



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK főbb szakspecifikus törzstárgyainak tananyag fejlesztése illetve kidolgozása, különös tekintettel az új típusú, lineáris képzési szerkezet komplementaritás elvén alapuló igényének kielégítésére
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

11.1. TEJ ÉS TEJTERMÉKEK



A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Fizikai-kémiai tulajdonságok

A tejben diszpergált részecskék:

- zsírcseppecskék,
- kazein micellák,
- globuláris fehérjék (savófehérjék)
- lipoprotein részecskék (mikroszomák)
- szomatikus sejtek (leukociták).

Oldott anyagok: ásványi anyagok, szénhidrátok.

A tej színe a zsírgolyócskák és a fehérjék fényabszorpciójának köszönhető (a főlözött tej is fehér színű).

Legelőn tartás → karotin-felvétel → sárgás szín.

Íze: enyhén édes (laktóz), gyorsan eltűnő ízérzet.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Friss tej: pH 6,50–6,75

Soxhlet–Henkel (°SH) savfok: 6,5–7,5

Fagyáspont: –0,53 és –0,55 °C között (a tej vizezésének kimutatása).

A tejfehérjék

Az egyes frakciók aránya genetikai tényezőktől függ.

Kazein frakció: α , β , γ , κ .

Savófehérjék:

- α -laktalbumin
- β -laktoglobulin
- szérum albumin
- immunoglobulin G₁, G₂, A, M,
- proteáz-pepton frakció

Számos genetikai variáns



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

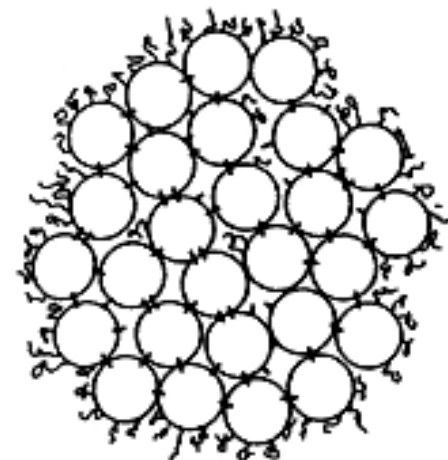
A **kazein** túlnyomó hányada 50–300 nm-es komplexekbe aggregálódva fordul elő.

Monomerek (oldható kazeinek) → kazein alegységek (szubmicellák) → micella (kalcium kazeinát + kalcium foszfát).

Fontos kölcsönhatások: hidrogénhíd-kötés, elektrosztatikus kölcsönhatás, hidrofób jellegű kölcsönhatások.

A kazeinmicella modellje

- Alegységek (30 különböző kazein monomer).
- Kalcium-foszfát hidak → nagy micellákká tömörülnek (aggregáció).
- A κ -kazein a szubmicellák felületén helyezkedik el
- A hidrofób jellegű C-terminálisok elállnak a felszíntől.





Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Ha a kialakult micellák teljes felülete borítva van κ -kazeinnel, a szubmicellák aggregációja befejeződik (sztérikus gátlás).

A kazein micellarendszer destabilizálása

1. Alvadékképzés oltóenzimmal

κ -Kazein – megóvjja a kazein micellákat a koagulációtól:

- Ca^{2+} jelenlétében oldható.
- Az $\alpha\text{s}1$ - és a β -kazeinekkal együtt fordul elő és megvédi őket a kicsapódástól.

Az oltóenzim (kimozin, rennin) elhasítja a κ -kazein peptidláncát
→ para- κ -kazein, glikopeptid.

A nagyon hidrofób para- κ -kazein a felszínen marad → hidrofób kölcsönhatás: a gélképződés hajtóereje.



Para- κ -kazein kicsapódik (Ca^{2+}) \rightarrow elveszti a védőhatását
 \rightarrow alvadékképződés (a kazeinmicellák koagulálódnak).

A képződő gél parakazein micella-asszociátumokból áll és körbezárt
zsírgolyócskákat is tartalmaz.

A gélképződés sebessége a hőmérséklet növelésével gyorsítható (sajtgyártás
során alkalmazott termikus műveletek).

2. A kazein kicsapása savas alvasztás során

Elsősorban hidrofób kölcsönhatások okozzák.

Savanyítás \rightarrow a kalcium-foszfát és a kazein-monomerek vándorlása \rightarrow a
micella-szerkezet megváltozik \rightarrow duzzadás.

A szétoszlatott kazein újra összeáll \rightarrow gélhálózat.



A gélszerkezet szabályozása

A micellafelület hidrofobicitásának megváltoztatásán keresztül.

1. eset. **A szinerézis nemkívánatos** pl. joghurtban.

Hőkezelés (85–90 °C, 10 perc) → β -laktoglobulin denaturálódik → kovalensen kötődik a κ -kazeinhez → a micellafelszín hidrofobicitása csökken → gyengébb kölcsönhatások → a gél sokkal stabilabb (lassabb szinerézis).

Teljes tejből készült joghurt: a fehérjemátrixban lévő zsírgolyócskák miatt a gél stabilitása kisebb, mint a fölözött tejből készült joghurté.

2. eset. **A szinerézis jelensége kívánatos** pl. túrókészítés.

Mérsékelt hőkezelés (cél: a β -laktoglobulin ne denaturálódjon és ne árnyékolja le a felszínt). A savanyítás előtt kimozin adagolás → a felület hidrofobicitása megnő.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Szénhidrátok a tejben

A legfőbb cukorkomponens: **laktóz** (4–6%).

Kevésbé édes, mint a fruktóz, glükóz vagy a szacharóz.

Glükóz, aminocukrok és oligoszacharidok kis mennyiségben.

Laktulóz: a tej hőkezelése során keletkezik laktózból. (Pl. sűrített tej: 1% laktulóz-tartalom). Édesebb a laktóznál.

Laktózmentes tej (laktóz-intoleranciában szenvedőknél): a galaktózt glükózzá és fruktózzá hidrolizálják β -1,4-galaktozidázzal.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

A tejszír

Zsírgolyócskák formájában van jelen (0,1–10 μm).

Triglicerid: 95–96%.

Lipid mag (triglicerid) + membrán (foszfo- és glikolipidek, fehérje kettősréteg).

Homogénezés: a tej szűk nyíláson áramlik át, nyomás alatt (< 35 MPa) 50–75 °C hőmérsékleten → turbulencia, kavitáció és nyíróerők → kis cseppecskékre esik szét (< 1 μm).

A tejszín hosszú ideig történő tároláskor sem válik ki (nincs felfölöződés).



Zsírsavak a tejsírban:

- **Kis szénatomszámú zsírsavakat** is tartalmaz viszonylag nagy arányban, pl. vajsav (kérődzők tejében).

- A **linolsav** aránya alacsony, mivel a takarmányokban lévő linolsav nagy része hidrogéneződik a bendőben.

Aránya növelhető a takarmányhoz adott kapszulázott (védett) növényi olajokkal.

Hátrányok:

1. Nagyobb az oxidációra való hajlandóság.

2. Kellemetlen aromaanyagok kialakulása, pl. telítetlen laktonok (cisz-4-hidroxi-dodekénsav lakton).

- **Páratlan szénatomszámú, elágazó láncú és oxo-zsírsavak** szintén jelen vannak kis mennyiségben.



Foszfolipidek: a lipidek 0,8–1,0%-a.

Szterinek (koleszterin): 0,2–0,4%.

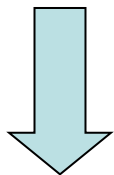
Zsírgolyócska membrán fehérjék (MFGM-fehérjék: milk fat globule membrane proteins).

Egészségártalmat okozhatnak az arra érzékeny egyedeknél.

A zsírgolyócskák membránja meggátolja a lipolízist.

Homogénezés → a zsírgolyócskák fajlagos felülete megnő → a kazein és az enzimfehérjék is részt vesznek a membránképzésben.

A lipázok hozzákötődnek a zsírgolyócskákhoz → elősegítik a trigliceridek hidrolízisét → avas jellegű off-aroma (rossz ízű tej).



A homogénezés előtt célszerű pasztörözést alkalmazni.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Vitaminok

Egy liter tej fogyasztása hány %-át fedezi a napi vitamin-szükségletnek?

A (retinol) – 46%

B₂ (riboflavin) – 104%

B₁₂ (kobalamin) – 113%

B₁ (tiamin) – 32%

C (aszkorbinsav) – 30 %

Fólsav – 15%

E (tokoferol) – 11%

D₂ (kolekalciferol) – 32%



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Ásványi anyagok

A tej fontos kalcium- és foszforforrás.

Egy felnőtt napi kalcium- és foszforigénye fedezhető 7 dl tej
elfogyasztásával.

Egy adott populáció tejfogyasztása és a fenti elemekkel történő ellátottsága
között összefüggés van.

A tejben lévő kalcium abszorpciója nagyon hatékony:

- A kalcium nagy része fehérjéhez kötött formában van jelen.
- A tej laktóz-, D-vitamin- és a citromsav-tartalma szintén elősegíti a felszívódást.

Szerves savak

Citromsav – legnagyobb mennyiségben, de a baktériumok lebontják.

Orotsav (köztestermék).

Fermentáció: laktóz → szerves sav (pl. tejsav, ecetsav).



Enzimek a tejben

- A hőkezelés mértékének meghatározása.

Az alkalikus foszfatáz inaktiválódása → a pasztörözés hatékonyságának értékelése.

- Az enzimek megmaradó aktivitása befolyásolhatja a gyártási körülményeket.

Plazmin

- Hidrolizálja a β - és az α -kazeint.

A pasztörözés csak kissé inaktiválja a plazmint, de a plazminogén aktivátor gátlóanyagait teljesen tönkreteszi → a plazmin aktivitás megnőhet a tárolás során.

- Hatást gyakorol a sajérési folyamatokra (Camembert).

- Jobb aromaképzés.

- Az érési folyamatokat felgyorsítja.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

A hőkezelés tejösszetevőkre gyakorolt hatása

Sterilezés → a laktóz és a szabad amino csoportot tartalmazó vegyületek reakcióba lépnek (Maillard reakció).

→ Megnö a hidroximetilfurfurol (HMF) szintje.

→ A tej barnás színt kap.

Hirdoxi- és ketozsírsavakat tartalmazó glicerideknél:

→ δ -laktonok kialakulása (kellemes illat),

→ metil ketonok (tejzsírban nemkívánatos kellemetlen szag „parfüm avasság”).

Kalcium-fosztát kicsapódás a kazein micellákon.

A zsírgolyócskák membránja módosul → megváltoznak a zsírszeparációs sajátságok.



A hőkezelés hatása a tej vitamintartalmára

Hőkezelés típusa	Veszteség %				
	Tiamin	Piridoxin	Ciano-kobalamin	Fólsav	Aszkorbin-sav
Pasztőrözés	< 10	0–8	< 10	< 10	10–25
UHT-eljárás	0–20	< 10	5–20	5–20	5–30
Forralás	10–20	10	20	15	15–30
Sterilezés	20–50	20–50	20–100	30–50	30–100



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Magasabb hőmérsékleten/hosszabb ideig tartó hőkezelés során

→ a **savófehérjék** denaturálódnak.

Savanyítás vagy kimozin hozzáadása → a pH az izoelektromos pontjaik tartományába kerül.

→ Koprecipitáció (denaturálódott savófehérjék és kazein).

Ez a kicsapódási folyamat fontos pl. a túrógyártásnál.

A **kazein**: csak magas hőmérsékleten csapódik ki.

A nátrium- vagy kalcium-kazeinát oldatok 120 °C-on 5 óra alatt defoszforileződnek.

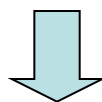
- A pH fontos szerepet gyakorol a kazein koagulációs tulajdonságaira → kisebb pH-n a koagulációs hőmérséklet alacsonyabb.

- A tej hőstabilitása fordítottan arányos a szabad kalcium-tartalommal.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Hőkezelés



Tiol-diszulfid kicserélődési reakció a κ -kazein és a β -laktoglobulin között.



A κ -kazein ezáltal kevésbé fogékony a hidrolízisre (kimozin).



A oltós alvasztás ideje elhúzódik.