

Tej és tejtermékek

The background of the slide is a light beige color. In the bottom right corner, there are several decorative, wavy, light-colored lines that create a sense of movement and depth.

A tej és tejtermékek szerepe az emberi táplálkozásban

A tej legfontosabb tulajdonságai

- Minden fontos tápanyagot tartalmaz.
- Gabonaféléket képes jól kiegyensúlyozni.
- Tejfogyasztásbeli különbségek – hagyomány.
- Kiváló hatású a fejlődő szervezetre.
- Tejfogyasztás \longleftrightarrow egyes betegségek.

negatív korreláció

A tej és tejösszetevők táplálkozási értéke

A tejszír

A tejszír mint energiahordozó

- A tehéntej zsírtartalma: 2–8%.
- A fogyasztói tej zsírtartalma: 0,1–2,8–3,0–3,8%.

Ideális táplálék energiatartalma:

15% fehérjéből, 25–30% zsírból,

50–60% szénhidrátból.

zsír–fehérje energiaarány (opt.): 1,6:1

Ma: fehérje 10%, zsír 40%, szénhidrát 50%.

A tej és tejtermékek részesedése a szervezet energiaellátásából:

USA, Németország: 10%

Nagy-Britannia: 20%

Magyarország: > 10%

A tej zsírból eredő energiatartalma a zsírtartalom függvényében:

3,5% = 45%,

1,5% = 30%,

fölözött = 3%.

1 g fehérjebepülés energiaszükséglete 0,1 MJ (24 kcal).

A tejsír fizikai és kémiai tulajdonságai

A zsírgolyócska felépítése:

1,5–4,6 x 10⁹ db/cm³

Átmérő: 2000–6000 nm

Felület: 1000 cm²/cm³; 100 m²/dm³

A tej lipidjei

95,0–98,7% = zsírgolyócskán belül

0,40–2,17% = zsírgolyócska membránban

0,80–3,35% = szérumban

digliceridek = 1,2-forma; monogliceridek = 2-monoglicerid

szabad zsírsavak: 2–6 mg/kg tej

A tejzsír zsírsav-összetétele

Fő zsírsavak: 1%-nál nagyobb koncentráció (15 db).

Kis mennyiségben előforduló zsírsavak: 1%-nál kisebb koncentráció (kb. 200 db).

Rövid szénláncú zsírsavak: C_{4-8}

Közepes szénláncú zsírsavak: C_{8-14}

Hosszú szénláncú zsírsavak: C_{14} →

Jelölés:

C_{18} = telített zsírsav

$C_{18:1}$ → $C_{18:3}$ = telítetlen zsírsav

C_{18br} , C_{20br4} = elágazó láncú zsírsavak

C_{17c} = gyűrűs zsírsav

többszörösen telítetlen,
páratlan szénatomszámú,
elágazó láncú,
gyűrűs láncú,

kis, igen kis
koncentrációban.

De! rövid szénláncú zsírsavak = relatíve nagy koncentráció.

**Hidroxisavak → hidrox-trigliceridek → laktonok →
zamatanyagok (70–120 mg/kg tej).**

Elágazó szénláncú zsírsavak:

2–4%-a az összes zsírsavnak.

Elágazó és páratlan C-atomszámú zsírsavak:

bendőlakó mikroorganizmusok.

Kolosztrum:

sok rövid és C₁₈-as zsírsav, kevés közepes C-atomszámú zsírsav.

Laktáció folyamán:

rövid és közepes C-láncú csökken (linolénsav), sztearinsav, olajsav, linolsav nő.

A takarmányozás hatása a tejzsír zsírsav-összetételére

Telítetlen zsírsavak bendőben hidrogéneződnek.

De! Kazeinnel burkolt olajkapszula.

Nagy növényi olajtartalom → több telítetlen zsírsav.

Takarmányozás → minimális hatás.

Évszak hatása → csak takarmányozáson keresztül.

Kapcsolat a zsírmennyiség és a minőség között

Cisz- és transz zsírsavak a tejzsírban és a margarinban.

Növények $\xrightarrow{\text{Bendő, katalitikus hidrogénezés}}$ Transz zsírsavak (is)
csak cisz izomer

$C_{18:2}$ {
cisz–cisz = uralkodó
cisz–transz = ritka
transz–transz = nem fordul elő

A tej lipidjei

Lipid (g/100 g zsír)	Tehéntej	Anyatej	Elhelyezkedés
Trigliceridek	96–99	98	zsírgolyó
Digliceridek	0,3–1,6	0,7	zsírgolyó
Monogliceridek	0,002–0,1	nyomokban	zsírgolyó
Foszfolipidek	0,2–1,0	0,26	zsírgolyómembrán és tejszérum
Cerebrozidok	0,01–0,07		zsírgolyómembrán
Szterinek	0,2–0,4	0,25	zsírgolyómembrán, és tejszérum
Szabad zsírsavak	0,1–0,4	0,4	zsírgolyó és tejszérum
Szénhidrátok	nyomokban		zsírgolyómembrán
Zsíroldható vitaminok (mg/kg zsír)			
Karotinoidok	6–10	1–20	
A-vitamin	6–20	5–50	
D-vitamin	nyomokban	nyomokban	
K-vitamin	1	15	

A tejsír főbb zsírsavai

Zsírsav		Átlag (%)	Szélsőértékek (%)
Vajsav	C4	3,6	2,5–6,2
Kaprónsav	C6	2,3	1,4–3,8
Kaprilsav	C8	1,3	0,5–1,9
Kaprinsav	C10	2,7	1,9–4,0
Laurinsav	C12	3,3	1,9–4,7
Mirisztinsav	C14	10,7	7,8–14,0
Mirisztolajsav	C14:1	1,4	0,3–2,6
Pentadekánsav	C15	1,2	0,4–2,3
Palmitinsav	C16	27,6	22,0–41,9
Palmitolajsav	C16:1	2,6	0,9–4,6
Margarinsav	C17	0,9	0,4–1,6
Sztearinsav	C18	10,1	6,2–13,6
Olajsav	C18:1	26,0	19,7–34,0
Linolsav	C18:2	2,5	0,8–5,2
Linolénsav	C18:3	1,4	0,3–2,9

A tejzsír telített minor és páratlan szénatomszámú zsírsavai

Zsírsav

Mennyiség a tejzsírban (%)

Ecetsav	C2	ny.–0,09
Arachidinsav	C20	0,06–1,20
Behénsav	C22	0,01–0,19
Lignocerinsav	C24	0,02–0,35
Cerotinsav	C26	ny.–0,07
Montaninsav	C28	ny.
Valeriánsav	C5	ny.–0,06
Heptanoilsav	C7	ny.–0,06
Pelargonsav	C9	ny.–0,07
Undekanoilsav	C11	ny.–0,20
Tridekanoilsav	C13	0,02–0,28
Nonadekanoilsav	C19	0,01–0,27
Heneikozanoilsav	C21	ny.–0,06
Trikozanoilsav	C23	ny.–0,17
Pentakozanoilsav	C25	ny.–0,02
Heptakozanoilsav	C27	ny.

A tejsír egyszeresen és többszörösen telítetlenzsírsav-tartalma

Zsírsav

Mennyiség a tejsírban (%)

Kaproleinsav	C10:1	0,08–0,50
Dodekanoilsav	C12:1	0,01–0,28
Tridecenoilsav	C13:1	0,01–0,20
Pentadecenoilsav	C15:1	0,01–0,23
Heptadecenoilsav	C17:1	0,14–0,73
Nonadecenoilsav	C19:1	0,02–0,12
Gadoleinsav	C20:1	0,10–0,41
Heneikozenoilsav	C21:1	ny.–0,02
Erukasav	C22:1	ny.–0,03
Trikozenoilsav	C23:1	ny.–0,03
Szelakoleiksav	C24:1	ny.–0,10
Pentakozenoilsav	C25:1	ny.
Hexakozenoilsav	C26:1	ny.

(A táblázat folytatása)

Zsírsav

Mennyiség a tejzsírban (%)

Tetradekadiénsav	C14:2	0,04
Hexadekadiénsav	C16:2	0,02
Oktadekatetraénsav	C18:4	0,10
Eikozadiénsav	C20:2	0,05–0,12
Eikozatriénsav	C20:3	0,03–0,17
Arachidonsav	C20:4	0,07–0,40
Eikozapentaénsav	C20:5	0,01–0,07
Dokozadiénsav	C22:2	0,01
Dokozatriénsav	C22:3	0,02–0,03
Dokozatetraénsav	C22:4	0,02–0,12
Dokozapentaénsav	C22:5	0,02–0,06
Tetrakozadiénsav	C24:2	ny.–0,02
Hexakozadiénsav	C26:2	ny.

(ny.: nyomokban)

A tejsír egyszerűen és többszörösen elágazó valamint ciklikus zsírsavai

Zsírsav		Mennyiség a tejsírban (%)
Metil-nonanoilsav	C10br	ny.
Metil-dekanoilsav	C11br	ny.
Metil-undekanoilsav	C12br	ny.–0,10
Metil-dodekanoilsav	C13br	0,03–0,31
Metil-tridekanoilsav	C14br	0,20–1,85
Metil-tetradekanoilsav	C15br	0,20–1,85
Metil-pentadekanoilsav	C16br	0,12–0,75
Metil-hexadekanoilsav	C17br	0,30–1,91
Metil-heptadekanoilsav	C18br	0,02–0,20
Metil-oktadekanoilsav	C19br	ny.–0,10
Metil-nonadekanoilsav	C20br	ny.–0,01
4,8,12-Trimetil-tridekanoilsav	C16br3	ny.–0,01
2,6,10,14-Tetrametil-pentadekanoilsav (Prisztanoilsav)	C19br4	ny.–0,03
3,7,11,15-Tetrametil-hexadekanoilsav (Fitanoilsav)	C20br4	ny.–0,10
11-Ciklohexil-undekanoilsav	C17c	ny.–0,01

(br.: elágazó; c.: ciklikus, ny.: nyomokban)

Az évszak hatása a tejzsír zsírsav-összetételére

Mennyiség a tejzsírban (%)

Zsírsavak

		Télen	Nyáron
Vajsav	C4	3,9	3,6
Kaprónsav	C6	2,5	2,1
Kaprilsav	C8	1,5	1,2
Kaprinsav	C10	3,2	2,5
Laurinsav	C12	3,9	2,9
Mirisztinsav	C14	11,7	9,7
Mirisztolajsav	C14:1	2,1	1,8
Pentadekánsav	C15	1,5	1,3
Palmitinsav	C16	30,6	24,0
Palmitolajsav	C16:1	2,2	1,8
Margarinsav	C17	1,4	0,9
Sztearinsav	C18	8,8	12,2
Olajsav	C18:1	22,2	29,5
Linolsav	C18:2	2,0	2,1
Linolénsav	C18:3	1,2	2,4

Az anyatej zsírtartalma és zsírsav-összetétele

Zsírtartalom: 3,8% (0,5–6%)

Zsír-golyócskák kisebbek mint a tehéntejben.

Rövid szénláncú zsírsavak: csak nyomokban.

Linol- és linolénsav: nagyobb, mint a tehéntejben.

Anyatejnél (!): pozitív korreláció az élelmiszer és a tejzsír C18:2 és C18:3 zsírsav-tartalma között.

Páratlan C-atomszámú zsírsav: 4,5%


Transz zsírsavak: 2–4%

C18:2 és C18:3 a szülés után közvetlenül a legnagyobb (kevés közepes C-atomszámú telített zsírsav).

A tejsír emészthetősége: hány % képes a testbe beépülni.

A tejsír emészthetősége a legjobb az összes zsír közül.

Alacsony olvadáspont ($>45\text{ °C}$) \longrightarrow jó emészthetőség (min. 95%)



A főbb zsírsavak átlagos koncentrációja az anyatejben

Zsírsavak		Átlag (%)	Szélsőértékek (%)
Vajsav – Kaprilsav	C4–C8	0,4	0,1–0,8
Kaprinsav	C10	1,4	0,5–2,4
Laurinsav	C12	5,2	2,0–10,3
Mirisztinsav	C14	7,5	3,0–15,2
Palmitinsav	C16	24,7	17,5–30,1
Palmitolajsav	C16:1	4,0	1,9–5,9
Sztearinsav	C18	7,8	5,0–12,3
Olajsav	C18:1	35,3	25,4–49,6
Linolsav	C18:2	9,4	1,0–21,6
Linolénsav	C18:3	1,0	0,2–2,5
Arachidonsav	C20:4	0,5	0,2–0,8

Élelmiszer koleszterintartalma → vér koleszterintartalma → kapcsolat az érelmeszesedéssel és a szívkoszorúér-panaszokkal (???)

Tej és tejtermékek koleszterintartalma alacsony, függ a zsírtartalomtól.

Szerepe:

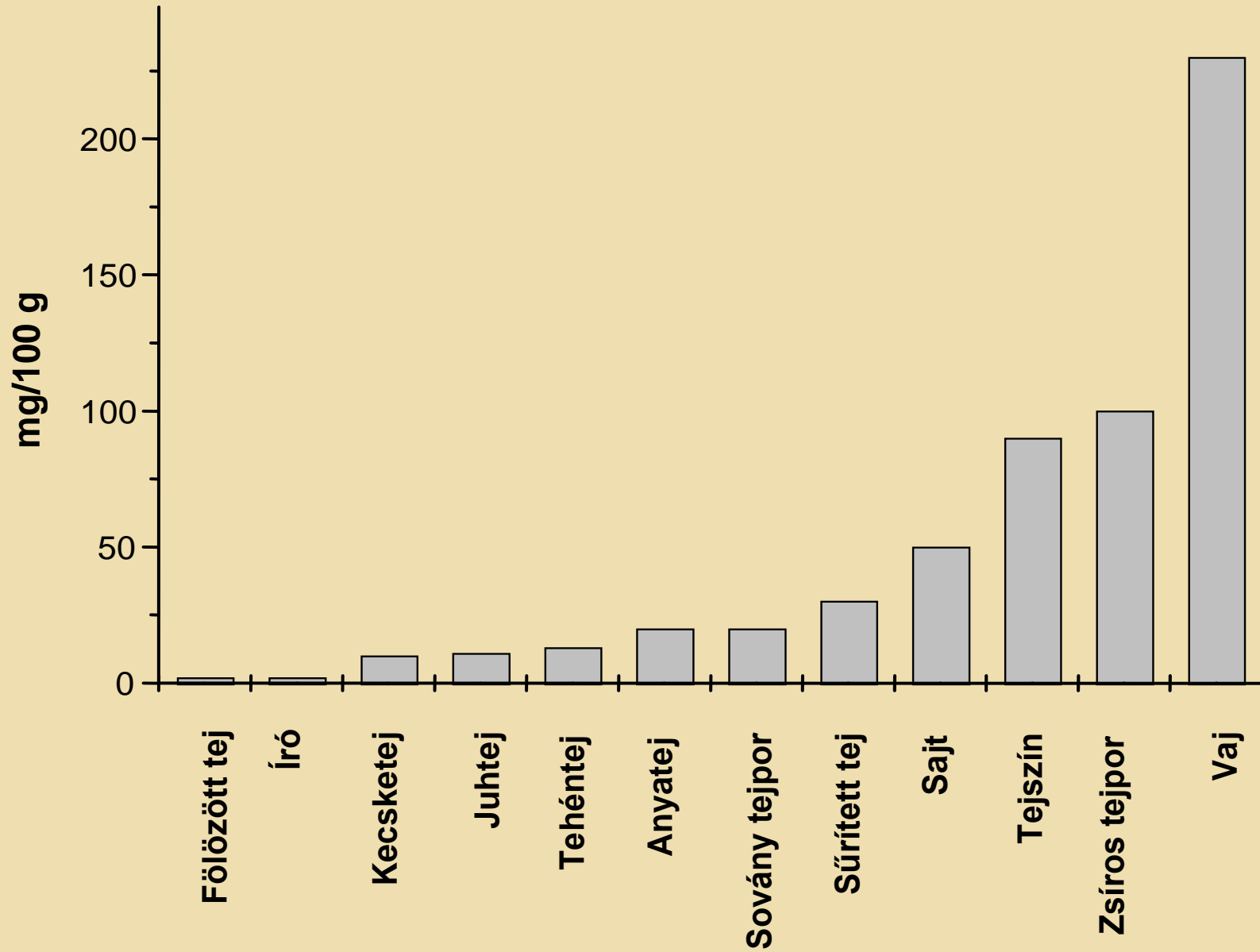
sejtmembránok kialakítása,
epesavak és szteroidhormonok,
zsírszállítás és idegszövet felépítés.

Napi 1–4 g koleszterinszintézis, élelmiszerekkel napi 460–750 mg felvétel, tejjel és tejtermékekkel napi ≈100 mg felvétel.

Nincs összefüggés a táplálék és a vér koleszterintartalma között!

Napi max. 300 mg koleszterinfelvétel korlátozás idejétmúlt.

A tej és a tejtermékek koleszterintartalma



Különböző élelmiszerek koleszterintartalma

Élelmiszer	Koleszterintartalom (mg/100 g)	Élelmiszer	Koleszterintartalom (mg/100 g)
Tehéntej	13	Vadhús	110
Fölözött tej	2	Tengeri rákok	110
Anyatej	20	Máj	280
Kecsketej	10	Vese	350
Juhtej	11	Tojás	500
Író	2	Tojássárgája	1500
Sűrített tej	30	Csukamájolaj	5000
Tejszín	90	Velő	3100
Sajt	0–100		
Vaj	230		
Sovány tejpor	20		
Zsíros tejpor	100		
Hal	30–70		
Hús	70–90		
Kolbász	80–100		

A tej foszfolipidjei

Tehéntej: 30–50, anyatej: 80 mg/100 cm³,
kolosztrum: 67–97 mg/100 cm³.

60–65%-a a zsírgolyócska membránban.

Különböző tejtermékekben eltérő koncentrációban fordul elő.

A tej és néhány tejtermék foszfolipid-tartalma

Tej és tejtermék

Foszfolipid-tartalom

mg/100 cm³ ill. mg/100 g

Teljes tej

30–50

Fölözött tej

14–23

Író

103–191

Tejszín

100–500

Vaj

100–250

Sajt

100–200

A foszfolipid-frakciók megoszlása a tej összes foszfolipidjében

Foszfolipid-frakció

Részarány (%)

Átlagérték Szélsőértékek Anyatej

Kefalin	37	21–45	35
Lecitin	34	22–48	29
Szfingomielin	21	12–35	29
Foszfatidil-inozitol	5	2–11	5
Plazmalogének	3	2–3	–

A tej foszfolipidjeinek zsírsav-összetétele

Zsírsav

A zsírsavak százalékos aránya

	Összes foszfolipid	Kefalin	Lecitin	Szfingomielin	Foszfolipidek az anyatejben
C10	0,1	–	–	0,5	0,6
C12	1,4	0,8	0,8	1,3	3,1
C14	4,8	1,3	6,4	6,1	4,5
C15	1,4	0,3	1,6	1,3	0,7
C16	22,6	10,5	32,0	31,9	24,6
C16:1	2,2	1,6	2,3	1,0	3,1
C17	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9
C18	11,4	13,5	9,6	4,8	10,7
C18:1	34,6	52,8	33,8	10,7	28,2
C18:2	7,7	10,7	8,2	2,0	9,1
C18:3	1,2	2,1	2,0	0,8	1,4
C20	0,7	0,9	–	2,3	1,2
C20:4	1,7	2,4	1,3	2,0	1,4
C22	2,7	1,5	1,1	10,1	2,3
C23	4,1	0,5	–	15,2	4,9
C24	2,6	0,4	–	9,4	3,4

**Foszfolipid zsírsav-összetétele eltér a tejzsírtól!
Nem tartalmaznak rövid szénláncú zsírsavakat, de sok C20<.**

Anya és tehéntej foszfolipidjei zsírsav-összetétele hasonló.

Az egyes foszfatidok között szignifikáns különbség a zsírsav-összetételben!

Táplálkozási szerepük

Zsír gyors emésztése (finom diszperzió).

Lipotropikus hatás (segíti a zsír elszállítását a májból)

Kefalin (véralvadás idejét lerövidíti?).

Fő komponensei:

**agynak, idegszövetnek, szívizomnak, májnak,
spermának**

**foszfatidil-inozitol: agyvelő kéregállomány, vese
foszfatid-peptidjeiben.**

Nem esszenciális tápanyagok!

A tej cerebrozid tartalma

szfingozin + zsírsav + galaktóz

70%-uk a zsírgolyócskákban fordul elő.

2%-át teszi ki az összes foszfolipidnek.

**Jellemző a C₂₀-nál nagyobb telített zsírsavak túlsúlya
a zsírsav-összetételben.**