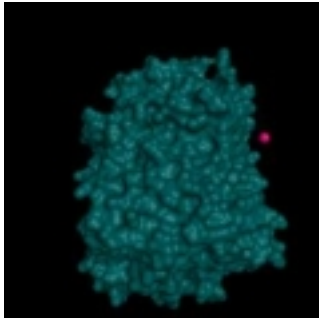


## Fehérje, fehérjék emésztése



## Fehérjék biokémiai összetétele

Fehérjék az élő szervezetben előforduló nagy molekulatömegű anyagok, amelyek aminosavakból épülnek fel. Egy-egy fehérjemolekula (makromolekula -azaz, nagymolekula) néhány száz, néhány ezer aminosavból épül fel. A fehérjék szerkezetét az aminosavak kapcsolódási sorrendje, a biokémiai sajátosságait (hormonok, enzimek, stb.) pedig a fehérjemolekula alakja határozza meg. A fehérjék vegyi összetételei változatosak, de mindig szénből, hidrogénből, nitrogénből, oxigénből állnak, melyekhez járulhat kén és foszfor. Hozzávetőlegesen 50-55% szén, 20-25% oxigén, 15-18% nitrogén, 6-7% hidrogén, és 1-2% kén illetve foszfor van a fehérjemolekulában. Sok ezer CO-NH (peptid) kötésben egymáshoz kapcsolódó aminosav alkot egy fehérjemolekulát. A fehérjék lehetnek egyszerű fehérjék, ezek a proteinek, amelyek aminosavakra és kevés ammóniára bomlanak.

Az egyszerű fehérjéket oldékonyságuk alapján csoportosíthatjuk:

- Albumin, vízben jól oldódó, savanyú kémhatású fehérjék (pl. szérumalbumin, laktalbumin)
- Globulinok, vízben nem, de semleges sóoldatokban jól oldhatóak (pl. fibrinogén, fibrin, miozin)
- Prolaminok és gliadinok, alkoholban oldódó bázikus fehérjék, főleg a növényi magvakban fordulnak elő (pl. sikkér)
- Protaminok és hisztonok, savas közegben oldódó, bázikus jellegű vegyületek. Hisztonok találhatóak a vörösvérsejtekben és a fehérvérsejtekben
- Szkleroproteinek (vázfehérjék), nem oldható, fibrilláris /fonál alakú/ szerkezetű fehérjék, melyek a kötőszövetekben találhatóak meg (pl. kollagén, keratin)

A fehérjék, a zsírok, a szénhidrátok és a nukleinsavak gyakran egymással kombinálódva új

tulajdonságú, nagymolekulákat hoznak létre (lipoproteidek, glikoproteidek, nukleoproteidek). amelyeket proteideknek nevezünk.

- Foszfoproteidek, foszforsavat tartalmazó összetett fehérjék, pl. a tejben lévő kazein
- Mukoproteidek (glikoproteidek), amelyekben a nem fehérjetermészetű komponens a szénhidrát, a glikoproteidekben a cukorrész 4% alatt van, a mucoproteidekben (vagy mucinokban) 4% fölött van a szénhidrát tartalom (pl. heparin)
- Lipoproteidek, molekulájukban zsírszerű anyagok találhatóak (gliceridek, koleszterin, foszfatidok)
- Kromoproteidek, a nem fehérjetermészetű rész valamilyen festékanyagot tartalmaz (pl. hemoglobin, mioglobin, citokróm enzim)
- Nukleoproteidek, a sejtmag jellemző fehérjei nuklinsavat tartalmaznak
- Metalloproteidek, fémionokat tartalmazó fehérjék (pl. ferritin)

Ezek az összetett fehérjék az ember testének kb. 20%-át képezik. A fehérjék biológiailag többé-kevésbé inaktív formában (vázanyagok→ csont, porc, inak, szalagok, izmok), és erős fajlagos aktivitással is jelen vannak a szervezetben (→ hormonok, enzimek, plazma-fehérjék). A fehérjék ásványi anyagokat is tartalmazhatnak, pl. a csont alapanyaga kalciumot tartalmazó fehérje, az idegszövet foszforfehérjéje, a vörösvérsejt vas és rézfehérjéje (lásd. még rézkolloid), stb.

A fehérjeszintézishez 20 féle aminosav szükséges. Ezek közül 8 féle aminosavat a szervezet nem tud előállítani (a valin, leucin, izoleucin, treonin, metionin, fenilalanin, triptofán és lizin, sőt gyermekek esetében még kétféle aminosav, az arginin, és hisztidin). Ezek az úgynevezett esszenciális aminosavak, teljes értékű, komplett fehérjék, melyeket leginkább csak az állati fehérjékkel tudunk a szervezetünkbe juttatni. A növényi fehérjék nem teljes értékű fehérjék.

A nem esszenciális aminosavak azok, amelyeket a szervezet elő tud állítani bevitt tápanyagokból: alanin, aszparagin, aszpartonsav, cisztein, cizin, glutamin, glutaminsav, glicin, hidroxiprolin, prolin, szerin, tirozin.

Fehérjeszintézis zavartalan menete szempontjából az is fontos, hogy a táplálék fehérjei az aminosavakat milyen mennyiségben és arányban tartalmazzák. A fehérjeanyagcsere szintjét a nitrogén egyensúllyal mérjük. A gyermekek fehérjeszükséglete sokkal nagyobb, mint a felnőtteké, mert testi és szellemi fejlődésük során több fehérjét használnak fel ( gyermekek stressz-mentesítő energia felhasználása), és kevesebb nitrogént ürítenek (pozitív nitrogén-egyensúly).

### **Fehérjék funkciói a szervezetben**

A fehérje a szervezet legjelentősebb (sejt) építőanyaga. Az izom 18-20% fehérjét tartalmaz. A kötőszövetben, sejt közötti állományban található fehérje a kollagén és az elasztin. A kollagén az összfehérje mennyiség 20-25%-át adja, az elasztinhoz kötődő víz biztosítja pl. a bőr

rugalmasságát (turgort).

Az oxigén és széndioxid transzportban is szerepet játszik a fehérje (a hemoglobin a tüdőben felveszi az oxigént, a mioglobin nevű fehérje, pedig az izomban raktározza).

Fehérjék az enzimek, amelyek az élő szervezet egyes kémiai folyamatait specifikusan gyorsítják, ezek lehetnek egyszerű vagy összetett fehérjék. Hiányuk súlyos zavarokat idézhet elő az anyagcserében (ezek többnyire öröklött állapotok).

A hormonok egy része is fehérje (8-40 aminosavból álló peptidek), így például az inzulin, az ACTH /adrenalin/→mellékvese, és a nemi hormonok, tiroxin→pajzsmirigy, és számos biológiailag aktív anyag, mint a hisztamin, dopamin és szerotonin.

A sejtmagok, a mitokondriumok, a riboszómák építőanyaga (genetikai kód) is fehérje.

Fontos szerepe van a sav-bázis egyensúly fenntartásában, ahol anionként szerepel.

Energiát ad, bár a fő energiaszolgáltatók inkább a szénhidrátok és zsírok.

### Esszenciális fehérjék szerepe a szervezetben

**-Fenilalanin esszenciális fehérje:** pl. a pajzsmirigy a tiroxin hormonját, a mellékvesével pedig az adrenalin és noradrenalin hormonját fenilalanin esszenciális fehérjéből képezi. A melanin, mely a bőr színét meghatározó pigment anyag, szintén fenilalaninból készül a bőr melanocitáiban. Az idegingerek átviteléhez szükséges vegyületek képzésében van nagy szerepe (pl. dopamin, norepinefrin), egyben a központi idegrendszerre hatva a fájdalomcsillapításban. Napi szükséglet kb. 1,10 g. Fehérjedús ételek mind tartalmaznak fenilalanint, nagyobb mennyiségben a tökmagban, mogyoróban, gabonafélékben, szója és szójatermékekben, a gomolya túróban és a szezámagban található meg. A tápanyagokon kívüli plusz adagolás nem ajánlott melanoma (bőr pigmentációjának fokozódása ill. elfajulása) esetén, terhesség-szoptatás ideje alatt, magasvérnyomás és fenilketonuria esetén.

**-Leucin esszenciális fehérje:** nagy mennyiségben az izomfehérjék felépítéséhez szükséges. Napi szükséglet kb. 0,10 g. Főbb táplálék -forrásai a húсок, a barna rizs, a babok, a teljes kiőrlésű gabonák, a dió, szója, tej és tejtermékek.

**-Izoleucin esszenciális fehérje:** a vesék vizelet-koncentrációjának szabályozásához és a növekedéshez szükséges, valamint a vércukor stabilizálásában is részt vesz. Napi szükséglet kb. 0,70 g. Nagyobb mennyiségben a húсок-szárnyasok, a magvak, a mogyoró, a sajt és a halak tartalmaznak izoleucint.

**-Lizin esszenciális fehérje:** segíti a kalcium csontba való beépülését, és a nitrogénegyensúly fenntartását. Szükséges a növekedéshez és a szöveti regenerációhoz, valamint egyes hormonok és enzimek képzéséhez. Hiányában romlanak a feltételes reflexek, vérszegénység, izom –és kötőszövet károsodása léphet fel. Napi szükséglet kb. 0,80 g. Fehérjedús étrend tartalmazza a kellő mennyiséget, több lizinnel a húsfélék, hal, a tojás és sajt, tej, élesztő és a szójatermékek rendelkeznek.

**-Metionin esszenciális fehérje:** A cisztein aminosav képződését hozza létre a szervezetben B

6

-vitamin segítségével együtt. Hiányában a hasnyálmirigy enzimtermelése csökken, és nő a vér koleszterin szintje. Napi szükséglet kb. 0,10 g. Metionin nagyobb mennyiségben a halakban és

húsokban, a szójában, a szezám-magban, spenótban és a kukoricában található meg.

- **Triptofán esszenciális fehérje:** az emberi szervezet képes triptofánból nikotinsavat (B3-vitamin) készíteni. Triptofánból alakul ki a szerotonin is, mely szabályozza az erek tágulását, és fontos ingerület átvivő anyag az idegrendszerben (nyugalmi-öröm hormonnak is nevezik, az alvásban is szerepet játszik). Hiányában a vérnyomás szabályozásában, a fehérje- és vörösvérsejtképzésben is zavar keletkezhet, alvási zavarok, depresszió-szorongásos tünetek alakulhatnak ki. Napi szükséglet kb. 0,25 g. Főbb triptofán forrás a hús, a hal, tej és a gomolya, a tojás, a banán és a datolya, illetve az amerikai mogyoró.

- **Treonin esszenciális fehérje:** hiányában előtérbe kerül a fehérjék lebontási folyamata, vagyis felborul az egyensúly a fehérje felépítés és lebontás között. Részt vesz a máj zsírtalanítási folyamatában, hiánya elősegíti a májzsugor létrejöttét is. Napi szükséglet kb. 0,50 g. Megtalálható leginkább a burgonyában, tojásban, húsokban-kacsa, tejben, avokádóban és a káposztában.

- **Valin esszenciális fehérje:** szükséges a szövetek, sejtek regenerálódási folyamatához, hiányában károsodik az izomműködés. Napi szükséglet kb. 0,80 g. Főbb valin táplálék-forrás a gomba, a lencse, a húsok, a hal, a szezám-mag, és a földi mogyoró.

- **Hisztidin és arginin esszenciális fehérje:** csak a fejlődő szervezet számára minősülnek esszenciális fehérjéknek, egyrészt mert ilyenkor a fokozott fehérje-szükséglet ezeket is felhasználja képzésre, másrészt a hipofízisre (agyalapi mirigyre) hatva fokozzák a növekedési hormon kibocsátást. A sperma is nagy mennyiségben tartalmazza ezeket a fehérje anyagokat, ezért súlyos hiányuk esetén csökken a spermák képződése és minősége. Ammónia (karbamid) kiürülését és a máj-vese működését segítő hatásuk miatt, részt vesznek a szervezet méregtelenítési, illetve kollagén (kötőszövet) képzés fokozása miatt a sebek gyógyulási folyamatában. Főbb táplálék-forrás: a zabliszt, napraforgómag, a szentjánoskenyér, barna rizs, a dió, pattogatott kukorica, a szezám-mag, búzakarpa, zselatin.

Az esszenciális fehérjék komplett felvétele azért is szükséges, mert pl. a lizin, metionin, és a triptofán limitáló aminosavak, vagyis az összes többi aminosav felszívódása függ ezek mennyiségétől, így ha ezekből kevés van a szervezetben, akkor a többi aminosavból sem szívódik fel elegendő mennyiség.

### Fehérjeigény és a fehérjehiány

Tapasztalat szerint a szervezet minimális (életfenntartó) fehérjeigénye kb. 12-30 g/nap. A fehérjebevitel és – ürítés egyensúlyához legalább napi 40 g fehérjebevitel szükséges. Ez a mennyiség a fiziológias fehérjeminimum, amit mindennap biztosítani kell.

Az optimális szükséglethez napi 70-80 g fehérjebevitel szükséges, ez a mennyiség kb. felerészben a testgyarapításhoz, felerészben az elhasznált fehérje pótlásához elegendő. Fehérje hiány esetén csökken az immunitás, vizenyők keletkeznek (ödémák) a szervezetben, vérszegénység és akár izomsorvadás is létrejöhet.

Normális fehérjebevitel mellett is előfordulhat, hogy a szervezet negatív nitrogén-egyensúlyba kerül (ha nagy a nitrogénürítés). Ezt a folyamatot az ún. antimetabolitok okozzák, amik gátolják az aminosavak normális anyagcsere folyamatokba és végül a testfehérjébe való beépülését.

A táplálékkal az aminosavak mellett nukleinsavak is kerülnek a szervezetbe (purinok, pirimidinek), ez a mennyiség elhanyagolható a májban (aminosavakból állítja elő) termelt nukleinsavak mennyiségéhez képest. A purinok lebontásából húgysav (urea) keletkezik, amely a vizelettel távozik, veseműködés zavara esetén azonban a húgysav szint jelentősen megemelkedhet.

Fontos megemlíteni, hogy jelenlegi táplálkozási szokásainkban és rendszerünkben igen magas a fehérje fogyasztása, ez szélsőséges esetben akár a napi 100-200 grammot is meghaladhatja (ún. fehérje-luxusbevitel). Napi 100 g feletti fehérjefogyasztása esetén 3 g körüli ammónia keletkezik a bélben, amit a májnak kell semlegesíteni, azaz méregteleníteni. Ez a májra igen nagy megterhelést ró, következményesen csökken a máj egyéb méregtelenítésre (gyógyszerek, tartósítószer, stb. →szabadgyökök) vonatkozó munkájának energia mennyisége. Így a felhalmozódott méreganyagok a vérkeringéssel eljutnak a zsírszövetekbe (hirtelen történő fogyás, túlzott fogyókúra esetén visszakerülnek a vérkeringésbe!), csontokba, ízületekbe és ott lerakódnak. Az emberi tápcsatorna emésztési rendszere alapvetően nem az állati eredetű fehérjék feldolgozására van kifejlesztve, ezért a szükségesnél több állati fehérje felvétele során a fehérje-dús táplálék többet időz a vékonybélben és vastagbélben, mint az optimális lenne, és ezzel már az emésztési-felszívódási folyamathoz rothadásos folyamat is társul (→ savasító-lúgosító ételek). Mindezek a folyamatok felborítják a bélflóra egyensúlyi állapotát, és nagyban elősegítik pl. a candida albicans gomba elszaporodását a bélrendszerben, majd az egész szervezetben.

Ha valaki túlnyomórészt „húsevő”, akkor mindenképpen biztosítani kell a megfelelő mennyiségű és minőségű folyadék (víz) felvételét is, ezzel is segítve a szervezet méregtelenítési folyamatát (→vízterápia). Abban az esetben, ha valaki ovo-lakto-vegetáriánus étrendet folytat (azaz fogyaszt tojást, tejet és tejterméket), és megfelelően változatos a növényi étrendje (gyümölcsök, zöldségek, olajos magvak, teljes kiőrlésű gabonák, gyógy- és fűszernövények), megfelelően biztosítja a teljes esszenciális fehérje- szükségletét. A kiegyensúlyozott táplálkozás biztosítja a szervezet pH-egyensúlyát, idegrendszeri és izomműködését, a megfelelő környezeti energia felvételét és energia egyensúlyt, illetve az alvás minőségi funkcióját.

### **Fehérjék emésztése, anyagcsere folyamata**

#### **Fehérjék emésztése:**

A fehérjében lévő peptidkötések hasítását a gyomornedv ún. peszinje, és hasnyálmirigynedv (tripszinje, kimotripszinje, karboxipeptidáza) végzi el. Nagy mennyiségű tej elfogyasztása után a gyomortartalom pH-ja közel semleges, neutrális marad. A tejfehérje (kazein) kicsapását illetve emésztését, a gyomor által képzett rennin nevű enzim segíti elő.

A vékonybélben a továbbiakban számos fehérjebontó enzim található, a különféle aminosavak közti peptidkötéseket erre specifikusan proteolitikus (fehérjeoldó) enzimek hasítják szét. Az emésztési folyamatban a vékonybél- bélhámsejt kefeszegélyében a peptidek (oligopeptidek, di-és tripeptidek) aminosavakra bomlanak, s már így kerülnek a bélhámsejtbe, majd innen a vérerekbe, azaz a vérkeringésbe és a sejtekhez (lásd. még: emésztés és anyagcsere (nyálgyomor- hasnyálmirigy- és vékonybélnedv)).

### **Fehérjék molekuláris anyagcserefolyamata:**

A felszívódó aminosavak részben egymásba átalakulnak, illetve fehérjévé (vérplazma albuminja) alakulnak a májban. A májon túljutott aminosavak jelentős részét az izomsejtek használják fel fehérjék felépítéséhez. Természetesen az összes sejt felvesz aminosavat a saját fehérjéinek és enzimeinek felépítéséhez. A szöveti fehérjék, a plazmafehérjék és a plazmában keringő aminosavak között dinamikus egyensúlyi helyzet alakul ki. Ha a táplálék nagyobb mértékben tartalmaz fehérjét, az aminosavak beépülése gyorsabb ütemben zajlik, mint a fehérjebontás és az aminosav égetés (anyagcsere → tápanyagok energiaértéke) üteme (pozitív nitrogénegyensúly). Elégtelen fehérjefogyasztás során is van aminosavégetés, ez negatív nitrogénegyensúlyhoz vezet. Egyes aminosavak (pl. alanin, arginin, aszparaginsav) a glikogenezis során a szénhidrát-anyagcsere köztianyagaivá, végül is glukózzá alakulnak és főleg az izomsejtekben égnak el.