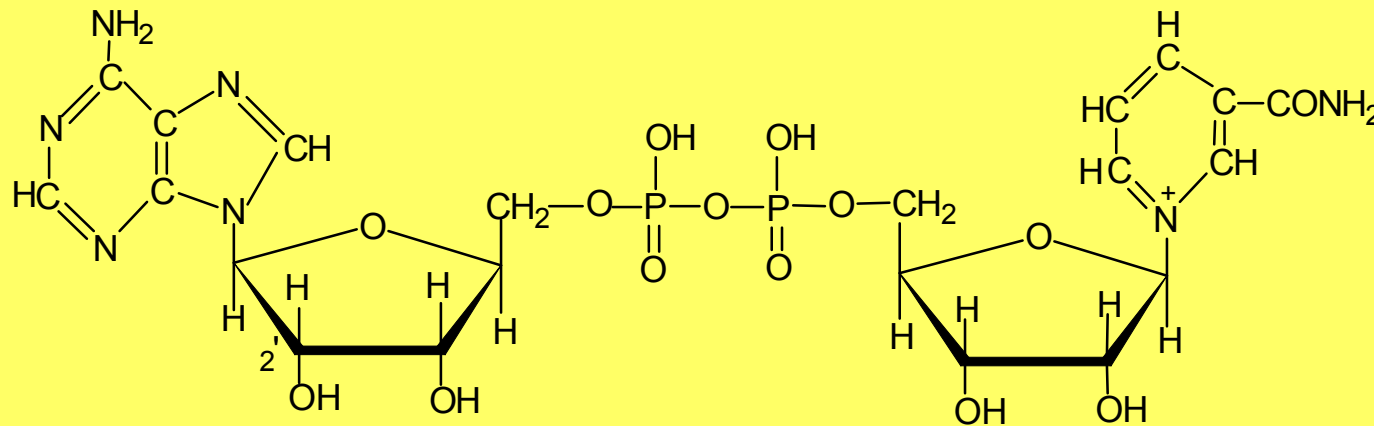
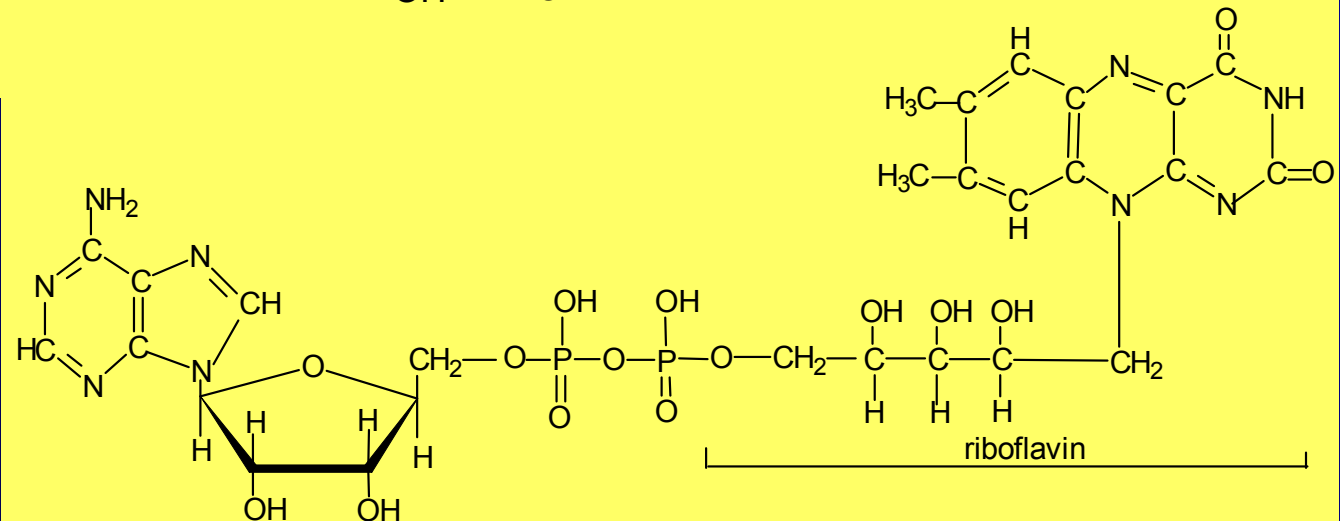


# Az élelmiszer-tudomány szempontjából legfontosabb enzimek

Oxidoreduktázok → NAD és FAD koenzimekkel



↑ NAD  
FAD →



## Piridinenzimek

Alkohol dehidrogenáz

Glicerinaldehid-foszfát dehidrogenáz

Tejsav dehidrogenáz

Aldehid dehidrogenáz

Butándiol dehidrogenáz

## Flavinenzimek

Dehidrogénező flavinenzimek

Diaforázok

Citokrom reduktázok

## Oxidációt végző flavinenzimek

Aminosav oxidázok

Glükóz oxidázok

## Heminenzimek

Citokrom a, b, c

Citokrom oxidáz

Kataláz

Peroxidázok

## Oxigenázok

Dioxigenázok

Fenol oxidázok (tirozináz)

Monooxigenázok (hidrolázok)

Lipoxigenázok

Aszkorbinsav oxidáz

# Transzferázok

Foszfotranszferázok

Kinázok

Hexokinázok

Foszfofruktokináz

Foszfomutázok

Foszfoglükomutáz

Foszfogliceromutáz

Glikozil transzferázok

Glükánfoszforilázok

Amilo foszforiláz

Amilopektin foszforiláz

Aminotranszferázok

# Hidrolázok

## Észterázok

Lipázok

Fosfolipázok

Acetil-kolin észteráz

Pektin metilészteráz

Klorofilláz

Foszfomonoészterázok

Foszfodiészterázok

## Glikozidázok

Maltáz vagy  $\alpha$ -glükózidáz

Cellobiáz vagy  $\beta$ -glükózidáz

Laktáz vagy  $\beta$ -galaktozidáz

$\alpha$ -galaktozidáz

$\beta$ -fruktozidáz (szacharáz, invertáz)

## Poliszacharázok

Exoamilázok

Endoamilázok

$\beta$ -amiláz

Aminoglükozidáz (glükoamiláz)

Cellulázok

Hemicellulázok

Inulináz

Pektin metilészterázok

Endopektinázok

Exopektinázok

Lizozim

# Proteázok

## Exopeptidázok

Aminopeptidázok

Karboxipeptidázok

Dipeptidázok

Fém tartalmú proteínázok

## Endopeptidázok

Szerin proteínázok

Tripszin

Kimotripszin

Mikrobiális eredetű proteínázok

Tiol proteínázok

Papain

Savas proteínázok

Pepszin

Kimozin

Mikrobiális eredetű proteínázok

Fém tartalmú proteínázok

## Amidázok és amidinázok

Ureáz

Aminosav dezaminázok és dezaminidázok

Aszparagináz

Glutamináz

Argináz

Savanhidrid hidrolázok

Adenozin trifoszfátáz

## Liázok

C-C liázok

Dekarboxilázok

Piroszőlősav dekarboxiláz

Aldolázok

Oxosav-liázok

C-O liázok

Dehidratázok

Poliszacharid liázok

Egyéb C–O liázok



## Izomerázok

Racemázok

Epimerázok

Cisz-transz izomerázok

Intramolekuláros oxido-reduktázok

Intramolekuláris transzferázok

Intramolekuláris liázok

Egyéb liázok

Cukor izomerázok

Glükóz izomeráz

Xilóz izomeráz

Glükózfoszfát izomeráz

Triózfoszfát izomeráz

Egyéb izomerázok

Hidroperoxid izomeráz

Lipoxigenázok

**Ligázok (szintetázok)**

Aszparagin szintetáz

Piroszőlősav karboxiláz

# ENZIMEK, HORMONOK ÉS SZERVES SAVAK A TEJBEN

## Enzimek

### Tehéntej

A tehéntejben több mint 40 enzim van:

az emlőmirigyben szintetizálódnak, néhány a vérből kerül a tejbe.

Az **észteráz** három alakban fordul elő a tejben; az A és C észterázok a kolosztrumban.

A tejben öt **lipáz** jelenlétét mutatták ki.

A legtöbbjük a kazeinhez kapcsolódik, a lipolitikus aktivitás masztitisz esetében megnő, a laktáció végére viszont lecsökken,

a lipázok aktivitása a tejben nagyon alacsony.

## Proteázok:

Endogén proteáz → a kazeinhez kötődik.

Savas és alkalikus proteáz.

Pszichotróf baktérium által termelt proteázok (és lipázok).

Az **alkalikus foszfatáz** a zsírgolyómembránban, a savas foszfatáz a tejszérumban.

A laktáció alatt (és tejelválasztás zavarakor) az alkalikus foszfatáz koncentrációja megnő, a savas foszfatázé pedig lecsökken.

## A peroxidáz:

A legnagyobb koncentrációban előforduló tejenzim;  
koncentrációja a savófehérje 1%-a,  
aktivitása a kolosztrumban nagyobb.

## A xantin oxidáz:

Két genetikai variáns (dimer és tetramer forma).  
Felelős a tej oxidált ízének kialakulásáért.

## Amiláz:

A savófehérje laktoglobulin frakciójában  $\alpha$  és  $\beta$  formában.

A **kataláz**aktivitás magasabb a kolosztrumban, és a tejelválasztás zavara esetén  $\rightarrow$  a katalázteszt a tőgybetegség kimutatására szolgál.

A tehéntej **lizozim**tartalma kb.  $13 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^3$ .

A tejelválasztási rendellenesség  $\rightarrow$  lizozimaktivitás nő.

## Enzimek még a tejben:

N-acetil-glükózamináz, aldoláz,  
 $\beta$ -glükuronidáz, laktát dehidrogenáz,  
laktóz szintetáz, szulfhidril oxidáz.

**Tripszininhibitor:** koncentrációja megnő a masztitisz alatt.

## Anyatej

Sok enzimből **többet tartalmaz**, mint a tehéntej.

**Lizozim:** 40 mg/100 cm<sup>3</sup> az anyatejben, 3000-szer több, mint a tehéntejben (13 µg/100 cm<sup>3</sup>).

Az anyatej több enzimet tartalmaz:

aldoláz, amiláz, diasztáz, β-glükuronidáz, kataláz, lipáz, proteáz és transzamináz.

**Kevesebbet tartalmaz:** peroxidáz, alkalikus foszfatáz, ribonukleáz, xantin oxidáz.

Több, mint 30 enzim az anyatejben:

A vérből; vagy a szekretoros epiteliális sejtek és az emlőmirigy szintetizálja azokat.

Az anyatej két **lipázt** tartalmaz.

Az anyatej avasságát a lipoprotein lipáz okozza.

Magas lipázaktivitás → spontán zsírhidrolízis a hűtés során  
→ a szabadzsírsav-tartalom növekedése + pH csökkenés.

A **lizozim** szerkezete hasonló az **α-laktalbuminhoz** (a kolosztrumban 14–16 mg/100 cm<sup>3</sup>, a normál tejben a teljes nitrogén 3%-a).

**A kolosztrum periódusban megnő az aktivitásuk:**

alkalikus és savas foszfatáz, amiláz,  
β-glükuronidáz, kataláz, peroxidáz, proteáz,  
tripszininhibitor és xantin oxidáz.

**Csökken az aktivitás:** lizozim, lipáz.

**Az anyatej enzimek még:**

adenozin-trifoszfátáz, kolinészteráz, laktát dehidrogenáz,  
laktóz szintetáz, ribonukleáz.

## A tejben lévő enzimek táplálkozási szerepe

Az enzimek jelentősek lehetnek a kisgyerekek számára. Pl. a tej laktáztartalma hatással lehet a laktózemésztésre.

Az anyatej lipáztartalma hatással van a lipolízisre.

A hasnyálmirigy-lipáz önállóan csak lassan hidrolizál; az anyatej lipoprotein nagy részt vállal a tejsír emésztésében és felszívódásában. A hasnyálmirigy lipáza hidrolizálja a triglicerid mindhárom észterkötését.

A **laktoperoxidáz, xantin oxidáz és lizozim** enzimek a laktoferinnel együtt **részei az immunrendszernek** → az anyatej a legjobb tápláléka a csecsemőnek.

A **lizozim az emésztő enzimekkel szemben ellenáll**, aktivitását az egész emésztőtraktuson keresztül megőrzi.



**Közvetlen hatással** van a baktériumra (szétroncsolja a sejtfalat), **közvetett baktericid hatása**: megnöveli az antitestek aktivitását → megvédi a csecsemőt a különböző fertőző betegségekkel szemben.

Az anyatej **lizozimaktivitása** háromszorosa a tojásfehérjéének.

Lizozim hatására nő a bélflóra *Bifidobacterium bifidum* aránya, a kóli organizmusok száma csökken.

A lizozim segíti a fehérje abszorpcióját és emésztését.

Egy másik **antimikrobás faktor: laktoperoxidáz-tiocianát- $H_2O_2$  rendszer** → a bélben antibiotikus hatást fejt ki.

A tiocianát oxidálódik → a baktérium sejtmembránjára hatva elpusztítja az organizmust, gátolja növekedését.

A rendszer igen fontos táplálkozási szempontból; trópusi országokban a tejromlás késleltetésére használják.

## A tej hormonjai

A tehéntej **ösztrogén**tartalma 60–200 pg/cm<sup>3</sup>, a kolosztrumé 1 ng/cm<sup>3</sup>; a laktáció alatt a tej ösztrogéntartalma nő.

A tehéntej **progeszteron**tartalma: 13 ng/cm<sup>3</sup>.

Szoros a kapcsolat a tejtermékek zsírtartalma és a hormontartalma között (fölezött tej 2 ng, a vaj 300 ng-ot tartalmaz milliliterenként).

A tej 0,2–0,7 ng/cm<sup>3</sup> **glükokortikoid** hormont tartalmaz.

A glükokortikoidok a tejfehérjéhez kapcsolódnak, a petefészek szteroidok a lipidfrakciókhoz kötődnek.

Az **összes kortikoidkoncentráció** 3–4 ng/cm<sup>3</sup>.

A **prolaktin** mennyisége: 50 ng/cm<sup>3</sup>.

A kolosztrum prolaktintartalma magasabb.

A tej **tesztoszteron**tartalma 50–150 pg/cm<sup>3</sup>.

**Prostaglandin- $F_{2\alpha}$** : 0,1–0,4 ng/cm<sup>3</sup>.

**Hormonkezelés** → veszélyes → **hormonok kerülhetnek a tejbe.**

**Függ:** dózistól, a hormon kémiai szerkezetétől, a vivőanyagtól, és a kezelés módjától.

A tejben csak akkor fordulnak elő, ha igen nagy dózisban, vagy nem szájon át adják.

A megnövekedett hormonszint → megrontva a tej zamatát, elősegíti az oxidált íz kialakulását.

Az anyatej **ösztrogén**tartalma öt nappal a szülés után 600 ng/cm<sup>3</sup> (maximális), ezután leesik 10 ng/cm<sup>3</sup>-re.

A **pregnandiol** az anyatejben 150–450 ng/cm<sup>3</sup>.

A **17-ketoszteroid** a szülés után négy nappal 36 µg/cm<sup>3</sup>, a laktáció 20. napján 400 ng/cm<sup>3</sup>.

**Egyéb hormonok az anyatejben:** tiroxin és trijód-tironin.

Fogamzásgátló tablettákból → szteroidok a tejbe.

## A tejben lévő szerves savak

### Citromsav

Koncentrációja: 1,7 g/dm<sup>3</sup> (szélsőértékek 0,9–2,3 g/dm<sup>3</sup>).

Kolosztrumban 3–5 g/dm<sup>3</sup>.

Összefüggés a **κ-kazein genetikai variáns** típusaival.

A-variáns: szignifikánsan nagyobb a citromsav-koncentráció.

A citromsav 90%-a oldatban, 6–7%-a kolloidális állapotú kalcium-kazeinát komplexhez kapcsolódva.

Anyatej: kevesebb citromsavat tartalmaz (0,2–1,5 g/dm<sup>3</sup>).

Csecsemőtápszer-készítmények: 0,8–2,9 g/dm<sup>3</sup> citromsav.

A citromsav az ásványi anyagokkal együtt a tej pufferrendszerének a része → hozzájárul a kalcium-kazeinát komplex stabilitásához, a tejtermék kultúrák ízanyagához.

A citromsav csökkenti az ionos állapotú szérumkalcium vizeletben történő kiválasztását → **megelőzi a csontok demineralizálódását.**

## Neuraminsav

A neuraminsav a tejben acetilezett formában, N-acetil-neuraminsav alakban fordul elő. Másik elnevezései: **laktamin, szialinsav.**

80%-a kazeinhez kötött, a  $\kappa$ -kazein glikomakropeptidjéhez kapcsolódik.

A szialinsav-koncentráció  $15 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ , szélsőértékek  $8\text{--}100 \text{ mg}/100 \text{ cm}^3$ .

**Több szialinsav:** a kolosztrumban és a laktáció végén, a beteg állat tejében, rendellenes tejelválasztáskor.

A  $\kappa$ -kazein 2,3%, az összes kazein 0,35% szialinsavat tartalmaz  
→ részt vállal a kazein-komplex stabilitásában.

Az anyatej  $0,5 \text{ mg}/\text{cm}^3$  szialinsavat tartalmaz.

A neuraminsav és acetilezett származéka a **glikolipidek és glikoproteinek szintézisének építőköve** → az agy idegszövege kialakulásához fontos a jelenléte.

## Nukleinsavak

A tejben ribonukleinsav (RNS), dezoxiribonukleinsav (DNS) és nukleotidok fordulnak elő.

A tehén- és anyatej DNS-tartalma: 1,2–1,5 mg/100 cm<sup>3</sup>.

**Az anyatej több RNS-t tartalmaz** (11,5 mg/100 cm<sup>3</sup>, a tehéntejben 5,4 mg/100 cm<sup>3</sup>).

A tehéntejben lévő nukleotidok 80%-a orotsav formában van jelen, az orotsav teljesen hiányzik az anyatejből.

A tehéntej kis mennyiségben tartalmaz uridin, guanozin, adenozin és citidin nukleotidokat is.

A tehén kolosztrumának magas: UDP-glukóz, UDP-galaktóz, más uridinszármazékok, pirimidin nukleotidok koncentrációja.

Az anyatej nukleotidjai bifidusfaktornak tekinthetők.

Az anya kolosztruma nagyobb koncentrációban tartalmaz guanozin és adenozin nukleotidokat.

A kecske teje lényegesen több adenozin-trifoszfátot tartalmaz, mint az anya- vagy a tehéntej.

A tej alacsony nukleinsavtartalma előnyös → **nagy nukleinsavtartalmú, nagy mennyiségű húsfogyasztás** → nagymennyiségű húgysav → húgykő és köszvény kialakulás.

Az orotsav a tehéntejben lévő egyedüli nukleotid; koncentrációja 75 mg/dm<sup>3</sup> (20–180 mg/dm<sup>3</sup> szélsőértékekkel).



Befolyásolja a zsíryanycserét → több mint 0,1% felvétele a máj zsíros elfajulását okozza.

Az orotsav növekedési faktor a *Lactobacillus bulgaricus* számára.

Koleszterincsökkentő faktornak is tekintik → csökkenti a májban lévő koleszterol bioszintézisét → részt vehet a májban lejátszódó detoxikációs folyamatokban is.

## Más szerves savak

A tej **kis mennyiségben** tartalmaz: vajsavat, propionsavat, piroszőlősavat, hangyasavat és tejsavat,

**nyomnyi mennyiségben** hippursavat (30–60 mg/dm<sup>3</sup>), benzoésavat (nyers tejben 3–6 mg/dm<sup>3</sup>, tejtermékek 50 mg/kg → a starterkultúrák anyagcseréjének mellékterméke).

**Egyéb savak:** húgysav, oxálsav, szalicilsav,  $\alpha$ -liponsav.

## Szerves savak adagolása a csecsemőtápszerekhez

Tejsavat vagy citromsavat adagolnak a csecsemőtápszerhez → sav hozzáadása finom szemcsézettségű, könnyen emészthető kazein koagulátumot szolgáltat.

A **savanyított tej véd** a kólibaktériumok és a nitrátot redukáló baktériumok fertőzésével szemben (methaemoglobinémia).

### **Más vélemények:**

A savas tej nem alkalmas az élet első hónapjában, még kevésbé alkalmas a koraszülött csecsemőnek.

a D(–) tejsav sokkal kevésbé hasznosul, mint az L(+).

A savas tej felboríthatja a szervezet sav-bázis egyensúlyát → megnő az acidózis veszélye.

Sok csecsemő élete első három hónapjában tejsav-intoleranciával rendelkezik.

**A savanyított tej megzavarhatja a vese működését és anyagcseréjét.**

**Végső konklúzió:** a csecsemőtápszerhez ne adagoljanak savakat.

# A TEJTERMÉKEK SZEREPE A TÁPLÁLKOZÁSBAN

## A feldolgozás hatásai

### A tej hőkezelése

#### Hőkezelési módok

**Rövid ideig** tartó pasztörözés 72–76 °C-on, 40 másodpercig.

**Pillanatpasztörözés** 85 °C-on, néhány (10–15) másodpercig.

**Sterilezés** 110–120 °C-on, 10–30 percig.

**Ultra magas hőmérsékleten** történő hőkezelés (közvetlen gőz-injektálással vagy indirekt hőcserével, UHT) 135–150 °C-on, néhány másodpercig.

A tejet legalább 6 hétig el lehet tartani → tartós tej.

Hatásossága a *Bacillus stearothermophilus* spóráinak inaktiválásával becsülhető.

# A patogén mikroorganizmusok elpusztítása

A hőkezelési műveletek elpusztítják:

E coli, Mycobacterium tuberculosis,  
brucella, szalmonella,  
rickettsia, lisztéria,  
leptospira és más patogén mikroorganizmusok.

A legtöbb fertőző betegségeket okozó baktérium 66–71 °C-on inaktiválódik,

mások 72 °C-on 20 másodperc alatt,  
minden mikroorganizmus az UHT-kezelés során.

A vírusok is inaktiválódnak:

veszettség (65 °C-on),  
száj és körömfájás (80 °C-on 15, 85 °C-on 5 sec.).

## A hő hatása a tejzsírra

A tej hőkezelése **nem ártalmas** a tejzsír természetes tulajdonságaira.

A zsírok magas hőmérsékletre melegítésénél:

**peroxidok, hidroperoxidok, karbonilvegyületek, hidroxizsírsavak** keletkeznek.

Peroxidtartalmú zsír: hosszú időn keresztül etetve a patkányokat nem találtak toxikus hatást.

**A szokványos hőkezelések nincsenek hatással a tejzsírra.**

### Melegítés:

Hidroxisavak → laktonok (javítják a tej organoleptikus tulajdonságait),

egyéb anyagok: aldehidek, metil-keetonok → **rontják a hőkezelt tej aromáját.**

UHT-kezelt tejek: több laktont és karbonilvegyületet tartalmaznak, mint a pasztörözött tej.

Nyers tej	<b>metilketon</b> -tartalma	10 nmol/g zsír,
	pasztörözötté	12 nmol/g zsír,
	UHT-kezelt tejé	21 nmol/g zsír,
	sterilezett tejé	104 nmol/g zsír.

A tej pasztörözése nem befolyásolja az esszenciáliszsírsav-tartalmat.

Hőkezelés hatására a **tej szabadzsírsav-tartalma nő** (UHT-kezelt tej).

## A hőkezelés okozta változások a tejfehérjékben

A tejfehérjék **denaturálódnak** a hőkezelés hatására.

Változások a specifikus térbeli konfigurációban, a fehérje másodlagos és harmadlagos szerkezetében, **de!** a peptidkötéseket nem szakítja fel.

A denaturálódás kb. 80 °C-on kezdődik, és részben reverzibilis.

A **kazein stabil** a hőkezelésre → a prolin megakadályozza a hidrogénkötések kialakulását → nincs aggregáció.

Hő okozta koaguláció: 125 °C, 60 perc.

A  $\beta$ -kazein tulajdonságai kevésbé változnak meg a hőmérsékletre, mint az  $\alpha_s$ -kazeiné.



A **savófehérjék nagy hőinstabilitása** köszönhető:  
foszforhiány, alacsony prolintartalom,  
magas cisztin-, cisztein- és metionintartalom.

A savófehérje

10–20%-a denaturálódik a pasztörözött tejben,  
70–80%-a UHT tejben.

A **legkevésbé hőstabil** savófehérjék a **globulinok**, majd a  
szérumalbumin, a  $\beta$ -laktoglobulin, az  **$\alpha$ -laktalbumin a  
legstabilabb.**

A  **$\beta$ -laktoglobulin-A** 90–95 °C-ig, a  **$\beta$ -laktoglobulin-B**  
magasabb hőmérsékleten is **stabil**.

Az immunglobulinok 74 °C-on 15 másodperc után,  
a szérum albumin és  $\beta$ -laktoglobulin 84–86 °C-on 15  
másodperc után,  
az  $\alpha$ -laktalbumin 100 °C-on 5 percig tartó melegítés után  
**denaturálódik.**

A **laktoferrin** a hő hatására jelentősen változik; ha vassal telítik → **hőellenállása** jelentősen **megnő**.

**A denaturáció:** fehérjemolekulák aggregációja intermolekuláris diszulfidhidak kialakulásával → a savófehérje a kazeinmicellák felületére csapódik.

Az első lépés: interakció az  $\alpha$ -laktalbumin és a  $\beta$ -laktoglobulin között → savófehérje–kazein komplexek kialakulása (a  $\kappa$ -kazein és a  $\beta$ -laktoglobulin kapcsolódása).

Nem történnek jelentős változások a nemfehérje nitrogéntartalomban.

75 °C-nál magasabb hőmérséklet: **kéntartalmú aminosavak** szulfhidrilcsoportjai → **kén-hidrogén, merkaptánok, szulfidok** → a tej főtt ízét okozzák.

A szabad szulfhidrilcsoportok a  $\beta$ -laktoglobulinból származnak.

A kéntartalmú metionin és cisztin mennyisége a sterilizált tejben kissé csökken.

A pasztörözött tejnek nincs főtt íze.

A **szabad SH-csoportok** oxidációval **csökkennek** → a főtt íz kevésbé érződik.

**L-cisztin:** csökkenti a szabad SH-csoportok mennyiségét.

**Szulfhidril oxidáz:** a szulfhidrilcsoportok oxidálódnak.

A hővel **denaturálódott fehérjék könnyebben emészthetők**, az emésztőenzimek (tripszin, pepszin, pankreatin) könnyebben megtudják támadni.

A hőkezelés **inaktiválja** a tej saját **tripszinhibitorait** → megkönnyíti az emésztést.

UHT-kezelés során a változások csekélyek → nem befolyásolják a biológiai értéket a hőkezeletlen tejhez viszonyítva.

Az **UHT-tej táplálóértéke ugyanaz, mint a pasztörözött tejé.**

**Alkalikus** körülmények közötti hőkezelés: → **lizinoalanin (LAL)** és a **D-aminosavak** képződéséhez vezet.

Patkányok: 2000 mg/kg-nál nagyobb LAL fogyasztás → vesekárosodás nephromegalocytosis (vesemegnagyobbodás) formában.

A **LAL** nem toxikus az emberek számára. Mégis káros, mert lekötí a lizin  $\epsilon$ -amino-csoportját → **lizinhiányhoz vezet.**

**Szerin- és cisztinveszteség is fellép, ha sok a LAL.**

## Maillard-reakció a tej hőkezelése során

Az **aldehidek, ketonok és a redukáló cukrok** reagálnak **aminosavakkal, az aminokkal, a peptidekkel és a fehérjékkel.**

A Maillard-reakció → termékei barnaszínű vegyületek.

Legjellemzőbb reakció:  **$\beta$ -laktoglobulin + laktóz,**  
**de!** kazein + laktóz is lehet.

Leggyakoribb reakciótermék: **hidroxi-metil-furfurol (HMF).**

A HMF a nyers tejben nem fordul elő.

pasztörözött tejben	1 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ,
indirekt UHT-tejben	6–18 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ,
direkt UHT-tejben	2–12 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ,
sterilezett tejben	még nagyobb.



A tej HMF-tartalmát a tej hőkezelttségi állapotának becslésére lehet felhasználni. (Bár! Csak igen **gyenge kapcsolat** a **HMF-tartalom** és az UHT-tej **hasznosítható lizintartalma** között.)

A **Maillard-reakció termékei** lehetnek:

étvágykeltő aromaanyagok, rossz illatú illékony anyagok.

Az íz kialakításában részt vesznek:

furfurol, aldehidek, kis molekulatömegű kéntartalmú vegyületek, heterociklusos komponensek.

A Maillard-reakció termékei:

fruktóz-lizin,  
furozin,

laktulóz-lizin,  
piridazin.



Az emésztő enzimeknek ellenállnak → ezért **csökken a tej hasznosítható lizintartalma.**

**A lizinveszteség:**

a pasztörözött tejben	1–2%,
az UHT-tejben	1–4%,
a forralt tejben	kb. 5%,
a sterilizált tejben	6–10%,
a sűrített tejben	kb. 20%.

**Ellenállnak a hőnek:** metionin, treonin és triptofán.

A sterilizett tejben csekély a leucin-, izoleucin-, valin-, cisztin- és hisztidinveszteség.

A Maillard-reakció termékeinek **táplálkozási értéke:**  
az oldódó premelanoidok csökkentik a fehérje hasznosulását és emészthetőségét,  
az oldhatatlan melanoidoknak nincs fiziológias hatása.

A HMF LD<sub>50</sub>-értéke 1 g testtömeg-kilogrammonként → semmiféle káros hatást sem fejtett ki.

A fruktóz-lizin keresztülmegy a placentán → ártalmatlanok a magzat vagy az újszülött számára.

## A hőkezelés hatása az ásványi anyagokra

Hőkezelés során az **oldható kalcium- és foszfortartalom csökken** (UHT-kezelés során 40–50%-kal).

A **fémek** hőkezelés hatására **nem csapódnak ki a tejből** a tej és a tejfehérjék, elsősorban a savófehérjék védőhatásának köszönhetően.

## Vitaminveszteség a hőkezelés során

Viszonylag **ellenállnak a hőnek**:

A-, D- és E-, a B-vitaminok közül a riboflavin, a pantoténsav, a biotin és a nikotinsav.

Csak hosszú hőkezelési és a **sterilizálási** eljárás **alatt csökken**:

A-, E- és B<sub>2</sub>-vitamin.

**Kevéssé állnak ellen** a hőnek:

a tiamin, a piridoxin, a kobalamin, a folsav, aszkorbinsav.



## A különböző hőkezelések hatása a tej vitamintartalmának alakulására

Eljárás	Veszteség (%)				
	tiamin	piridoxin	kobalamin	folsav	aszorbinsav
Pasztörözés	<10	0–8	<10	<10	10–25
UHT-kezelés	0–20	< 10	5–20	5–20	5–30
Forralás	10–20	10	20	15	15–30
Sterilizés	20–50	20–50	20–100	30–50	30–100

Pasztörözés hatására a vitaminveszteség csekély, UHT-kezelés során a vitaminveszteség 10–20%.

A sterilizett tejben

a B<sub>12</sub>- és C-vitamin csaknem teljesen,  
a B<sub>1</sub>-, B<sub>6</sub>-vitamin és a folsavtartalom pedig kb. 50%-ban  
elbomlott.

Hasonlóak a veszteségek a sűrített tejben is, cukrozott sűrített tejben a vitaminveszteség csak 10–30%.

### **Aszkorbinsav-veszteség:**

oxidáció + hőkezelés → oxigén hiányában alig fordul elő C-vitamin-veszteség.

Az aszkorbinsav csak egy jelentősebb hőkezelés során bomlik le,

a dehidro-aszkorbinsav gyorsan elbomlik → diketogulonsav (inaktív, de kiváló antioxidáns).

**Gáztalanítással**, az oxigén mennyiségének csökkentésével

**csökken a**

C-vitamin,

tiamin,

kobalamin

és a folsav **veszteség**.

# A hőkezelés hatása az enzimekre és a szerves savakra

Az **alkalikus foszfatáz** rövid idejű hőkezelés során, a **peroxidáz** a pillanatpasztörözés során inaktiválódik.

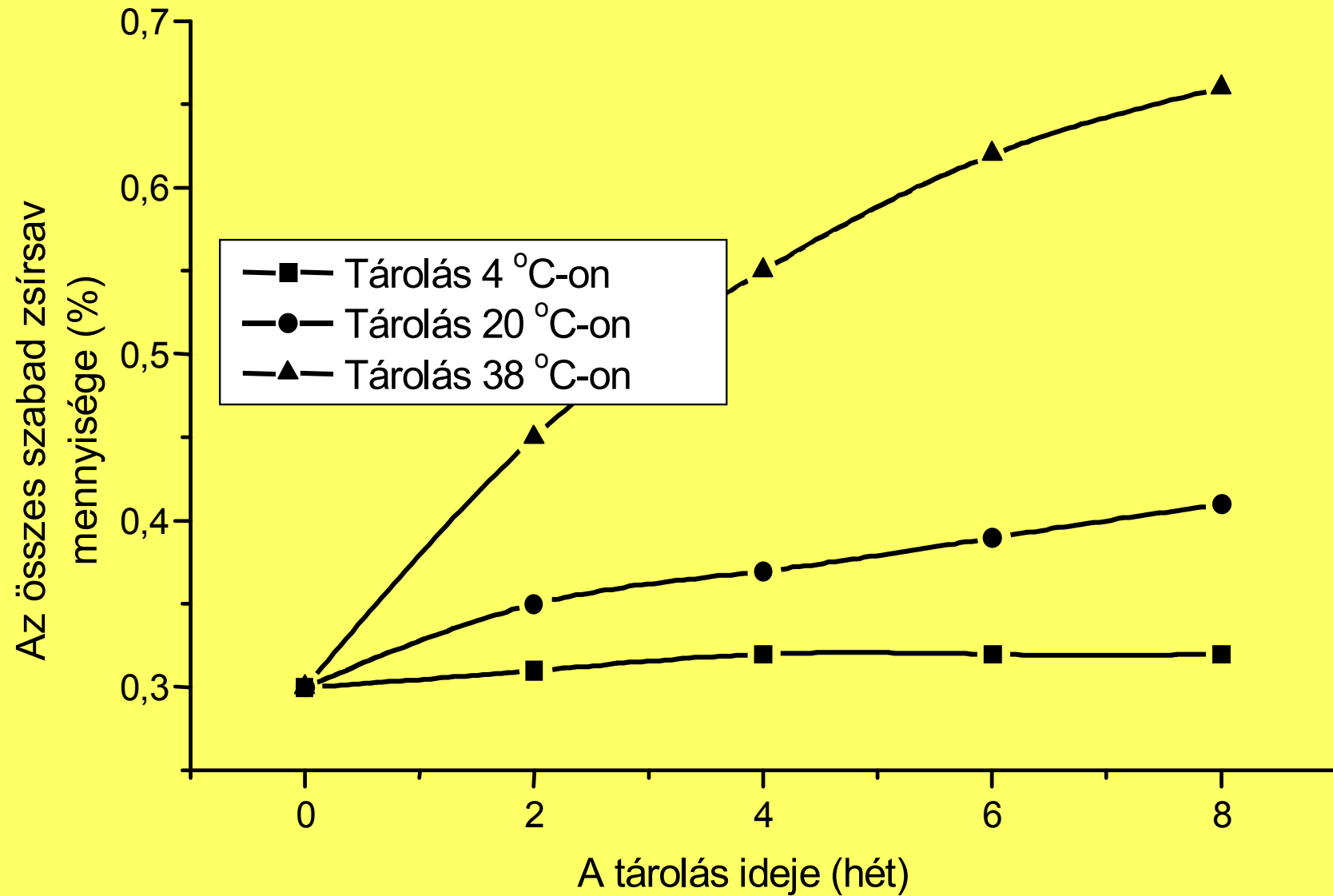
A **proteínázok** aktivitása a pasztörözött tejben nagyobb → a pillanatpasztörözött tejet gyorsabban megemésztik, mert a hőkezelés inaktiválja a tej hőérzékeny proteínáz inhibitorait.

A **xantinoxidáz** 85 °C-on inaktiválódik.

**A savas foszfatáz:**

nem inaktiválódik a pasztörözés folyamán,  
de inaktiválódik sterilizálás, illetve az UHT-kezelés során.

Lehűtött tejben néhány enzim ismét **visszanyeri aktivitását**:  
kataláz, alkalikus foszfatáz, peroxidáz, xantinoxidáz.



**A tárolási hőmérséklet hatása az UHT-tej szabad zsírsavainak mennyiségére**

De! A **lipázok soha sem nyerik vissza aktivitásukat** a hőkezelés után.

**De!** A baktériumok hőnek ellenálló lipázokat termelnek a nyers tejben → a maradék lipáz enzim lipolitikus változásokat okoz → megnő a szabad zsírsavak mennyisége, magasabb lesz a tej savassága, avas lesz az íze.

**Proteáz enzimek:** megnövelik a tej NPN-tartalmát → koaguláció, gélesedés → keserű íz.

A sterilizált tej enzimaktivitása minimális.

UHT-tejek magas neuraminsav-tartalma: a  $\kappa$ -kazein gliko-makropeptidjeit hasító proteázok hatására.

# Hőkezelt tej szerepe a gyermekek táplálásában

Az anyatej **szérumfehérjéi hőellenállóbbak.**

Hőre legérzékenyebb: IgM, legellenállóbb: IgA.

Pasztörözött anyatejben csökken: laktoferrin-tartalom, vitaminmegkötő kapacitás.

75 °C feletti hőmérséklet inaktiválja a lizozimot.

Pasztörözött vagy felforralt anyatejből **a zsír abszorpciója** csak 1/3-a a nyers anyatejének → a nyers anyatej igen magas lipázaktivitásával magyarázható → **a pasztörözés megvédi a lehűtött anyatejet** a lipolízistől.

**A pasztörözés** (elpusztítja a patogén szervezeteket), de **tönkreteszi a bakteriosztatikus hatást** is → később elszaporodhatnak a patogén mikroorganizmusok.

Az anyatej biztonságosan tárolható 72 órán keresztül 4–6 °C-on.

Hosszabb idejű tárolás: -20 °C-on.

Sterilezés a lizintartalomban jelentős veszteséget okoz.

## A tej homogénezése

A homogénezés **csökkenti a zsírgolyócskák méretét** → megakadályozzák a felfölöződést.

A zsírgolyócskák mérete 3–6  $\mu\text{m}$ -ról 1  $\mu\text{m}$  alá csökken → a foszfolipidek mennyisége nem elegendő a zsírgolyócskák felületének beburkolására → **fehérjék abszorbeálódnak a zsírgolyócskák felületén** → **zsír–fehérje komplex.**

### **Előnyök:**

A zsír abszorpció könnyebb;  
nagyobb zsírabSORPCió → jobb fehérjeértékesülés,  
a tej íze testesebb.

A homogénezés **nincs hatással a tej enzimaktivitására** (néha nagyobb fokú lipolízis).



Meggátolja az oxidált íz kialakulását, érzékenyebbé teszi a tejet a "fényíz" kialakulására.

A homogénezett tejben **a zsírgolyócskák mérete hasonló az anyatejéhez.**

**Felvetés:** a homogenizált tej fogyasztása egy újabb rizikófaktor az arterioszklerózis és a szívkoszorúér-megbetegedés területén: a kisebb zsírgolyócskák áthatolnak a vékonybél falán → xantinoxidáz enzimeket szállítanak a szívizomba → hisztokémiai változások → betegség.

**Mi az igazság?**

A hőkezelés során a **xantinoxidáz** részben vagy teljesen **inaktiválódik.**

Inaktiválódik a gyomron történő áthaladás során is, a **bélrendszerbe aktív enzim soha sem kerülhet.**

Molekulatömege 300.000 körül van, ezért ez **nem képes keresztülhatalni a vékonybél sejtfalán** (limit: 80.000).

A xantinoxidáz nem tud behatolni a **limfociták belsejébe.**



**A hipotézis teljesen alaptalan, légből kapott.**

## **A tárolás során bekövetkező változások**

A tej táplálkozási értékét a **fény és az oxigén** változtatja meg:

**Rendkívül érzékeny** a fényre: riboflavin és aszkorbinsav.

**Kevésbé érzékenyek:** B<sub>6</sub>-, B<sub>12</sub>-vitamin, folsav, A-, K-vitamin.

Egyáltalán **nem érzékenyek:** B<sub>1</sub>-, E-vitamin, nikotinsav, biotin, kolin, inozitol, D-vitamin.

Az **oxidációra rendkívül érzékeny:** folsav, B<sub>12</sub>-, C-, E-, A- és D-vitamin, kolin.

Csak **kevésbé érzékeny** az oxigénre: B<sub>1</sub>-, B<sub>6</sub>-, D-vitamin.

Egyáltalán **nem érzékeny** rá: B<sub>2</sub>-vitamin, nikotinsav, pantoténsav, biotin, inozitol, K-vitamin.

A **riboflavin 90%-a** a közvetlen napsugárzásnak kitett tejben a **néhány óra alatt elbomlik.**

Az aszkorbinsav érzékenyebb a fényre → dehidro-aszkorbinsavvá oxidálódik.

A vitaminok 70%-a is elbomolhat közvetlen napsütés hatására 1 óra alatt.



A tej **csomagolóanyagainak megfelelő védeltséget kell biztosítani** a fényel szemben.

Egy **belső alumíniumréteggel ellátott kartondoboz** megfelelő védelmet biztosít.

A fény a tejsír oxidációját is indukálhatja, de nincs hatással a fehérje aminosav-összetételére.

Metionin + fény → metional → metil-merkaptán, hozzájárulhatnak a tej rossz ízéhez.

A fénynek ellenálló csomagolás rendkívüli jelentőségű.

A tej aszkorbinsav-tartalma csökken az oxigén jelenléte miatt?

A folsav is teljesen inaktiválódik oxigénben gazdag tejben → az oxigént el kell távolítani, egy gáztalanító lépés közbeiktatásával.

Tárolása során a fehérje minőségében jelentős változások nem történnek.

A tej **organoleptikus tulajdonságai megváltoznak** a tárolás folyamán:

a szabad SH-csoportok csökkenése,  
megnő a szabad zsírsavak mennyisége,  
a metil-keetonok, aldehidek koncentrációja.

## Kémiai tartósítószer

Trópusi, szubtrópusi országban 0,5–0,8% hidrogén-peroxiddal tartósítanak a tárolás során.

A hidrogén-peroxid 30–40 perc alatt a tejhez adott *kataláz* enzim hatására tökéletesen elbomlik.

A kéntartalmú aminosavak, a metionin és a cisztin részlegesen oxidálódik a hidrogén-peroxiddal, **de! a metionin-szulfoxid jól hasznosul** a szervezetben.

A **vitaminveszteség csekély**: a tiamin, a piridoxin, a nikotinsav és az aszkorbinsav részben oxidálódik a hidrogén-peroxiddal, az egyéb vitaminok gyakorlatilag változatlanok maradnak.