

SZÍNTENYÉSZETEKKEL ELŐÁLLÍTOTT SAVANYÚ TEJTERMÉKEK ÉS A VAJ

A színtenyészetekkel előállított savanyú tejtermékek

Összetétel

A különböző színtenyészetek:

tejsavtermelő sztreptokokkusok,

Streptococcus lactis,

S. cremoris és a S. diacetylactis

**a fermentációval előállított tejtermékek
előállítására.**

Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus

joghurt előállítására.

A kefir készítésére

a tejsavat előállító sztreptokokkuszokat,
a laktobacillusokat,
a szén-dioxidot és kevés alkoholt produkáló
laktózfermentáló élesztőket használják.

Kumisz kancatejből:

Lactobacillus fajok + szacharomicesz élesztőfajok →
1%-os alkohol; 1,9% zsír; 2,2% fehérje; 2,2% laktóz, változó
koncentrációban tejsav és egyéb ízanyagok.

A tejtermékek összetétele alig változik az előállítás folyamán.

A joghurt:

laktóztartalom csökken
a galaktóztartalom 1% körüli,

a glükóztartalom egészen csekély,
gyümölcsjoghurtok 9–12% szacharózt, glükózt és fruktózt
tartalmaznak,
fehérjékben gazdagított joghurt fehérjetartalma 4–5%-kal nő,
megnő a szabadaminosav-tartalom,
prolintartalma elérheti a 300–500 mg/kg-ot,
karbamidtartalma a *Streptococcus thermophilus*
aktivitásának következtében csökken,
a szabadaminosav-tartalom nő **a tárolás során.**

Aromaanyagok

A zsírok elbomlása, a laktóz, a fehérje, valamint a citromsav
adják: acetaldehid (15–40 mg/kg), aceton, etil-acetát, laktonok,
észterek, szabad zsírsavak, diacetil, acetoin, szén-dioxid,
szabad aminosavak.

A **kefir ízét** alakítják: illózsírsavak, acetaldehid, aceton, butanon, acetoin, diacetil, propionaldehid, amil-alkohol.

A tejsavbaktériumok **sok vitamint szintetizálnak:**

B₂, B₆, kolin, folsav, nikotinsav, biotin, pantoténsav → a tej vitamintartalma gyakorlatilag nem csökken a joghurtkészítés folyamán.

C-vitamin-pótlás a joghurt esetében → savas közeg megakadályozza elbomlását a tárolás során.

A gyümölcsjoghurtok C-vitamin-tartalma magasabb, mint a kiindulási tejé.

De! B₁₂-vitamin koncentrációja a végtermékben csak fele az eredeti tejének.

A joghurt és a vaj átlagos összetétele

Komponens	Mértékegység	Joghurt	1 kg összetétele	Vaj
Fehérje	g	33		7
Szénhidrát	g	40		7
Ásványi anyagok	g	8		1,2
Ca	g	1,2		0,16
P	g	0,9		0,2
Na	g	0,45		0,06
K	g	1,6		0,2
Mg	g	0,14		0,22
Zn	mg	4		0,4
Mn	mg	–		–
Fe	mg	1,0		0,9
Cu	mg	–		0,15
F	mg	–		1,3
I	mg	0,85		0,08
Cr	mg	–		0,15
Se	µg	5		3

A joghurt és a vaj átlagos összetétele

Komponens	Mértékegység	1 kg	
		Joghurt	Vaj
		összetétele	
A-vitamin	mg	0,30	6,8
Karotin	mg	0,15	5,8
Tiamin	mg	0,40	0,06
Riboflavin	mg	2,0	0,19
Piridoxin	mg	0,5	0,04
Nikotinsav	mg	1,4	0,5
Kobalamin	µg	3	—
Folsav	mg	0,1	—
Pantoténsav	mg	3,8	2,3
Biotin	µg	3	—
Aszkorbinsav	mg	10	—
D-vitamin	µg	—	10
Tokoferol	mg	1,8	28
K-vitamin	mg	—	0,6
Tejsav	g	8	—

A kefir és a kumisz: magasabb B₁-, B₂-, B₆-vitamin, pantoténsav-koncentráció a kiindulási tejhez viszonyítva.

Propionibacterium shermanii + kefirélesztők → nagy mennyiségben képesek a B₁-, B₂-, B₆-, **B₁₂-vitamin**, a nikotinsav és a folsav **szintézisére** → a kefir B-vitamin-tartalmát mintegy 10-szeresére növelni lehet → **vitaminokban gazdagított termékek.**

Savanyított termékek:

tejsavtartalom 0,7–1,0% között,
citromsav aromaanyagokká alakul át,
orotsavtartalom csökken,
benzoesav-tartalom nő (30 mg/kg).

A szintenyészetekkel előállított tejtermékek szerepe az emésztésben

Az emészthetőség nő:

A tejsav rendkívül finom csapadékká kicsapja a fehérjét → óriási felület → gyors lebontás.

A mikroorganizmusok a fehérje egy részét peptidekké és szabad aminosavakká bontják le → **előemésztés**.

A savanyított tejtermékekben **a fehérje allergén hatása kisebb.**

A lipolitikus enzimek hatására a tejsír emészthetősége és abszorpciója jelentős mértékben megnő.

A fehérje emészthetősége a joghurtban hasonló az anyatejéhez.

A fermentált tejtermékek **javítják a kalcium hasznosulását**: tejsav részt vesz a kalcium hasznosulásában, a tejsav, a laktóz, a D-vitamin, a kalcium speciális kombinációja savanyított tejtermékekben → **különösen optimális feltételek a kalcium felszívódására.**

A **D(-)tejsav** csak kis mértékben hasznosul az emberben.

A szintenyészetekkel készült tejtermékek mindkét tejsav-izomert tartalmazzák:

De! A sztreptokokkuszok szintetizálta tejsav 92%-a L-izomer, a Lactobacillus bulgaricus **csak** D-izomert termel.

A joghurt fermentációjakor főként L(+) tejsav keletkezik, **de!** a D-izomer koncentrációja nő a tárolás folyamán.

A savanyú tej, a kefir, az író és a túró D(–) tejsav-tartalma rendkívül alacsony.

A hagyományos módon készült kefir tejsavtartalmának 50%-a D-izomer.

Mennyi D(–)tejsav fogyasztható károsodás nélkül?

WHO: maximum 100 mg testtömeg-kilogrammonként,

Mások: maximum 60 mg testtömeg-kilogrammonként.

Még nem veszélyes: **1 kg joghurtfogyasztás naponta.**

Tehát: normál táplálkozási körülmények között a szervezetbe jutó **D(–)tejsav nem rendelkezik egészségkárosító hatással.**

Táplálkozási szempontok

A savanyított tejtermékek: **korrigálják a gyomorsavhiányt.**

A tej **koleszterincsökkentő hatása** nő a fermentáció folyamán.

A kultúrákkal készített termékeknek **antimikrobiális hatása van:**

A tejsav megvédi a terméket a baktériumok elszaporodásától, néhány laktobacillus tenyészet antibiotikumszerű anyagokat termel.

A joghurt csökkenti az E. coli számot a vékonybélben.

A **szalmonella** a joghurtban pár óra alatt **elpusztul,**

a kefir antimikrobiális hatásáról is beszámoltak.

Kumisz: speciális antibiotikus hatás a Mycobacterium tuberculosis ellen → a tüdőbaj korai szakaszában az integrált gyógyítás része, májgyulladásos gyerekek kezelésére is alkalmazzák.

Joghurt: a tumorsejtek nem szaporodtak el a vékonybélben → joghurtnak rákellenes hatása is van. (?!!?)

A színtenyészetekkel előállított tejtermékek mikrobiológiai szempontú értékelése

Több közlemény: savanyított tejtermékek mikrobái megtelepednek a bélrendszerben,

több közlemény: nem telepednek meg.

Ma: Szinte lehetetlen mikroorganizmusokat bevinni a bélrendszerbe a táplálékok segítségével.

A joghurtkultúrában található mikroorganizmusok teljesen eltűntek a gyomor- és bélrendszeren áthaladva.

Savanyú tejtermékek D(–) tejsav-tartalma

Termék

**A D(–) tejsav %-os aránya
az összes tejsavhoz viszonyítva**

Kefir	2–5
Író	3–6
Savanyú tej	4–12
Túró	4–14
Joghurt	25–60
Sajt	10–50

A VAJ

Összetétel

Maximális megengedett víztartalom: 16%, zsírtartalma kb. 82%,
2%: fehérjék, szénhidrátok, ásványi anyagok.

A vízoldható vitaminoknak kis része megy át a vajba,
zsíroldható vitaminok koncentrációja, különösen az
A-vitaminé és a tokoferolé, sokkal nagyobb, mint a tejben.

Az α -tokoferol rendkívül hatásos antioxidáns → megvédi az
A-vitamint és a karotint,
hozzáadott aszkorbinsav: **antioxidáns**.

Télen β -karotint adnak a vajhoz színezőanyagként.

A vaj aromaanyagai:

Streptococcus lactis és a Streptococcus cremoris:
laktózt tejsavvá alakítják,
kis mennyiségű szén-dioxidot, alkoholt és ecetsavat
is termelnek.

Streptococcus diacetylactis és a Leuconostoc citrovorum:
citromsavat, laktózt alakítják át aromaanyagokká:
acetoin, diacetil, acetaldehid, aceton, etil-alkohol.

A vaj **diacetil**-tartalma 0,2–3,9 mg/kg → 1 mg/kg szükséges a jó vaj aroma kialakításához.

A diacetil érzékelési küszöbe 0,055 mg/kg.

A vaj több **acetoint** tartalmaz (35 mg/kg).

A vaj **aromaanyagai még:** aldehidek, ketonok, laktonok, alkoholok, észterek, dimetil-szulfid, számos szabad zsírsav.

A tejszín hőkezelése → szabad szulfhidrilcsoportok → főtt íz
→ szabad SH-csoportok antioxidánsként viselkednek.

A tárolás során bekövetkező változások

Hosszú ideig tartó tárolás során:

A-vitamin-tartalom alig,

aromaanyagok jelentős mértékben bomlanak.

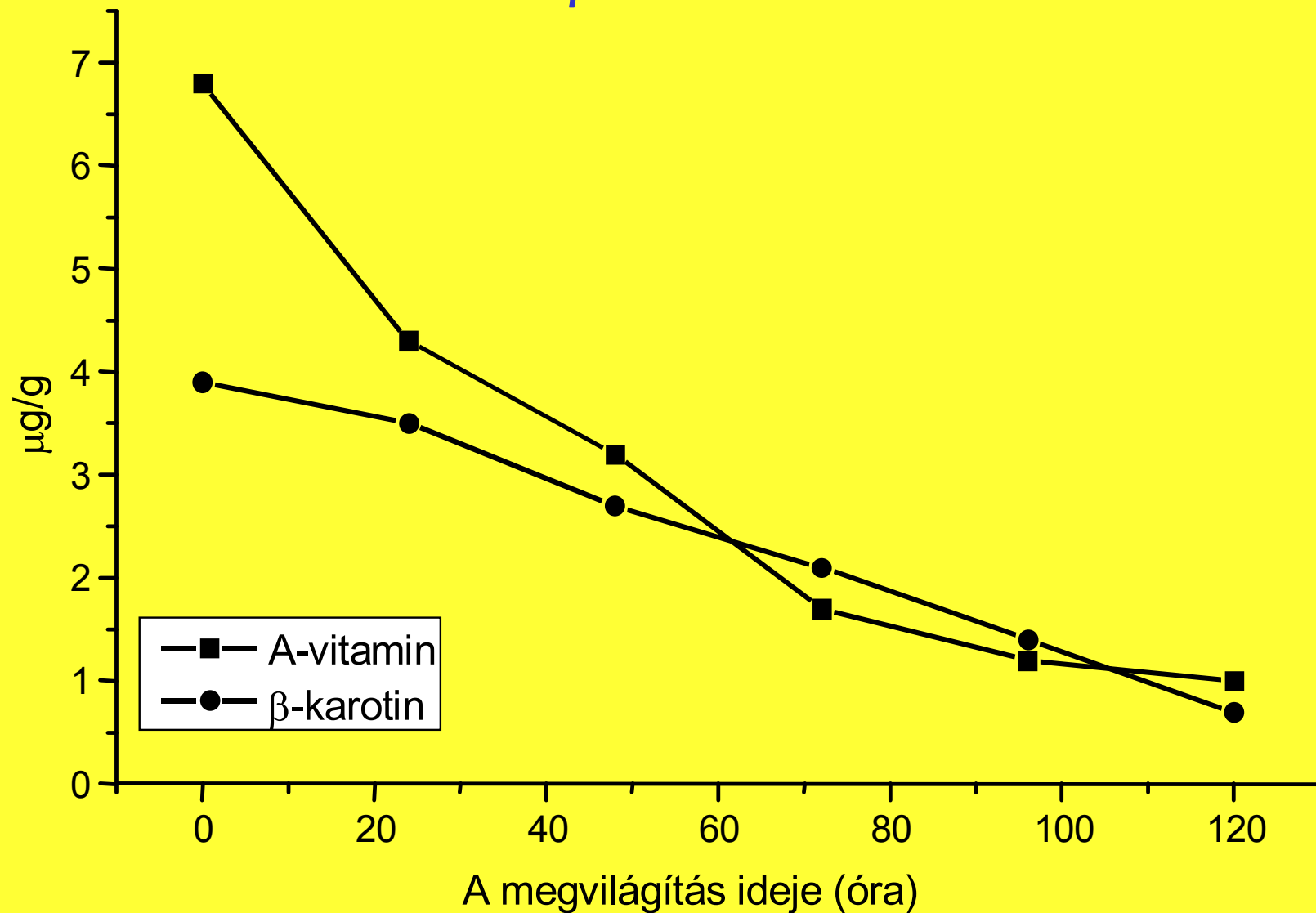
Oxidáció → ízromlás: felgyorsítja a réz jelenléte → a vaj réz tartalma nem haladhatja meg a 0,1 mg/kg-ot.

A vas és a mangán nem gyorsítják meg az oxidációt.

UV-fény még kis dózisban is a zsírok oxidációjához vezet.

Hidroperoxidok → lebomlanak ketonokká és aldehidekké → ízhibákat okoznak.

A fluoreszcens fény hatása a 15 °C-on tárolt vaj A-vitamin- és β -karotin-tartalmára



Aszkorbil-palmitát antioxidáns hatású: vele a zsírok akár évekig is eltárolhatók $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on.

A **vajolaj** zsírtartalma 99,6% és 0,4% a víz → 1–2,5 évig $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on minőségromlás nélkül eltartható.

Aromanyagai:

acetaldehid, butilaldehid, aceton, metil-kezon; laktonok, szabad zsírsavak, indol és szkatol.

A tejszín és tejföl

A tejszín és a belőle savanyítással előállított tejföl aromaanyagai: acetaldehid, diacetil, aceton, szabad zsírsavak, egyéb aldehidek, ketonok és a metil-szulfid.

Író

Tejsavtartalma kb. 0,8%.

A vaj aromaanyagainak jelentős része a tejszín érlelése során átmegy az íróba.

Az írópor összetétele: 97% szárazanyag,
ezen belül 34% fehérje, 50% laktóz, 5% zsír, 7% ásványi
anyag, 13 g/kg Ca, 9 g/kg P.

A főzött tej és az író átlagos összetétele

Komponensek	Mértékegység/kg	Főzött tej	Író
Fehérje	g	24–33	35
Zsír	g	–	5
Szénhidrát	g	30–40	40
Ásványi anyagok	g	4–6	7
Ca	g	0,7–1,2	1,1
P	g	0,5–0,9	0,8
Na	g	0,3–0,4	0,6
K	g	0,9–1,4	1,5
Mg	g	0,10	0,13
Zn	mg	3,5	5,0
Fe	mg	1,1	1,0
Cu	mg	0,2	0,1
F	mg	0,1	0,2
I	mg	0,1	–
Mn	µg	28	35
Co	µg	0,6	–
Se	µg	6	–

A főlözött tej és az író átlagos összetétele

Komponensek		Főlözött tej	Író
	Mértékegység /kg		
A-vitamin	mg	0,7–2,8	0,1
Karotin	mg	0,5–1,3	0,09
Tiamin	mg	0,25	0,28
Riboflavin	mg	1,5	1,6
Piridoxin	mg	0,25	0,4
Kobalamin	µg	4	2
Biotin	µg	30	–
Pantoténsav	mg	3,4	4
Nikotinsav	mg	0,9	1,0
Folsav	mg	0,1	0,09
Aszkorbinsav	mg	10	10
D-vitamin	µg	10	–
Tokoferol	mg	7	1

A SAJT

Az érés hatása a sajt összetételére

Zsírtartalom

A különböző sajtok nagyon eltérő zsírtartalmúak.

A zsírtartalom hozzájárul a sajt ízéhez és aromájához.

Néhány sajtnál az aroma csak akkor fejeződik ki, ha a szárazanyag zsírtartalma legalább a 40–50%-ot eléri → az **aromaanyagok a zsír bomlásából, átalakulásából keletkeznek az érlelés folyamán.**

A **sajt lipolízis**ét a mikrobiális lipolízis okozza →

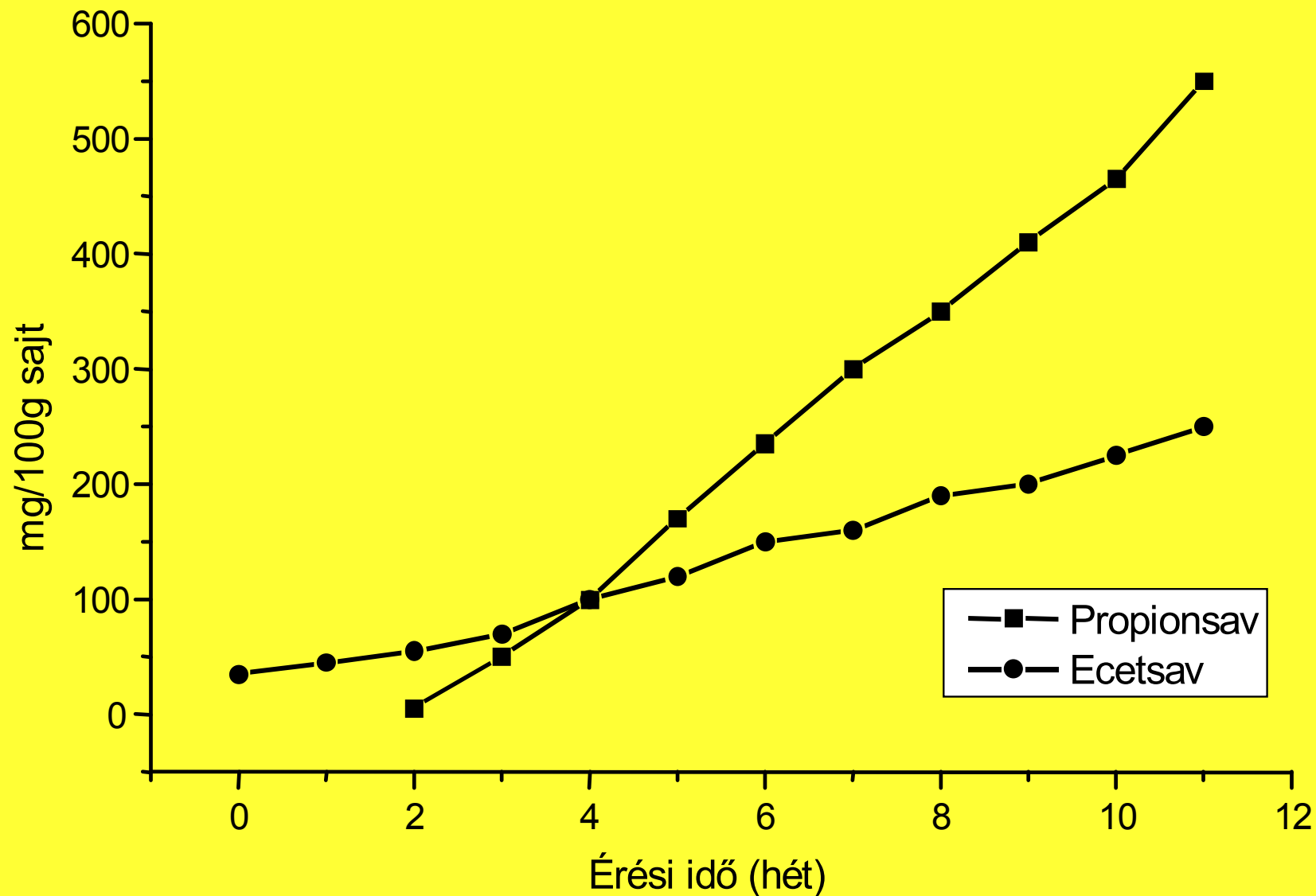
4,22% diglicerid, 0,5–1,5% monoglicerid, szabad zsírsavak (1–2 g/kg normál sajtban, a hosszabb ideig érlelt sajtokban 5 g/kg, a nagyon hosszú ideig érlelt sajtokban 11 g/kg).

Szoros összefüggés: illózsírsav-összetétel ↔ sajt illata, aromája között.

A sajt aromaanyagai:

ecetsav, vajsav, kapronsav, kaprilsav, kaprinsav, propionsav, valeriánsav, néhány elágazó szénláncú zsírsav (izovajsav, izovaleriánsav, izokapronsav).

Az Ementáli sajt propionsav- és ecetsav-tartalmának alakulása az érés során



Az ecetsav a laktóz lebomlásából, a páratlan szénatomszámú és **elágazó zsírsavak az aminosavak dezaminálásából erednek.**

Az érlelés folyamán fejlődő CO₂ felelős a sajt lyukacsosságáért.

Néhány sajt speciális aromája:

Kék sajt: a vajsav és kapronsav,

Limburger és a Romadur: izovaleriánsav,

Edámi és Tilsiti: vajsav,

Gouda: ecetsav és izovaleriánsav,

Ementáli, Alpin, Gruyere: propionsav.

A kék sajtok **nagy szabadzsírsav-tartalmúak → jelentős lipolízisre utal.**

Az Ementáli sajt propionsav-tartalma:
az érlelés második hetében 20 mg/100 g,
2. héten 500–600 mg/100 g,
Ecetsav-tartalma: 80–100 mg/100g-ról 250–300 mg/100 g-ra nő.

Egyéb aromakomponensek:

aldehydekek és ketonok, diacetil, acetoin, acetaldehid,
laktonok, aromás szénhidrogének, α -ketosavak,
kéntartalmú komponensek (szulfidok és merkaptánok),
alkoholok és észterek.

Néhány sajt speciális íz- és aromaanyaga:

Roquefort jellegű sajt: a penészek által termelt metil-ketonok,

Camembert: kéntartalmú anyagok, α -ketosavak,

Ementáli: pirazinok,

Alpin sajt: szeszkviterpének,

Parmezán: acetil-metil-karbinol, etil-észter.

A szabad aminosavak és a peptidek csak kismértékben járulnak hozzá a sajt aromaanyagaihoz.

A Cheddar sajt íz- és aromaanyagai:

szabad zsírsavak (ecetsav, vajsav),
a kéntartalmú komponensek (szulfidok, merkaptánok, tiolok),
a ketonok (butanon, pentanon), az acetaldehid,
a diacetil, az acetoin, a laktonok és az etanol.

Fehérjetartalom

A fehérjebomlás

A proteolízis eredményei:

proteózok, peptonok, polipeptidek, peptidek és szabad aminosavak.

A szabad aminosavak **dezaminálása** → ammónia, szabad zsírsavak, dekarboxileződés → aminokhoz vezet.

A rennin csak igen gyenge proteolitikus hatású, a tejsavbaktériumok enzimeei felelősek a proteolíziséért.

A sajt peptid, szabadaminosav- és ammóniatartalma nő az érlelés folyamán → a vízben oldhatatlan kazein **vízoldható nitrogéntartalmú vegyületekké alakul.**

A vízoldható nitrogéntartalmú anyagok részaránya 10–60%.

Túlérett Camembert és Limburger sajtoknál több, mint 90%.

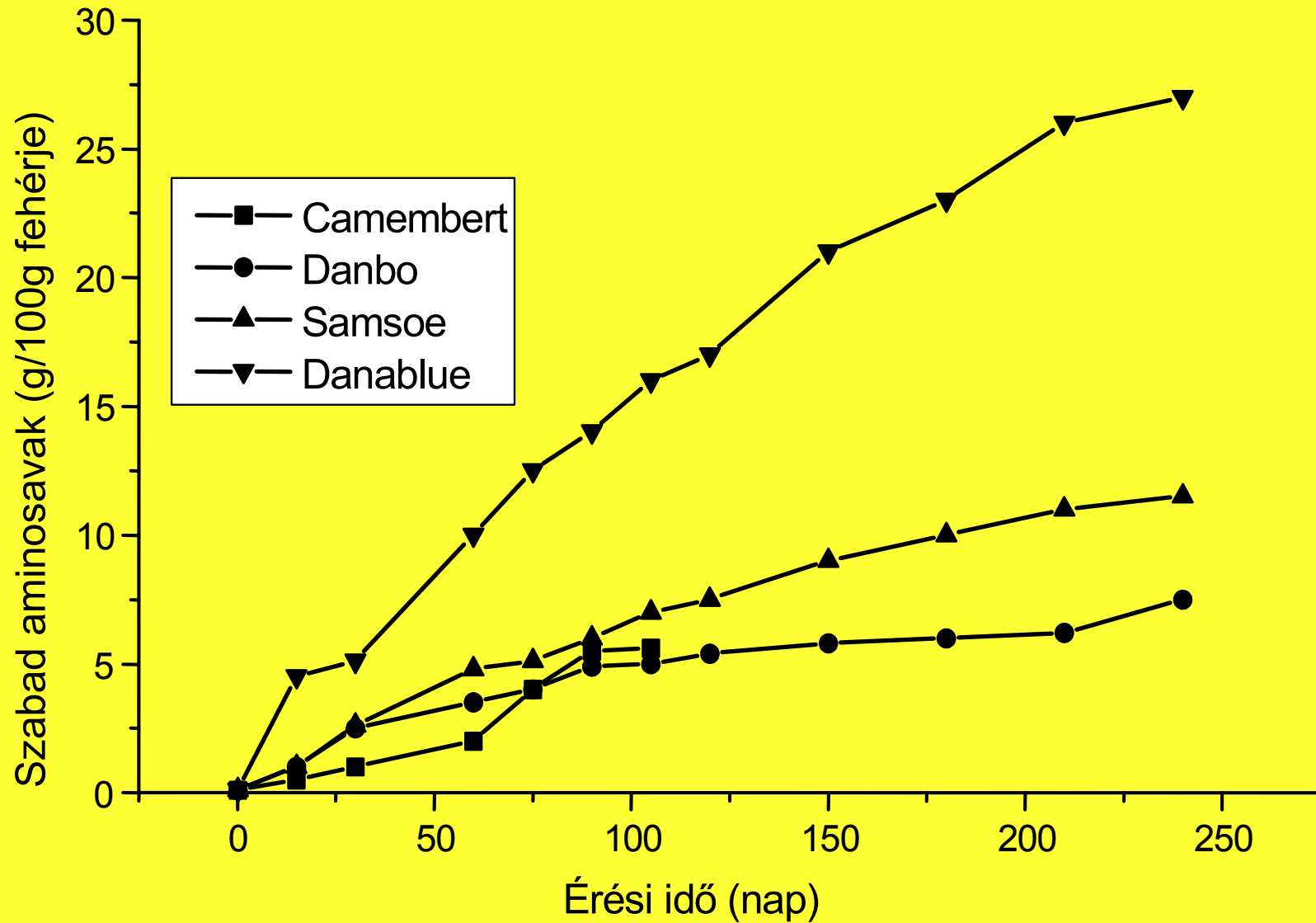
A különböző sajtok vízoldható nitrogénfrakciójának az aránya:

Parmezán és Grana sajt:	60–70%,
Ementáli és Gruyere típusú kemény sajtok:	35–40%,
Camembert sajt:	10%.

A szabad aminosavak átlagos koncentrációja a különböző sajtokban 0,6–1,1% (a kazeinben nincs: ornitin és γ -aminovajsav).

A szabad aminosavak csak kismértékben járulnak hozzá a sajt aromájának kialakításához, **de!** a háttérhatásban jelentős a szerepük.

Dán sajtok szabad aminosav-tartalmának alakulása az érés során



Ízetlenek a kis szabadaminosav-koncentrációjú sajtok.

A Cheddar sajt aromáját részben a fehérjehidrolízis termékei is okozzák.

A sajt **keserű ízét** a keserű **ízű** peptidek okozzák:

a Cheddar sajt keserű ízét a β -kazeinből származó peptidek,

az Alpin sajt keserű ízét a Leu-Trp-Arg tripeptid okozzák (érzékelhetőségi határa 60 mg/kg).

A keserű ízű leucin, fenilalanin és arginin nagy koncentrációja is hozzájárul a keserű ízhez.

Élelmezési szempontok:

A sajtok fehérjetartalma nagy biológiai értékű.

A sajtok fehérjetartalma 20 és 35% → a fehérjetartalmat a zsírtartalom jelentős mértékben befolyásolja.

100 g sajt a napi fehérjeszükséglet 30–50%-át biztosítja.

A sajtelőállítás folyamán az igen nagy biológiai értékű savófehérje a savóban marad → **a sajtfehérje biológiai értéke kissé alacsonyabb**, mint a teljes tejfehérjéé.

Maillard-reakció nem fordul elő a sajtgyártás folyamán → a **sajtfehérje lizinjének hasznosulása ugyanaz, mint a tejé.**

A sajt érlelése egyfajta **előemésztésnek** tekinthető → a fehérje emészthetősége nő.

A kis tagszámú peptidek közvetlenül hasznosulnak a sejtben.

A sajt szabad aszparaginsav- és glutaminsav-tartalma elősegíti a gyomornedv-elválasztást.

Néhány sajt zsír-, fehérje-, kalcium- és foszfortartalma

Sajt	Zsírtartalom		Fehérjetart.	Ca-tartalom	P-tartalom
	Sz. a-ban %	Abszolút %	%	g/kg	g/kg
Parmezán	40	26,0	36,5	13,0	8,8
Ementáli	45	29,0	27,9	10,8	8,6
Tilsiti	45	27,7	26,0	8,0	5,3
Cheddar	50	32,4	25,4	8,0	5,0
Edami	45	26,0	25,5	7,5	4,5
Gouda	45	29,0	25,4	8,2	4,4
Butter sajt	50	28,8	21,1	6,9	4,2
Roquefort	50	29,0	22,4	7,0	4,9
Brie	50	23,0	22,4	4,0	4,0
Camembert	45	22,3	22,0	4,0	4,0
Limburger	40	19,7	22,4	5,7	3,0
Romadur	30	15,0	23,2	5,1	3,0
Feta	40	18,8	17,8	6,5	4,0
Cottage sajt	20	4,6	14,7	0,8	1,6
Túró	40	11,8	11,8	0,7	1,5

Aminok

A szabad aminosavak dekarboxileződése → aminok.

A sajt legfontosabb aminjai: hisztamin, tiramin, triptamin, putreszcin, kadaverin és a fenil-etil-amin.

Az aminok koncentrációja függ:

- az érlelési periódustól,
- az ízanyagok kialakulásától,
- a mikrobiális tevékenységtől.

Az aminok hátrányos hatása:

a tiramin és a fenil-etil-amin növeli,
a hisztamin pedig csökkenti a vérnyomást.

Gyorsan átalakulnak aldehidekké és karbonsavakká → nem veszélyesek a fogyasztó egészségére.

De! Néhány rendkívül érzékeny embernél óvakodni kell a sajt és a magas tiramintartalmú élelmiszer fogyasztásától.

Néhány sajt tiramin- és hisztamintartalma

Sajt	Tiramintartalom $\mu\text{g/g}$	Hisztamintartalom $\mu\text{g/g}$
Cheddar	910	110
Ementáli	190	100
Roquefort sajt	440	400
Edami, Gouda	210	35
Camembert	140	30
Cottage sajt	5	5

Ásványi anyagok és nyomelemek

100 g lágy sajt a szervezet napi kalciumszükségletének 30–40%-át, foszforszükségletének 12–20%-át biztosítja.

100 g keménysajt a napi kalciumadagot teljesen, a foszforszükségletet pedig 40–50%-ban fedezi.

A sajt zsírtartalma az ásványianyag-tartalmat is jelentős mértékben befolyásolja: a **több zsír kevesebb ásványianyag-tartalommal** jár együtt.

A különböző sajtok nátrium-, kálium- és magnéziumtartalmának határértékei g/kg-ban:

Nátrium: 0,3–18,5 Kálium: 0,5–3,8 Magnézium: 0,1–0,7

Az igen eltérő nátriumtartalom oka a sajtok eltérő sózása.

A különböző sajtok sótartalma (g/100 g):

Cheddar	1,7
Ementáli	0,6
Tilsiti	1,3
Camembert	1,6
Gruyere, Parmezán	2,1
Gouda, Edami, Brie	2,1
Roquefort	4,3
Feta	4,6
Friss sajtok	0,4
Juhsajt	0,8

A forró égövi országokban **a helyi sajtok 10% só**t is tartalmazhatnak.

A különböző sajtokban előforduló nyomelemek határértékei a következő (mg/kg):

Vas	0–12,0
Réz	0,2–3,6
Mangán	0,3–5,3
Molibdén	0,05–0,5
Cink	2,7–120
Nikkel	0,05–1,4
Fluor	0,1–3,0
Króm	0,05–1,6
Jód	0,05–1,0
Szelén	0,05–0,12
Bór	0,2–7,9
Kobalt	0,004–0,038

A kalcium és a foszfor mennyisége nagy a sajtokban, és a két elem aránya is optimális a szervezet számára.

A **magas réztartalom:**

- az aszkorbinsav teljes oxidációjához vezethet,
- inhibálja a propionsav fermentációját, az acetoin és a diacetil kialakulását.

Vitaminok

A zsíroldható vitamintartalom függ a zsírtartalomtól.

A tej A-vitamin-tartalmának 80–85%-a átmegy a sajtba.

A vízoldható vitaminokból:

a nikotinsav, a folsav és az aszkorbinsav 10–20%-a,

a riboflavin és a biotin 20–30%-a,

a piridoxin és a pantoténsav 25–45%-a,

a B₁₂-vitaminnak pedig 30–60%-a megy át a tejből a sajtba; a maradék a savóban marad.

A **penésszel érő sajtok több B-vitamint tartalmaznak:** a Camembert sajt nagy B₁- és B₆-vitamin-tartalmú.

A sajtok B-vitamin-tartalma az érlelés folyamán jelentősen változik
→ ezeket a vitaminokat a mikroorganizmusok **szintetizálják is, és fogyasztják is.**

A hosszú tárolási idő a B-vitamin-tartalom növekedéséhez vezethet.

A *Propionibacterium freudenreichii* használata a **kobalamin-tartalmat** növeli.

Néhány sajt vitamintartalma

Vitamin	Vitaminkoncentráció (mg/kg)							Túró
	Ementáli	Cheddar	Edami	Roquefort	Camembert	Cottage		
A-vitamin	3,3	3,6	2,5	3,6	3,0	0,4	0–1	
Tiamin	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	
Riboflavin	3,5	4,7	3,5	2,9	5,8	2,9	2,8	
Piridoxin	0,9	0,7	0,6	–	2,0	0,25	–	
Kobalamin	0,02	0,01	0,02	0,02	–	0,02	0,02	
Nikotinsav	1,0	1,0	1,0	1,0	12	1,0	1,0	
Folsav	0,2	0,15	–	0,4	–	0,3	–	
Tokoferol	3	10	–	6	3	2,4	–	

A sajtok külső fehér penészrétege (Camembert) **ergoszterolt is tartalmaz** → a D₂-vitamin prekursora.

A **sajt C-vitamin-tartalma** teljesen **elbomlik** az érés során.

Szerves savak

A különböző sajtok átlagos tejsavtartalma:

Parmezán	0,7%
Cheddar	1,3%
Tilsiti	1,0%
Quarg	0,7%
Roquefort	0,6%,
Ementáli	0,4%
Juhsajt	0,3%
Camembert	0,2%

Az N-acetil-neuraminsav koncentrációja nem változik az érlelés folyamán.

A citromsav 90%-a a savóban marad a sajtkészítés folyamán.

A **nukleotidok** a sajt érése folyamán újraképződnek → mennyiségük **indikátora a sajt érettségi fokának.**

A különböző sajtok benzoésav-tartalma (mg/kg)

Skandináv savósajt	25–64
Cheddar	35
Cottage sajt	9–18
Camembert, Gouda, Edámi, Herrgard sajt	6–11

A Roquefort csak nyomokban tartalmaz benzoésavat.

Néhány sajt speciális íz- és aromaanyaga

Roquefort jellegű sajtok: a penészek által termelt metil-
ketonok,

Camembert: kéntartalmú anyagok, α -ketosavak,

Ementáli: pirazinok,

Alpin sajt: szeszkviterpének,

Parmezán: acetyl-metil-karbinol, etil-észter.

Mikrobiológiai szempontok

A sajttej pasztörözött → esély a megfertőződésre a sajt fogyasztás során = 0.

Az Ementáli sajtot **nyers tejből is készítik**, de a túró hőkezelt → csökkenti a virulens mikroorganizmusok számát.

A hőkezélést túlélő mikroorganizmusok **elpusztulnak az érlelés folyamán.**

Manapság a sajt abszolút biztonsággal fogyasztható.

A **penészek** (Penicillium-tenyészetek) **vajon termelnek-e mikotoxinokat** az előállítás folyamán?

Korábban az aflatoxinokra gyanakodtak, ma tudjuk, hogy nem.

A Penicillium roqueforti az alábbi vegyületet szintetizálja:

Roquefortin alkaloida (0,05–6,8 mg/kg) → igen
alacsony koncentráció a toxikussághoz.

RP-toxint csak kevés *P. roqueforti* tenyészet termel → instabilak és rövid idő alatt átalakulnak ártalmatlan vegyületté.

Patulint nem termelnek, sőt a patulin a sajtban gyorsan detoxikálódik.



A sajt készítés során használt penészek ártalmatlanok az ember számára!

Nitráthozzáadás hatása a sajt minőségére

A nitrit hatása

Klostridiummal történő fertőződés olyan szilázzsal, melyben a fermentáció nem játszódott le tökéletesen → nagyszámú **klostridium endospórá**t tartalmaz.

A **kólis puffadás megelőzésére**: maximum 20 g nátrium- vagy kálium-nitrát 100 liter sajttejhez → a nitrát **nitritté** redukálódik → **megakadályozza a kóliform mikroorganizmusok szaporodását** → elkerülhető a sajtok puffadása.

A **nitrit toxikus** → a sajt ne tartalmazzon nitritet az érlelés végén.

A nitrit gyorsan elbomlik az érlelés folyamán.

Nitrittartalom:

Érett sajtok:	1	mg/kg,
Parmezán:	0,48	mg/kg,
Tilsiti:	0,27	mg/kg.

Hollandiában a nitrit megengedett maximális értéke 2 mg/kg.

A nitrátkoncentráció 50 mg/kg, átlagos érték 1–40 mg/kg.

A minimális nitráttartalmat a víz nitráttartalma okozhatja.

A vezetékes víz nitráttartalma: 30 mg/dm³ is lehet,
néhány zöldség maximális nitráttartalma: 2500 mg/kg is lehet.



A sajt nitráttartalma rendkívül kicsi.

A megemésztett nitrit és nitrát gyorsan kiürül a vizelettel és a bélsárral.

A nitrát és **nitritfogyasztás negatív hatással van:**

- a reprodukcióra,
- az A-vitamin hasznosulására és
- a pajzsmirigy működésére.

WHO ajánlása: 5 mg nitrát és 0,2 mg nitrit testtömeg-kilogrammonként még elfogadható felnőtt embereknél.

A csecsemők különösen érzékenyek a táplálék nitráttartalmára → **methaemoglobinaemiát** okoz → a mérgező anyag forrása a bébitápszer előállításához felhasznált víz igen magas nitráttartalma.

A tejsavópor nitráttartalma 5–100 mg/kg között változik.

A sajt nitrittartalmából **nitrózaminok is keletkezhetnek** → néhány országban megtiltották a nitrát használatát a sajt készítés során.

Nitrózaminok

A **másodrendű aminok és nitritek reakciójából keletkeznek.**

Erősen **karcinogének.**

A hisztamin és a tiramin nem képeznek a nitrittel nitrózaminokat.

A nitrózaminok csak elenyésző koncentrációban mutathatók ki a sajtokból:

Néha 1–5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ot,
többször: max. 0,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ot,
legtöbbször: 0,01 $\mu\text{g}/\text{kg}$ koncentráció alatt.

Meg lehet előzni a nitrózaminok keletkezését **aszcorbinsav hozzáadásával.**

Mi az ember számára elviselhető koncentráció?

5–10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ élelmiszer körülire tehető.

Nagy-Britanniában a napi átlagos nitrózaminfogasztás 1 μg , melyhez a sajt mintegy 4%-ban járul hozzá.

A csomagolóanyag hatása

Követelmény:

átjárhatatlanság,
nem szabad toxikusnak lenni,
szag- vagy ízanyagokat produkálni.

Interakció léphet fel az anyagok és a zsírtartalmú élelmiszer között → a zsír kioldhatja a stabilizátorokat, emulgeátorokat, antioxidánsokat, monomereket.

A polietilén és a polisztirol megfelelnek a követelményeknek.

A sajtok tartósítása

Szorbinsav

A kemény és félkemény sajtok felületének kezelésére használják
→ **megvéd a gombáktól és penészekről.**

Ha a szorbátkoncentráció 200–400 mg/kg → nem szaporodik a mikotoxinokat termelő *Aspergillus versicolor*.

A szorbinsav fungicid hatása jobb, mint a benzooesavé.

Használják a csak rövid ideig tárolható Quarg (túrósajt) konzerválására (0,05–0,07%).

A vaj 0,1% szorbinsavtartalma megakadályozza a penészek és a kóliform mikroorganizmusok elszaporodását.

A szorbinsav, szerkezetéből kifolyólag **abszolút veszélytelen** a szervezet számára → a szervezet kapronsavnak tekinti.

Natamicin

A *Streptomyces natalensis* által termelt **antibiotikum**.

Meggátolja a penészek és élesztők szaporodását.

Nizin

A nizin **antibiotikum egy polipeptid**, a *Streptococcus lactis* termeli.

Hatásos az anaerob spórák klosztridiumokkal szemben.

A nizintartalom nem veszélyes az egészségre → az emésztőenzimek aminosavakra bontják → nincs hatással a bélflóra tevékenységére.

Friss sajt (quarg, túró)

A tejet erőteljes hőkezelésnek vetik alá (95 °C, 10 perc) → komplex képződik a savófehérje és a kazein között → **savanyítás után a savófehérje nagy része a kazeinnel együtt kicsapódik és átmegy a quarg-ba.**



Nagyobb koncentrációban tartalmazza az esszenciális aminosavakat.

Ömlesztett sajtok

A kazeint az emulgeáló sók hidratálják és peptizálják → a **vízoldható fehérje mennyisége jelentősen megnő.**

Az emulgeáló só mennyisége limitált:

foszfát 3%, a citrát és laktát 4%, (polifoszfát: 2–3%).

Az ömlesztett sajt ugyanazokat a tápanyagokat tartalmazza, mint a kiindulási sajt.

A normál sajtok foszfortartalma 0,4–2,7%, az ömlesztetteké 0,8–2,7% között.

Szabadaminosav-tartalma és a fehérje in vitro emészthetősége nő a technológiai beavatkozással.

A polifoszfátoknak semmiféle élettani hatásuk sincs → gyorsan lebomlanak monofoszfáttá.

Nem okoz problémát ha: az ömlesztett sajtból történő foszforfelvétel nem haladja meg a napi 1,2 g-ot.

Az ömlesztett sajt egy igen értékes élelmiszer. Az egyéb emulgeáló anyagok (citromsav és sói) normál metabolikus anyagai az emberi testnek.

A SAVÓ

A savó összetétele

A fehérje 25%-a a savót gazdagítja.

Gazdag fehérjében, laktózban, ásványi anyagokban és vitaminokban. Különbség van az édes és a savanyú savó összetételében.

A savó átlagos fehérjetartalma 0,65%, citromsavtartalma 0,14%, orotsav-tartalma pedig 60–150 mg/100 cm³.

A savófehérje **emészthetősége** 94–100%.

Az **éves savótermelés** 80 millió tonna → 500.000 tonna igen magas biológiai értékű fehérje.

A csecsemőtápszerek	25–40%,
levesporok	50–70%,
sütőipari termékek és desszertek	3–10%

savóport tartalmazhatnak.

Egyéb termékek, melyekhez savóport használhatnak: kenyér, tésztafélék, jégkrém és ömlesztett sajt.

A savó és a savópor átlagos összetétele

Komponens	Mértékegység	1 liter savóban*	1 kg savóporban*
		lévő mennyiség	
Szárazanyag	g	61	
Nedvesség	g		44
Tejcukor	g	48/42	740/660
Fehérje	g	8	125
Zsír	g	2	10
Ásványi anyagok	g	5/7	80/105
Tejsav	g	1/5	2/42
Ca	g	0,5/1,0	7/20
P	g	0,5	8
K	g	1,4	20
Na	g	0,45	9
Cl	g	1,0	16
Mg	g	0,04/0,08	1/2
Zn	mg	0,3/2,3	10/60
Fe	mg	0,9	
Cu	mg	0,2	3
Mn	µg	6/26	120/470

*Az első érték az édes, a második a savanyú savóra vonatkozik.

A savó és a savópor átlagos összetétele

Komponens		1 liter savóban*	1 kg savóporban*
	Mértékegység	lévő mennyiség	
Tiamin	mg	0,4	5
Riboflavin	mg	1,4	25
Piridoxin	mg	0,5	
Kobalamin	µg	1,5	25
Nikotinsav	mg	2	8
Folsav	µg	50	220
Pantoténsav	mg	115	
Aszkorbinsav	mg	9	45
pH		6,0/4,5	

* Az első érték az édes, a második a savanyú savóra vonatkozik.

Tejfehérjéből előállított termékek

A savófehérje koncentrációja: hővel koagulálódott, ultraszűréssel, gélfiltrálással előállított savófehérje.

Co-precipitátum: a kazein és a savófehérje együtt csapódik ki
→ fehérjéje nagyobb biológiai értékű, gazdagabb kén tartalmú aminosavakban.

A precipitátumokat felhasználják:

a joghurt, a kefir és más kultúrával készített tejtermékek, az ömlesztett sajt, alacsony zsírtartalmú kenhető tejtermékek, tejjel készült édes tészták, tejeskávés, kenyér, péksütemények, húskészítmények, desszertek, sütemények, levesek, mártások, pudingok, jégkrém és diétás élelmiszerek előállításánál.

Néhány tejfehérje-készítmény átlagos összetétele

Komponens	Összetétel (%)			
	Kazeinát	Precipitátum	Savófehérje-koncentrátum alacsony fehérjetartalommal	magas fehérjetartalommal
Nedvesség	4,5	6,0	4	4
Fehérje	90	82,5	40	70
Tejcukor	0,3	0,8	46	18
Zsír	1,2	1,2	4	5
Hamu	4,1	9,5	5	4
Na	0,1	2,2	0,4	0,3
K	0,1	0,1	1,2	1,0
Ca	0,1	2,0	0,7	0,5
P			0,4	0,3

A **hővel kicsapott savófehérje** 88% fehérjét, 4,5% zsírt, 0,2% laktózt, 4% hamut és 3% nedvességet tartalmaz.

Az **ultraszűrés** a nagy molekulatömegű fehérjéket elválasztja a tej és a savó kis molekulatömegű komponenseitől (víz, a tejcukor és az ásványi anyagok).

A **koncentrátum** fehérjetartalma szárazanyagra számolva 12–70%, laktóztartalma 70-ről 20%-ra, ásványianyag-tartalma 10-ről 4%-ra csökken.

Diafiltrálással a szárazanyag fehérjetartalma 88%-ig növelhető.

Az ultrafiltrálással kapott savófehérje-koncentrátum B-vitamin-tartalma (mg/kg)

B ₁ -vitamin	3,8	Nikotinsav	12
B ₂ -vitamin	31	Pantoténsav	46
B ₆ -vitamin	3,3	Folsav	5,9
B ₁₂ -vitamin	0,2	Biotin	0,4

A savófehérje-koncentrátum **esszenciális aminosav-tartalma** minden esszenciális aminosav tekintetében nagyobb, mint a FAO által meghatározott referencia fehérjéé.

A nagy fehérje és alacsony zsírtartalom → alkalmas magas fehérjetartalmú termékek előállítására.

Javasolják:

fogyókúra élelmiszerekbe,
hiperlipoproteinémiában,
máj- és epehólyag-betegségben,
cukorbetegségben szenvedőknek.
csecsemőtápszerekbe,
sportembereknek,
gyermek és idősebbek élelmiszereibe.

Az ultraszűrés után visszamaradó melléktermék, a **szűrlet (permeát)**: laktózt, ásványi- és NPN-anyagokat tartalmaz.

Felhasználható:

állatokkal történő feletetésre,
alkoholtartalmú üdítőitalok előállítására,
a laktóz hidrolízisét követő szirup előállításra:
jégkrémek, cukrászsütemények és csökkentett
energiatartalmú édességek előállítására.

A szirup összetétele: 72% szárazanyagban 12% laktóz, 27%
glükóz, 22% galaktóz, 3% fehérje és 6% hamu.

Sajtkészítés savókeletkezés nélkül

A sajttej koncentrációja ultraszűréssel:

savó nem keletkezik a sajtkészítés folyamán,
a savófehérje teljes egészében átmegy a sajtba,
a sajttermelés 15–25%-kal nő,
nő a sajtfehérje biológiai értéke,
a savófehérje a sajt összes fehérjetartalmának 15%-át is
elérheti.

A **savófehérjék ellenállóbbak** az enzimes fehérjehidrolízissel szemben → kisebb koncentrációban tartalmazzák az oldható fehérjekomponenseket és a szabad aminosavakat.

Az ultraszűrési technológiát sikeresen alkalmazták:

túró, Cottage sajt, Feta sajt, Mozzarella, Ricotta, Roquefort, lágy sajtok, félkemény sajtok, a Cheddar sajt és a Camembert sajt előállítására.

Az **alacsony zsírtartalmú tej fehérjetartalmát** 1–2%-kal is **növelni lehet** ko-precipitátum vagy savófehérje-koncentrátum adagolásával.

Ultrafiltrálással a tehéntej összetétele hasonlóvá tehető a kancatejéhez → **kumis** készítés.

A SŰRÍTETT TEJ ÉS A TEJPOR

Sűrített tej

Alkotórészek

A sűrített tej a víz eltávolításával készül → a tej szárazanyag-tartalma két-háromszorosára nő.

A relatíve alacsony (55–65 °C) hőmérséklet (vákuumban) nem okoz lényeges változást a tej összetételében.

Nagyobb változások a sűrítést követő sterilizálás alatt (115–120 °C-on 20 perc, 135–150 °C-on pár másodperc).

Manapság: már hőkezelés nélkül, az ún. **fordított ozmózissal** is be lehet sűríteni a tejet → követi a hőkezelés a termék tartósítása miatt.

A sűrített tejben:

a **savófehérje** majdnem teljesen **denaturálódik**,

a kazein koagulációja csak igen ritkán fordul elő,

a **lizinveszteség** elérheti a 20%-ot,

a koncentrált, sűrített tejben a Maillard-reakció terméke, a

hidroxi-metil-furfurol (HMF), nagy koncentrációban fordul elő (szélsőértékek 30 és 100 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$),

negatív összefüggés a HMF-tartalom és a hasznosítható lizintartalom között,

a **vitamintartalom-veszteség jelentős**,

cukrozott sűrített tejben a vitaminveszteség kisebb (javasolják a sűrített tej aszkorbinsavval történő kiegészítését),

a sűrített tej **sterilizálása** jelentős mértékben **megnöveli a szabad SH-csoportok mennyiségét.**

A sűrített tej átlagos összetétele

Komponens	Mértékegység	1 kg-ban lévő mennyiség	
		sűrített tej*	édesített sűrített tej*
Fehérje	g	68/88	82
Zsír	g	77/100	88
Szénhidrát	g	99/125	550
Ásványi anyagok	g	16	18
Ca	g	2,5/3,1	2,8
P	g	2,0/2,5	2,4
Na	g	1,1/1,3	1,2
K	g	3,1/4,2	3,7
Mg	g	0,28/0,35	0,30
Fe	mg	1,5	1,2
Cu	mg	0,4	0,4
Zn	mg	8,5	
Mn	µg	10	10
F	mg	0,4/0,5	
Se	mg	0,2	
I	mg	0,25	0,25

*Az első érték a 7,5% zsírtartalmú, a második érték a 10% zsírtartalmú sűrített tejre vonatkozik.

A sűrített tej átlagos összetétele

Komponens		1 kg-ban lévő mennyiség	
Mértékegység		sűrített tej*	édesített sűrített tej*
A-vitamin	mg	0,7/1,0	0,9
Tiamin	mg	0,6/0,8	0,8
Riboflavin	mg	3,7/4,7	4,0
Piridoxin	mg	0,5	0,5
Nikotinsav	mg	2,0	2,0
Pantoténsav	mg	7,5	8
Biotin	µg	10	10
Kobalamin	µg	1,5	6
Folsav	mg	0,07	0,1
Aszkorbinsav	mg	15	20
D-vitamin	µg	1	1
Tokoferol	mg	2,5	3

*Az első érték a 7,5% zsírtartalmú, a második érték a 10% zsírtartalmú sűrített tejjel vonatkozik.

Változások az összetételben a tárolás folyamán

A sűrített tej 10 °C-on kb. hat évig eltartható.

Stabilizátorok: polifoszfátok, nátrium-citrát és nátrium-hidrogén-karbonát.

Az összetétel változást a tárolás folyamán jelentős mértékben **befolyásolja a hőmérséklet.**

Hideg körülmények között a vitaminveszteség elhanyagolható,

20 °C-os tárolási hőmérsékleten a tej íze romlik,
nő a szabad zsírsavak mennyisége,
a metil-keetonok és hidroximetil-furforol koncentrációja.

Tejpor

Alkotórészek

A tejet a szárítás előtt 45% szárazanyagig koncentrálnak vákuumban → sterilizálás nem szükséges.

A tejpor átlagos összetétele

Komponens	Mértékegység	1 kg-ban lévő mennyiség	
		teljes tejpor	fölözött tejpor
Nedvesség	g	33	38
Fehérje	g	255	355
Zsír	g	265	9
Tejcukor	g	380	515
Ásványi anyagok	g	62	79
Ca	g	9	13
P	g	7	10
Na	g	3,7	5
K	g	12	16
Mg	g	1,0	1,2
Fe	mg	4,8	5,8
Cu	mg	1,8	1,8
Se	mg	0,09	0,14
Mo	mg	0,24	0,27
F	mg	0,6	
Co	µg	12	12

A tejpor átlagos összetétele

Komponens	1 kg-ban lévő mennyiség			
	Mértékegység	teljes tejpor	fölözött tejpor	
A-vitamin	mg	3,3		0,2
D-vitamin	µg	30		0,3
Tiamin	mg	2,9		3,5
Riboflavin	mg	14		19
Nikotinsav	mg	7		10
Pantoténsav	mg	26		34
Piridoxin	mg	3,6		4,3
Biotin	mg	0,12		0,17
Folsav	mg	0,09		0,12
Kobalamin	µg	27		31
Aszkorbinsav	mg	60		70

A porlasztva szárítás:

alacsonyabb hőmérsékleten történik, 0,5–1,0 másodpercig éri 80–100 °C-os hőhatás a tejet, a porlasztásnál a tej 50 µm-es cseppecskék formájában kerül kapcsolatba a forró levegővel → **igen rövid ideig tartó szárítás**, kisebb denaturációt okoz, csak **gyenge barnulás** fordul elő, HMF-tartalom 7 µg/100 g, a lizinveszteség maximum 5%, a hasznosítható lizintartalom 90–97%.

A hengerszáritás:

hőhatás: 2–3 másodperc, 100–130 °C, a **savófehérje** jelentős része **kicsapódik**, a HMF-tartalma kissé nagyobb átlagosan 12 µg/100 g,

(régebbi típusú hengerszárítóknál elérheti az 50 µg/100 g-ot),
a lizinveszteség elérheti a 10–15%-ot,
a **hasznosítható lizintartalom csak 60–95%**.

Mindkét eljárásnál: veszteségek a cisztin-, a metionin-, a treonin-
és a leucintartalomban.

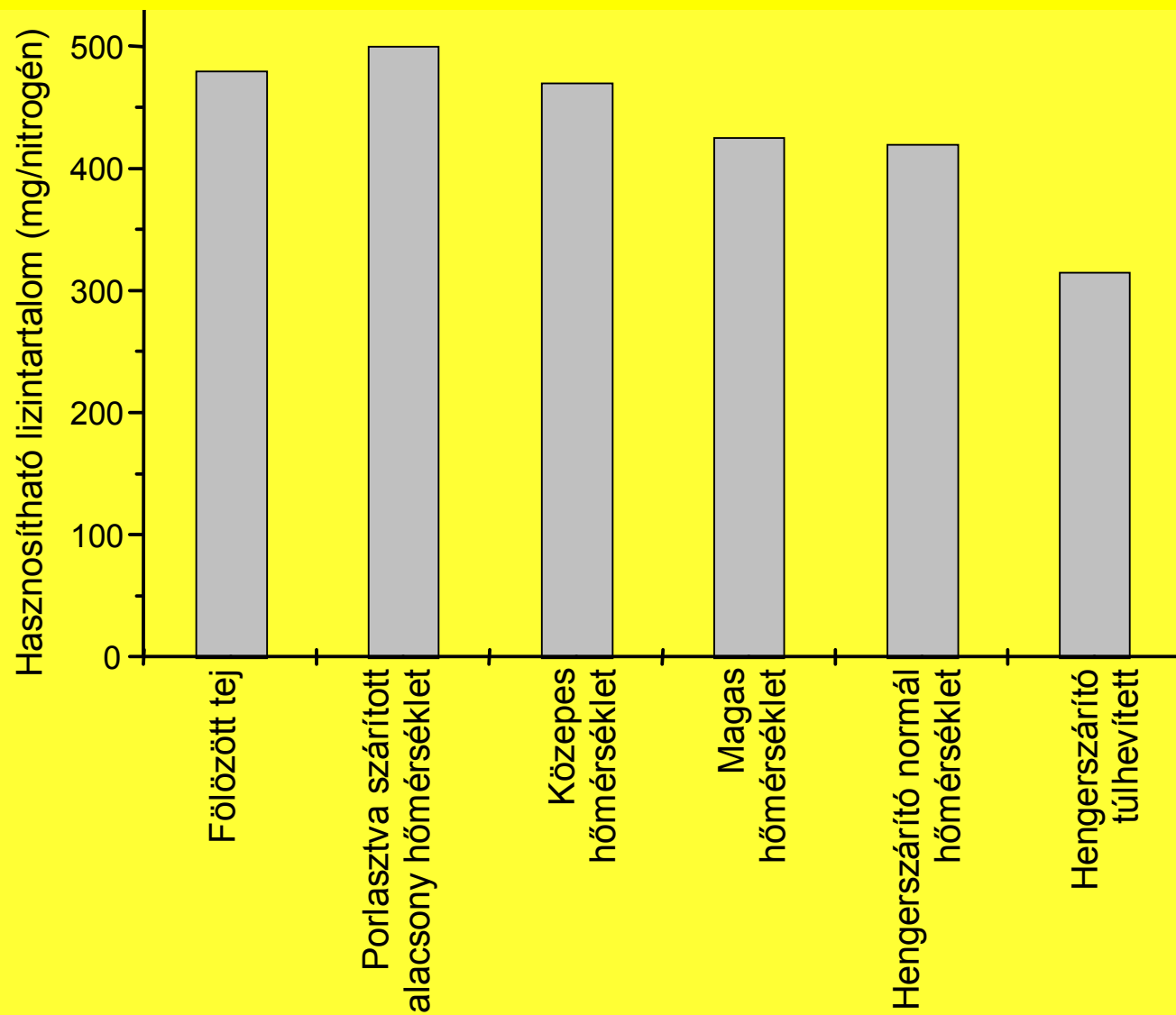
A tejpor minősítése: a hőkezelés hatására **ki nem csapódott savófehérje nitrogén** alapján:

alacsony hőbehatás: 6 mg N/g,

közepes hőhatás: 1,51–5,99 mg N/g,

erőteljes hőbehatás: maximum 1,50 mg N/g tejpor.

A tejporok hasznosítható lizintartalmának változása a tejporkészítési technológia függvényében



A tej szárítása során bekövetkező vitaminveszteség

Vitamin	Vitaminveszteség (%)	
	porlasztva szárítva	hengersizárítóval
Tiamin	10	15–30
Kobalamin	20–30	30–40
Aszkorbinsav	20	30–40

A hőkezelés → fehérjekárosodás → nő a ninhidrin-pozitív anyagok koncentrációja (a kazein és a glükóz, vagy a kazein és a laktóz reakciójából jönnek létre: furozin, fruktózlizin).

A furozin-meghatározást ezért a tejpor hőkárosodásának mérésére javasolják.

A tejporban a fruktózlizin a legfontosabb reakcióterméke a lizinnek.

A laktóz hidrolízisét követő tejporelőállítás:

a hasznosítható lizintartalma jelentős mértékben csökken, a Maillard-reakció jelentős mértékben felgyorsul → a HMF-tartalom nő, a lizintartalom csökken.

A **sovány tejpornál** A-, D-vitamin és tokoferol kiegészítést javasolnak.

Hengerszáritón készített tejpor fogyasztás → szövetelhalás patkányok májában. **Nem mérgező anyag következménye, hanem néhány esszenciális anyag hiánya** → a száritás folyamán mennek tönkre.

A májban szövetelhalást okoz a **kéntartalmú aminosavak hiánya.**

A tejpor szeléntartalmának 50%-a elillan a szárítás folyamán → hozzájárul a máj nefrotikus elváltozásához.

Orvoslás: **szelénkiegészítés.**

Manapság a **tejporkészítési technológia során elképzeltetlen nefrotikus anyagok képződése.**

Változások a tárolás folyamán

A tejpor alacsony nedvességtartalma lehetetlenné teszi a mikroorganizmusok elszaporodását a tárolás folyamán.

A tejporkészítéshez használt tejnek a patogén mikroorganizmusoktól mentesnek kell lenni, mert → a porlasztva **szárítás során a mikroorganizmusok nem pusztulnak el teljes mennyiségben.**

A teljes tejport magas zsírtartalma **fogékonyá teszi az oxidációra** → rossz ízű és illatú termékek keletkeznek (laktonok, aldehidek, ketonok) → koncentrációjuk nő a tárolás folyamán.

A nitrogénatmoszférában történő tárolás csökkenti az ízromlást.

A tejfehérje minősége csak kismértékben változik a megfelelő tárolás során.

A Maillard-reakció **optimális tárolási körülmények között is bekövetkezik** hosszabb tárolás alatt → a folyamatot követni lehet a tejpor HMF-tartalmának mérésével.

A vitaminveszteség a tárolás alatt alacsony → függ a csomagoló anyag oxigén-, fény- és vízáteresztő képességétől.