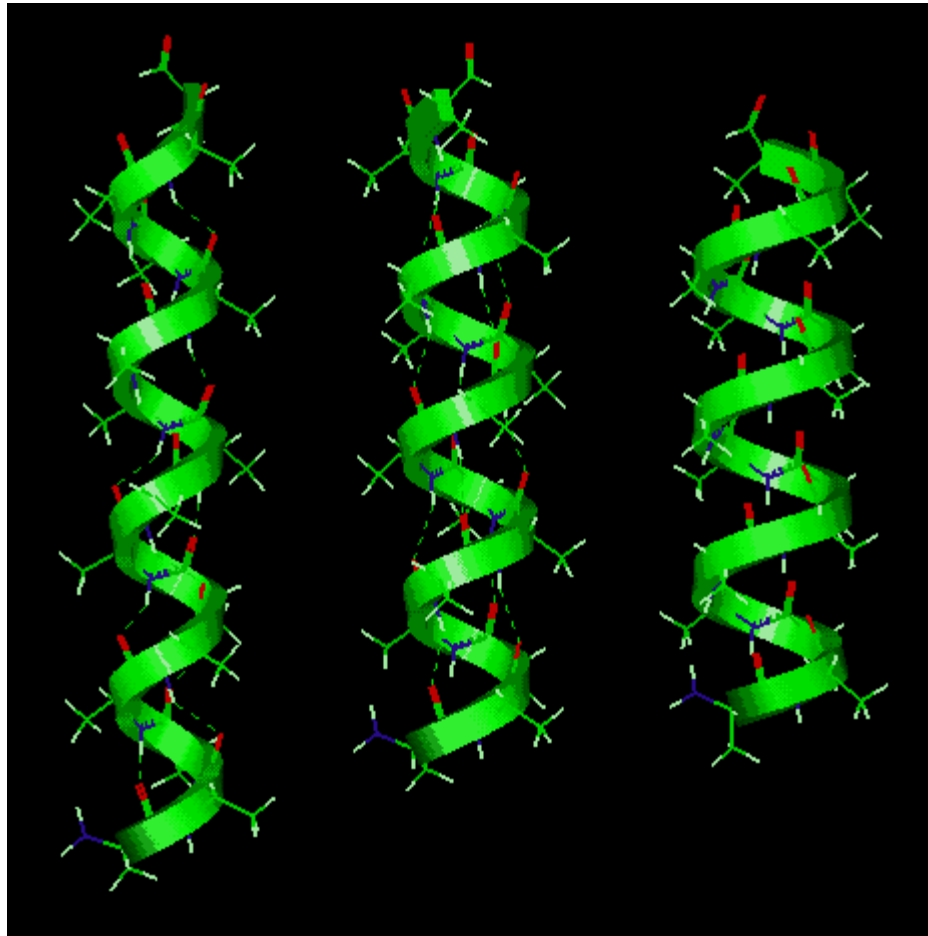


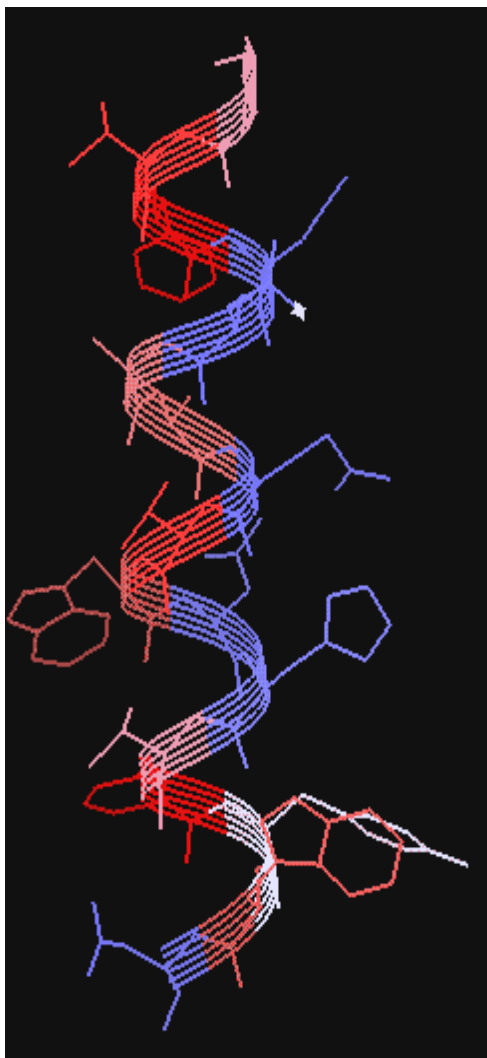
ASDFHKLMNY RTSDDGPPPY EUERTVLILE
RTSDDGPPPY EUERTVLILE ASDFHKLMNY
DGPPPYEUER MNYRTSDDGP ...

Másodlagos szerkezet

- A polipeptid láncok lehetnek fonalas szerkezetűek, és a fonalakon keletkezhetnek periódikusan rendezett szakaszok. A csavarodás következményeként egy jobbra forgató α -helix szerkezet alakul ki, melyet Linus Pauling fedezett fel.

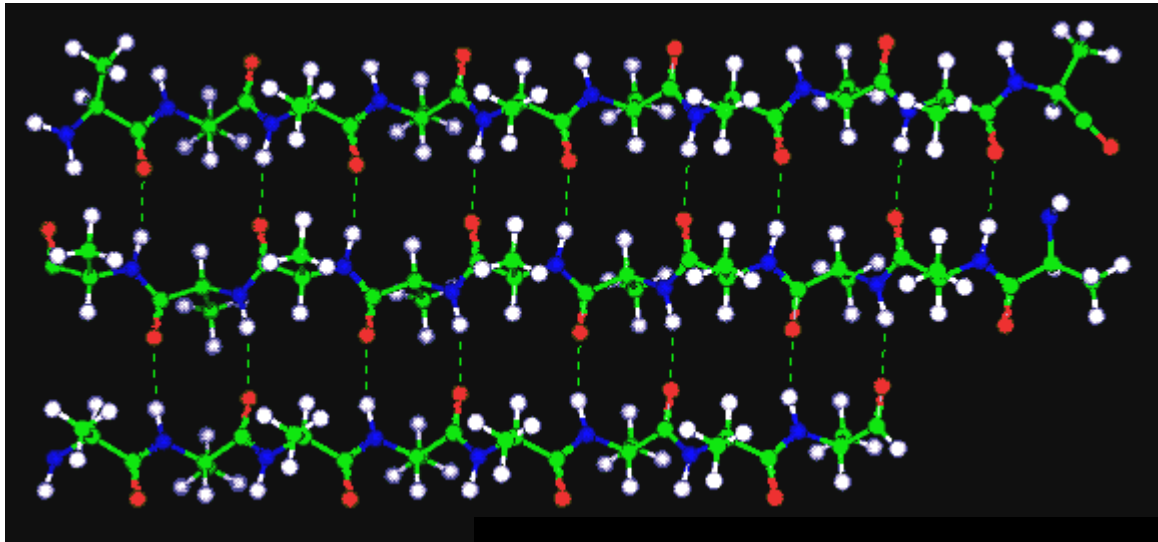
α -helix



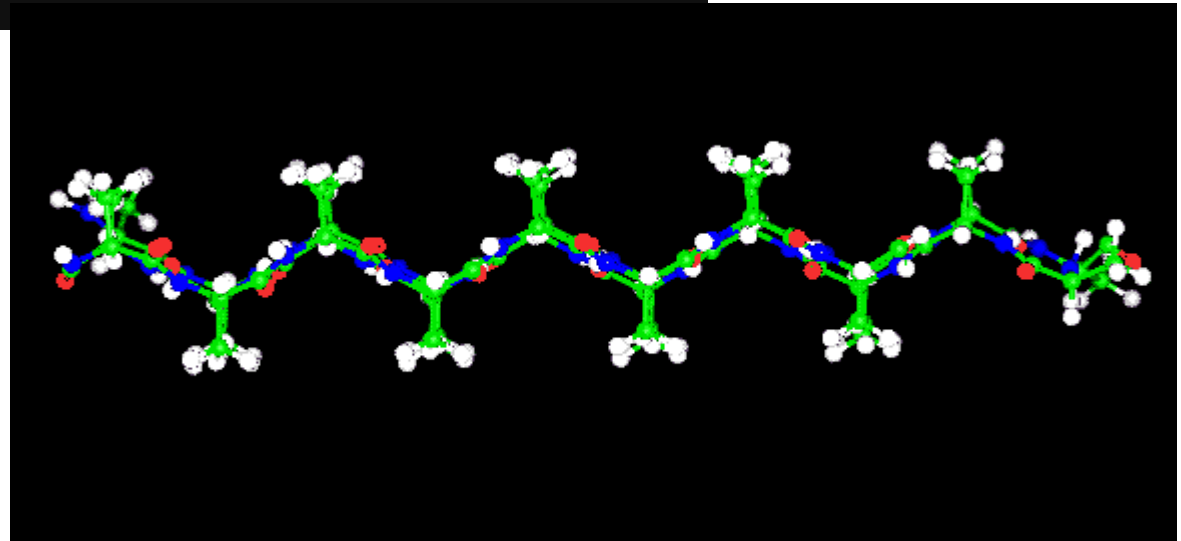


A hélixnek a fehérje belseje felé eső oldalán elsősorban apoláros, a víz felé eső oldalán poláros oldalláncok vannak.

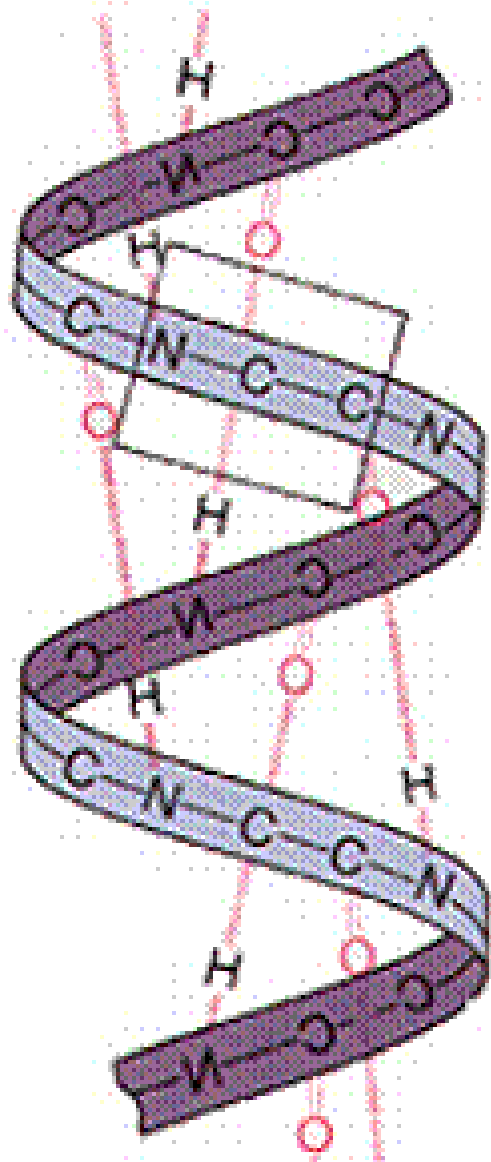
Másodlagos szerkezet



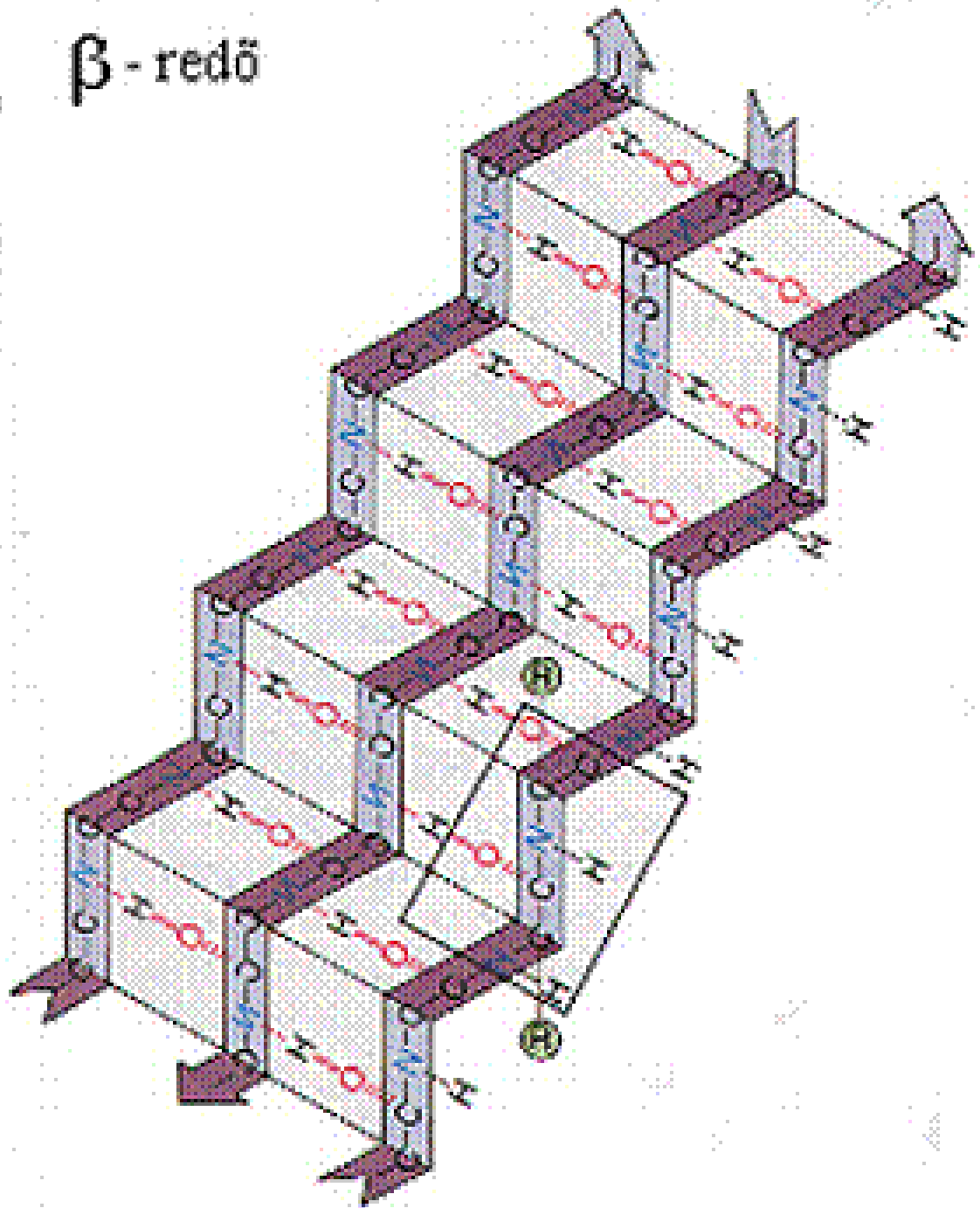
Redőzött
lemezstruktúra



α - hélix

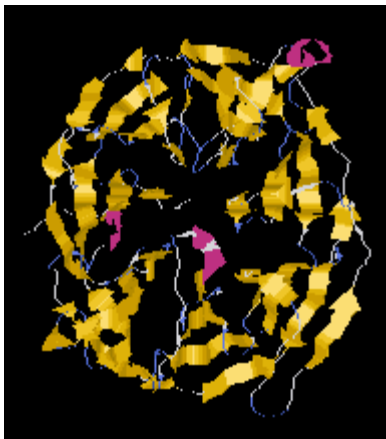
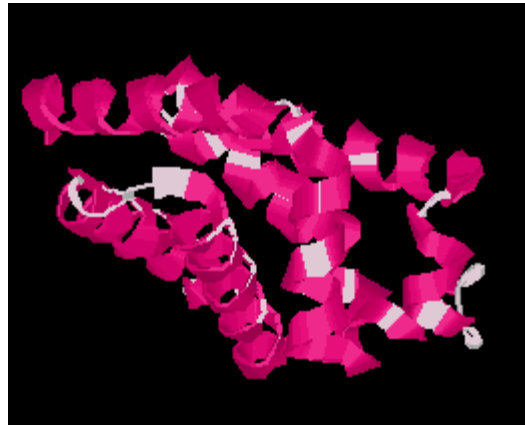


β - redő



Harmadlagos szerkezet

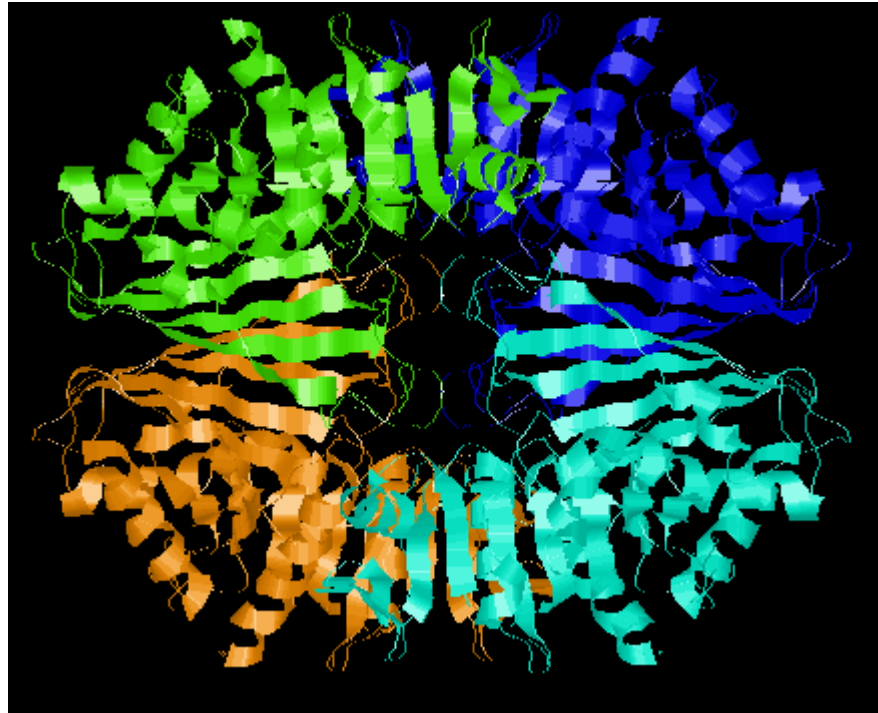
- A teljes polipeptidlánc térbeli szerkezete, a másodlagos szerkezeti elemek térbeli elrendeződése.
- Ionos kötés
- Hidrogénhid kötés
- Diszulfidhidak
- Hidrofób kölcsönhatások



Néhány fehérje harmadlagos szerkezete

Negyedleges szerkezet

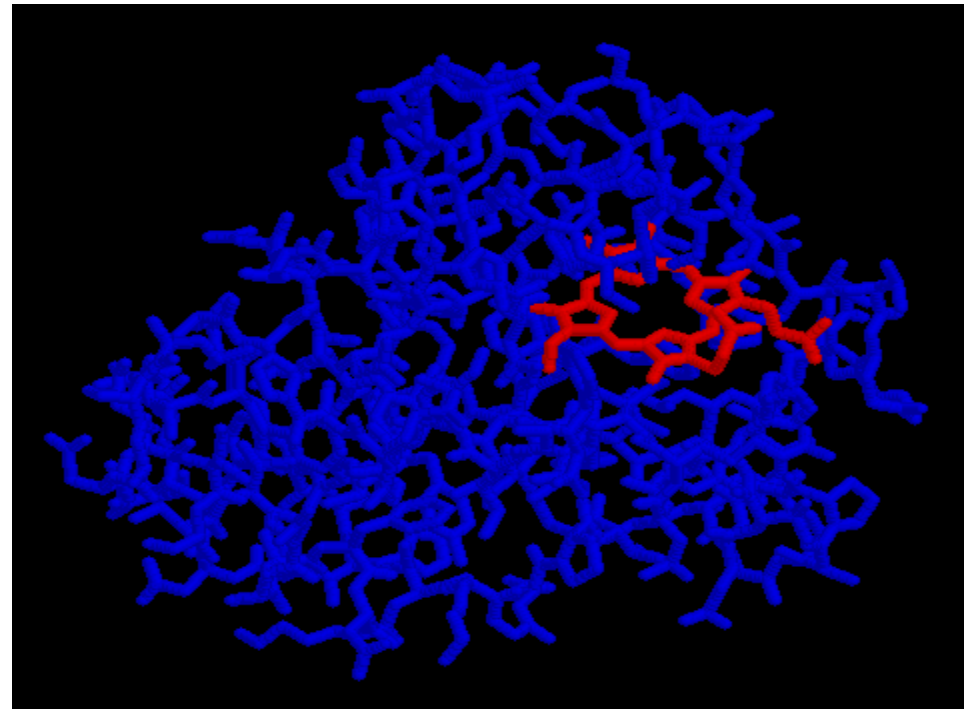
- A több polipeptidláncból álló fehérjék alegységszerkezete



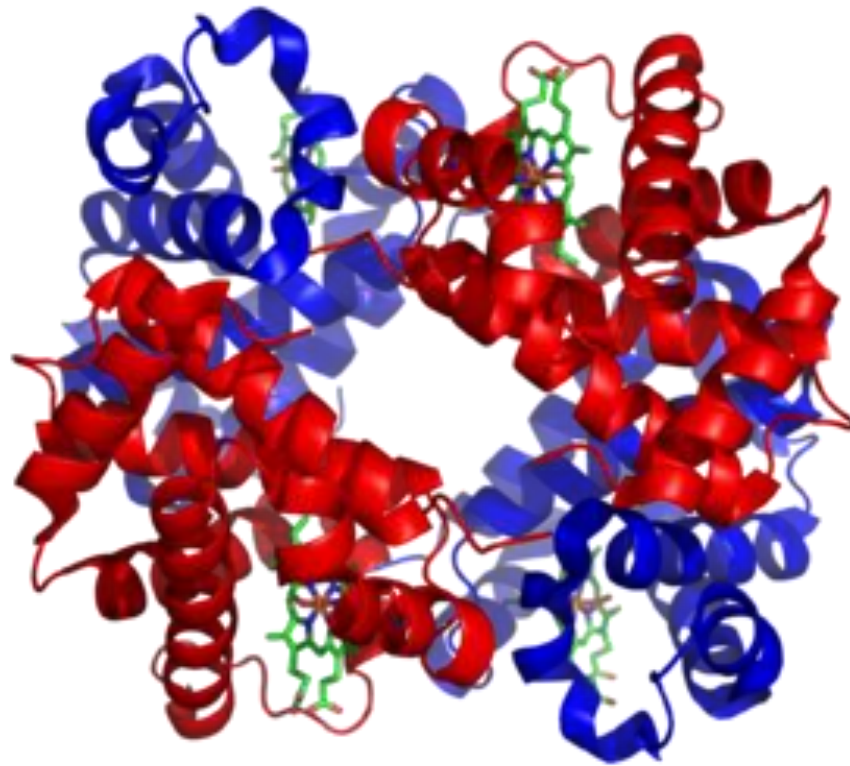
Koenzimek, prosztetikus csoportok

- Nem fehérje természetű molekulák, melyek a fehérjéhez kapcsolódnak
- Koenzim: könnyen disszociál
- Prosztetikus csoport: erősen kötődik a fehérjéhez

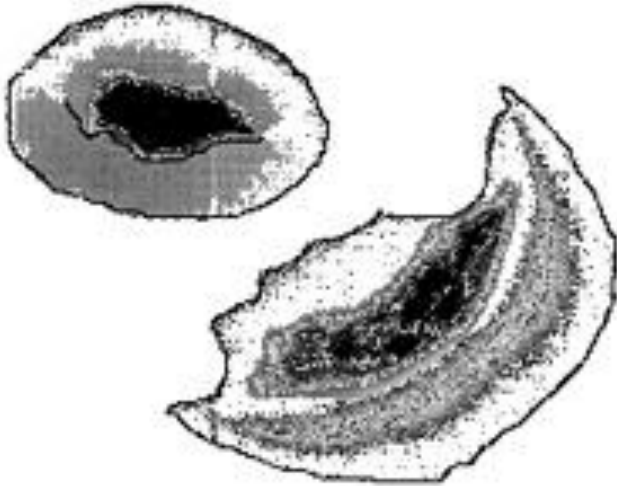
Mioglobin, benne a hem csoporttal



Hemoglobin



1 aminosav csere



Hemoglobin : 6.
helyzetű Glu
kicserélődik Val-ravagy
Lys-re

**Normál β -globin aminosav-
szekvencia:**

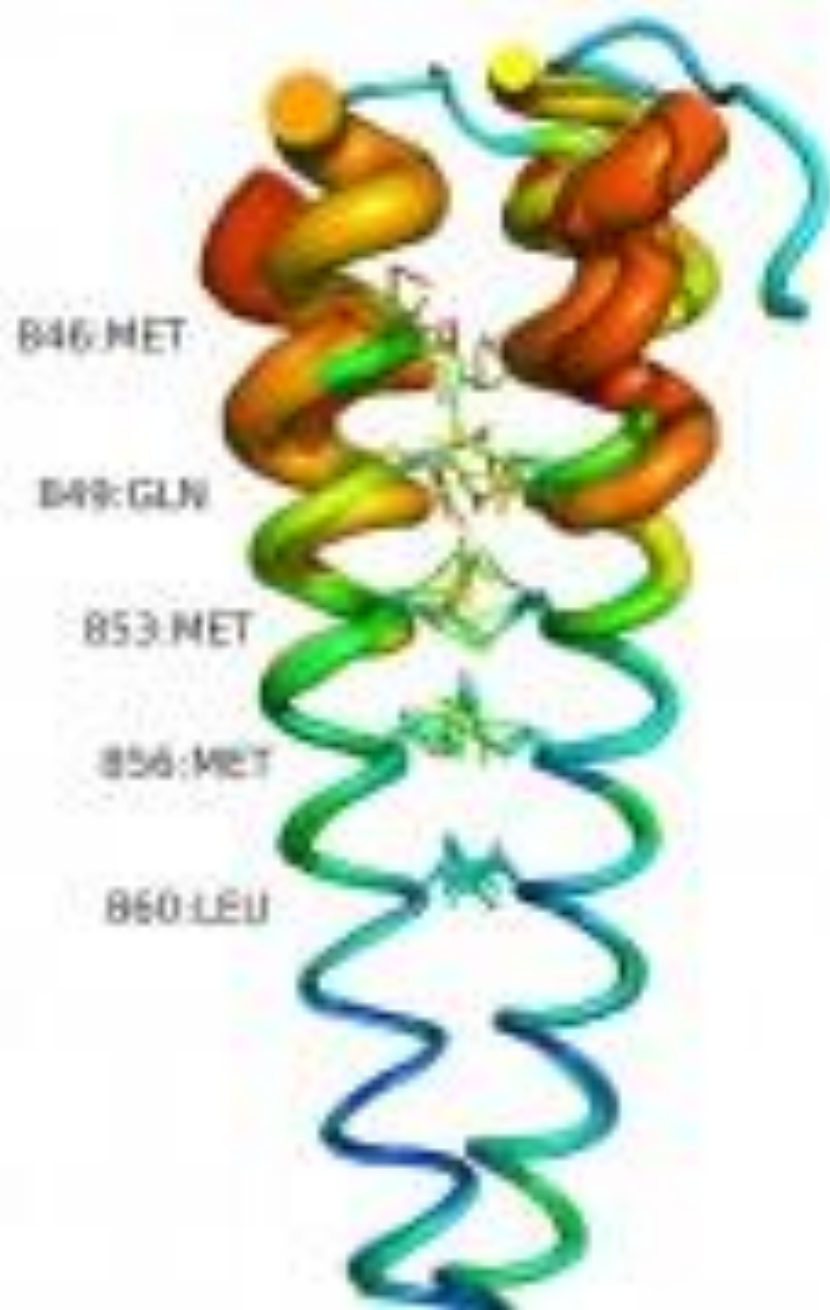
**-val-his-leu-thr-pro-*val*-
glu-**

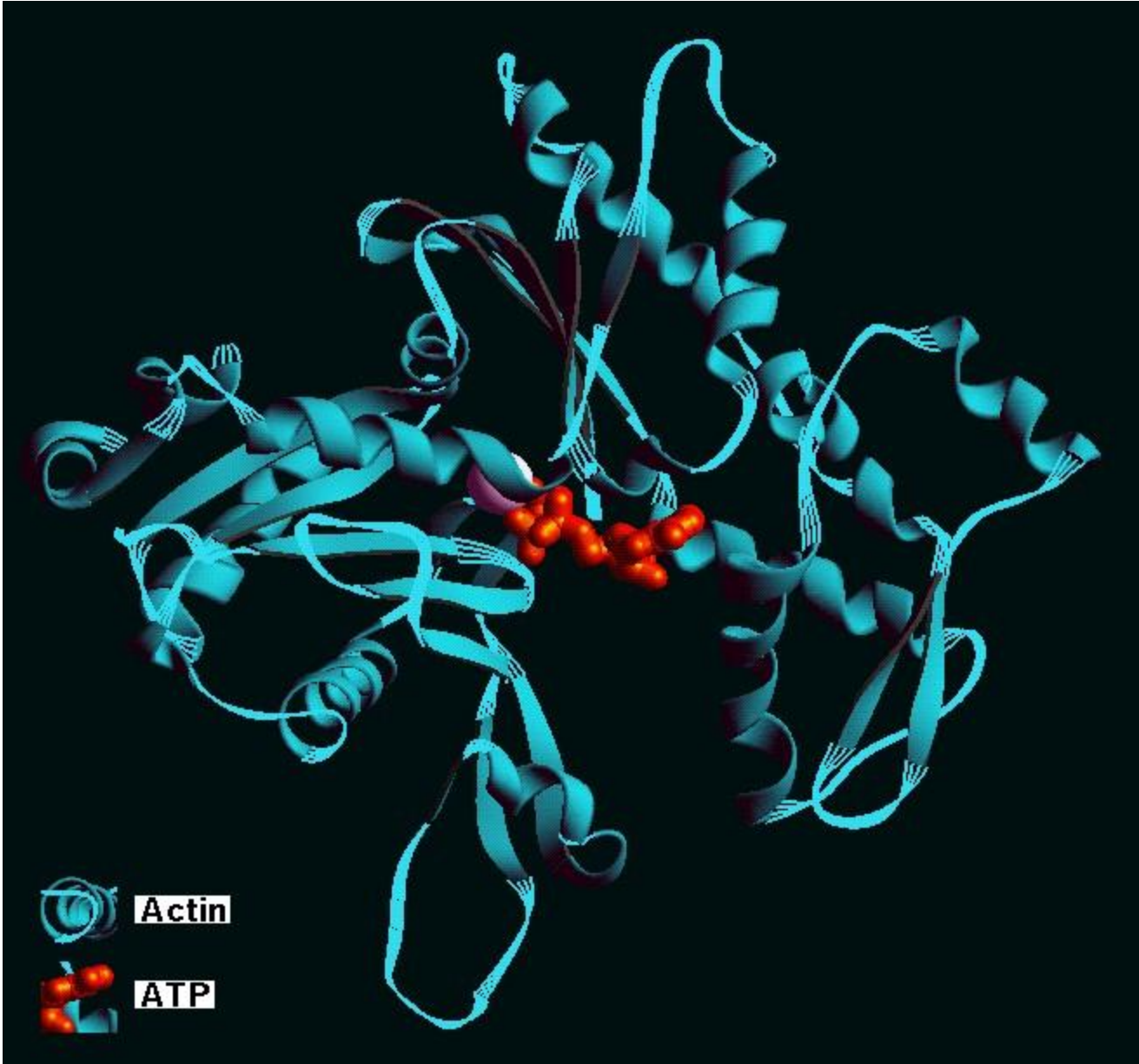
**Sarlósejtes sejt β -globin
aminosav-szekvenciája**

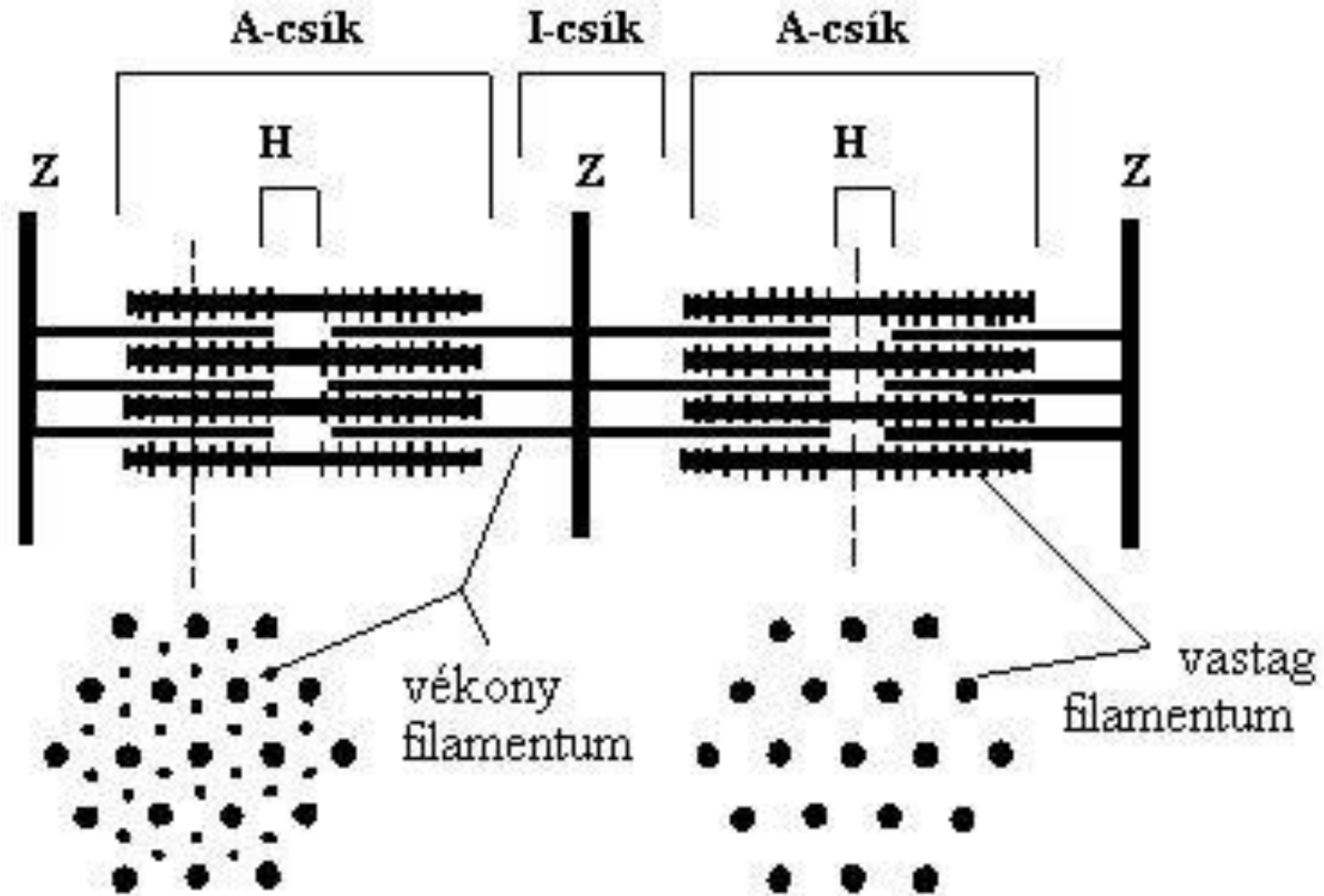
**-val-his-leu-thr-pro-*glu*-
glu-**

Izomfehérjék

- 1939: Szent-Györgyi Albert, Banga Ilona: **miozin**
- 1940: Straub Bruno: **aktin**
- Az izom összehúzódásért egy fehérje komplex, az aktomiozin felelős. Működéséhez ATP és Ca^{++} - ionok szükségesek.







Izomösszehúzódás

- A vékony filamentumot az aktin, a vastag filamentumot a miozin képezi.
- Az izomrostban a vékony filamentumok körülveszik a vastag filamentumot, az elernyedtt izomban a vékony filamentumok egymástól távol helyezkednek el.
- Összehúzódáskor egymást közelítik, elérik.

