

ÁSVÁNYI ANYAGOK ÉS NYOMELEMEK A TEJBEN

A tehéntej átlagosan literenként **7,3 g** ásványi anyagot tartalmaz.

A tej ásványianyag-tartalma

Ásványi anyagok	A tej összetétele (g/dm ³)	
	Átlagérték	Szélsőértékek
Kalcium (Ca)	1,21	0,9–1,4
Foszfor (P)	0,95	0,7–1,2
Kálium (K)	1,5	1,0–2,0
Nátrium (Na)	0,47	0,3–0,7
Klór (Cl)	1,03	0,8–1,4
Magnézium (Mg)	0,12	0,05–0,24
Kén (S)	0,32	0,2–0,4

A kalcium és a foszfor 20%-a, a magnéziumnak kb. egyharmada a **kazeinhez** kötődik.

A kalcium 50%-a kolloidális szervetlen kalcium, 30%-a kalciumion formában van jelen a tejben.

A foszfornál ezek az értékek 40% és 30%, és kb. 10%-a a foszfornak lipidekhez kötött.

- A tej makroelemeit a **takarmányozás nem befolyásolja.**
- A **kolosztrum** ásványianyag-tartalma magasabb.
- Az **évszak** csak jelentéktelen mértékben hat.
- Egyes elemek koncentrációja (Ca, P, Na és Cl) a **laktáció** végén növekszik.

Mikroelemek

Az egyes mikroelemtartalomban igen nagy különbségek vannak az irodalomban.

Extrém érték:

- analízis hiba
- a fejés után bekövetkező külső szennyezés (réz, a fémedénnyel, vagy a pipettával való érintkezés hatására.)

A tej mikroelemtartalma

Mikroelemek	A tej összetétele ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)	
	Átlagérték	Szélsőértéke
Réz (Cu)	120	10–700
Vas (Fe)	530	60–1000
Kobalt (Co)	0,8	0,1–2
Molibdén (Mo)	55	13–150
Cink (Zn)	3600	1500–7000
Mangán (Mn)	50	10–280
Jód (I)	75	5–400
Fluor (F)	125	10–350
Alumínium (Al)	600	150–1000
Arzén (As)	45	20–60
Bór (B)	300	100–600
Króm (Cr)	17	5–50
Ón (Sn)	170	40–500
Nikkel (Ni)	25	0–50
Ólom (Pb)	30	2–70
Higany (Hg)	4	1–15
Kadmium (Cd)	4	1–30
Stroncium (Sr)	350	40–1500
Szelén (Se)	25	2–70
Szilícium (Si)	2600	750–7000

A káros nyomelemek koncentrációja a tejben

Nyomelemek	Koncentráció ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)
Bróm (Br)	100–500
Lítium (Li)	nyomokban–60
Ezüst (Ag)	nyomokban–50
Vanádium (V)	nyomokban–310
Bárium (Ba)	nyomokban–220
Rubídium (Rb)	1000–9900
Titán (Ti)	nyomokban–170
Ón (Sn)	50
Wolfram (W)	60–290

A mikroelemek a tejben **szerves kötésben** vannak.

A réz, a cink, a mangán és a vas a **zsírgolyócskamembránban** található, a vas 60–70%-a **kazeinmicellához** kötött, a cink 80%-a **kazeinhez**, 20%-a pedig az **immunglobulinokhoz** kötött.

A réz és jodid a **tejfehérjékkel** van kapcsolatban, a szelén főleg **szabad ionként**, a jodid és a cink egy része is **szervetlen** formában, a kobalt a B₁₂-vitamin alkotórésze.

Számos más nyomelem **enzimekhez** kapcsolódik:
a molibdén a *xantin oxidázhoz*,
a mangán és a cink az *alkalikus foszfatázhoz*.

A nyomelemek **koncentrációját befolyásolja**:
a takarmányozás, az évszak és a laktációs állapot.

A Cu, Co, Zn, Mn, Si és I mennyisége a kolosztrumban nagyobb és nő a laktáció során.

A takarmányozással növelhető: Co, B, Al, Mo, Mn, F, Br, Ti és Se mennyisége.

A takarmányozás csak nagyon kis mértékben befolyásolja: Fe-, Ni-, As- és Si-tartalmat.

Az évszak hatása

Télen a Cu, Co, Fe, Se, I, Mn és Mo koncentrációja a magasabb, a Zn és B koncentrációja pedig alacsonyabb.

Jodoforos **tőgyfertőtlenítéskor** a tej jódtartalma 30–90 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ értékről 120–150 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ -re, néha esetleg 350 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ -re nő. **500 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ még elviselhető szint.**

A tej **fluoridtartalma** nő, ha a fluorid mennyisége jelentős a takarmányban vagy az ivóvízben.

Az **ólom, higany, kadmium** koncentrációja alig változik a takarmánnyal (20–30 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ normális ólomtartalom) soha nem nő 100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ fölé.

Németországban a tej Pb-tartalma 15 és 67 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ között van.

Svájcban autóút mellett legelő tehén tejében 40–70 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, a forgalomtól távol 20 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

Az ólom akkumulálódik a vesében, májban és az állat csontjában.

Határértékek a tejben: ólom 50, kadmium 20, higany 20, arzén 100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

Anyatej

Ásványianyag-tartalma lényegesen alacsonyabb, mint a tehéntejé, **2,0 g/dm³**.

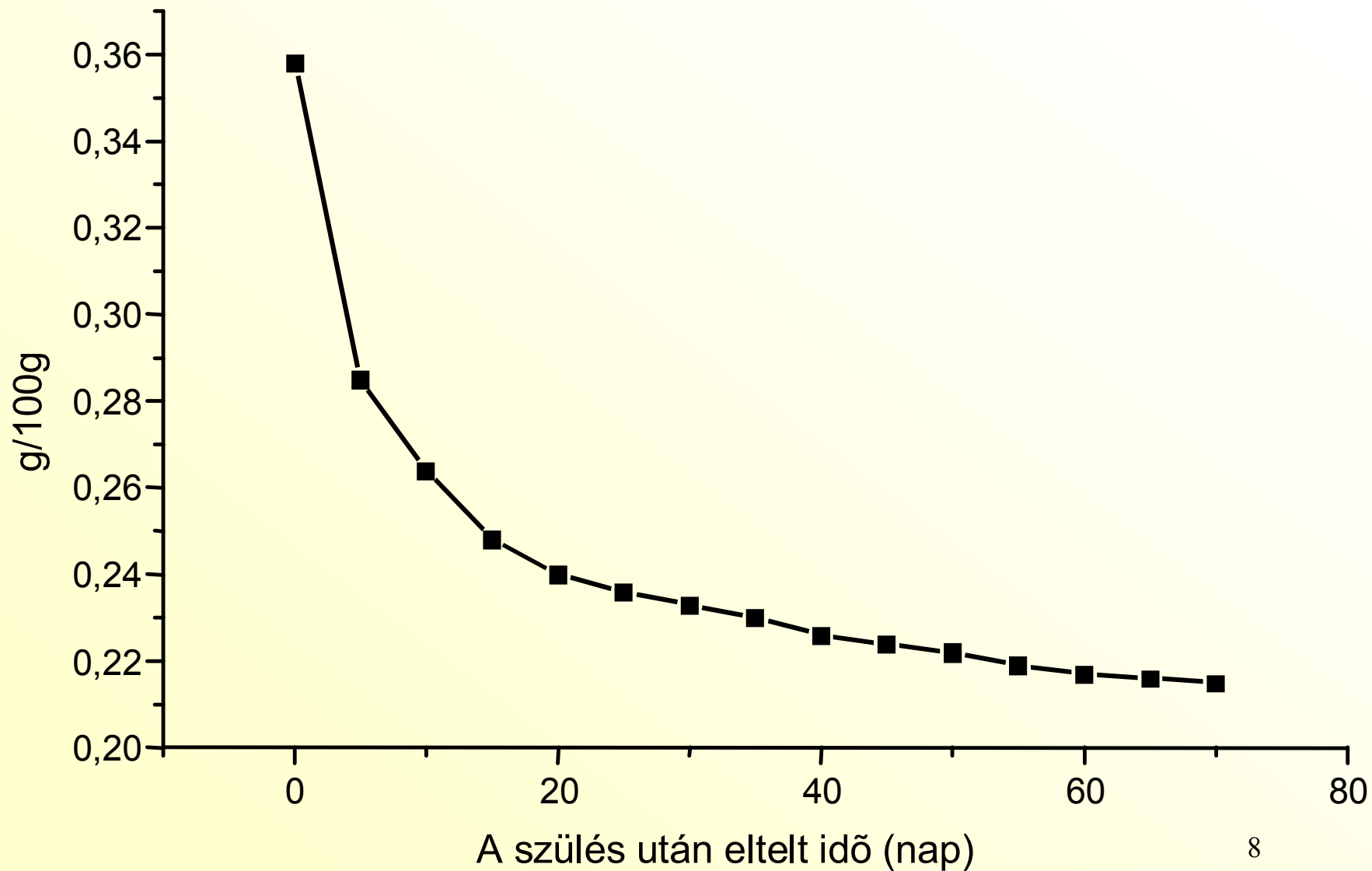
A tehéntej átlagos **P-tartalma** 6,6-szor,
Ca-, **K-** és **Mg**-tartalma 2,3-szor,
Cl- és **S**-tartalma 2,5-ször nagyobb.

A **Ca/P arány** a tehéntejben 1:0,8, az anyatejben 1:0,5.

A kalcium és foszfor kb. 15%-a fehérjéhez kötött, a kalcium kb. 50%-a dializálható.

A foszfor nagy része a lipidhez kapcsolódik, 20%-a szerves formában van.

Az anyatej ásványianyag-tartalmának változása a laktáció folyamán



Az anyatej lényegesen magasabb Co-, Cu- és Cr-tartalmú.

A tehéntej több Mo-t, Zn-et, I-ot, Se-t és Pb-t tartalmaz.

Az anyatej koraszülés esetén több Cu-t és Mn-t tartalmaz.

A **nyomelemek** jelentős része **szerves kötésben** van.

A laktoferrin koncentrációja az anyatejben magasabb.

Az anya **kolosztrumának 3 g/dm³** az ásványianyag-tartalma.

Na-, Cl- és K-tartalma nagyobb, Ca-, P- és Mg-tartalma azonos a tejével.

Nagyobb a réz- és a vastartalom, esetenként a Mn, a Co és a Zn koncentrációja az anyatejben.

A makro- és mikroelemek (Ca, P, Na, Cl, K, Zn, Fe, Co és Cu) koncentrációja csökken a laktáció folyamán.

A Mn, Ni, Cu, Zn és Mo szezonális változást mutat.

Néhány nyomelem (Co és Mn) koncentrációját befolyásolhatjuk a diétával, nem lehet megváltoztatni viszont a Ca-, Mg-, Na-, Cu-, Fe- és Zn-tartalmat.

Az anyatej átlagos ásványianyag-tartalma

Ásványi anyagok	Koncentráció (mg/dm ³)	
	Átlagérték	Szélsőérték
Kalcium (Ca)	310	100–450
Foszfor (P)	145	110–180
Kálium (K)	520	360–900
Nátrium (Na)	150	100–220
Klór (Cl)	420	380–460
Magnézium (Mg)	37	15–60
Kén (S)	140	

Mikroelemek az anyatejben I.

Mikroelemek	A tej összetétele ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)	
	Átlagérték	Szélsőértékek
Réz (Cu)	380	90–770
Vas (Fe)	660	100–1600
Kobalt (Co)	12	1–27
Molibdén (Mo)	2	
Cink (Zn)	2430	150–7500
Mangán (Mn)	20	4–30
Jód (I)	80	30–300
Fluor (F)	50	2–90
Alumínium (Al)	500	100–1200
Arzén (As)	50	
Bór (B)	80	

Mikroelemek az anyatejben II.

Mikroelemek	A tej összetétele ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)	
	Átlagérték	Szélsőértékek
Króm (Cr)	40	6–100
Nikkel (Ni)	25	8–85
Ólom (Pb)	30	nyomokban–160
Kadmium (Cd)	14	
Stroncium (Sr)	100	40–150
Szelén (Se)	20	7–60
Szilícium (Si)	700	150–1200
Titán (Ti)	100	30–290
Bróm (Br)	-	2500–9000
Vanádium (V)	7	nyomokban–15
Bárium (Ba)	40	2–160

A tej makro- és mikroelemeinek szerepe a táplálkozásban

A szervezet makro- és mikroelem-szükségletének kielégítése:
az étrend optimális **Ca/P** aránya **1:1**.

A **kalciumszükséglet** nem tisztázott (800–1000 mg/nap).

A **foszforszükséglet**: 1200 mg/nap.

A **kénszükségletet** a táplálékban lévő esszenciális kéntartalmú aminosav, a **metionin** mennyiségéből számolják. A nők több **vasat** igényelnek, a terhes és a szoptató anyáknak magasabb Ca-, P-, Mg-, Fe-, Zn- és I-felvételt javasolnak.

Idősebb emberek kalciumszükséglete nagyobb.

Az ember és állat számára **esszenciális nyomelemek** a Fe, I, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Se, Cr és talán a Sr, Br, Cd, V, Ni, Si, Sn és F.

Makro- és mikroelem javasolt napi felvétele, és az 1 liter tejjel kielégíthető mennyiség

Makro- és mikroelemek	Javasolt felvétel mg	1 dm³ tejjel kielégíthető %
Kalcium (Ca)	800	150
Foszfor (P)	800	120
Kálium (K)	2000	75
Nátrium (Na)	2000	24
Klór (Cl)	3000	34
Magnézium (Mg)	300	40
Réz (Cu)	2	6
Vas (Fe)	12–18	4
Kobalt (Co)	0,5	—
Molibdén (Mo)	0,5	1
Cink (Zn)	12	30
Mangán (Mn)	4	—
Jód (I)	0,15	50
Fluor (F)	1	3

Az ember számára szükséges kalcium, és foszfor mennyiségéhez a tej nagyban hozzájárul.

Írország, Finnország, Svájc: a kalcium-szükségletet a tej egymagában fedezi.

Kevés tejfogyasztás → az átlagos kalciumfelvétel viszonylag alacsony (400 mg).

Fejlett ipari országokban:

foszfor 30–45%-a, a **magnézium** 20–25%-a tejből és tejtermékekből származik.

A **jód** 30–40%-a, a **Zn, Co, Cr** és **Ni** 20–30%-a, a **Cu, F** és **Se** 5–10%-a, a **Fe** kb. 3%-a, a **Mn**-nak pedig még kisebb része származik a tej- és tejtermék-fogyasztásból.

A nehézfémeknek, ólomnak és kadmiumnak, csak egy kis töredéke (2–10%-a) származik a tejből.

Ásványi anyagok

Kalcium és **foszfor** szerepe:

csontok és a fogak felépítése.

különbéféle anyagcsere-folyamatok.

A tejben a **kalcium** és **foszfor** hozzávetőlegesen **egyenlő** arányban van jelen.

Minden más táplálék több foszfort tartalmaz, mint kalciumot.

Növekvő kalciumfelvétel idős embereknél: csökkenti vagy megelőzi a **csonttritkulást**, és késlelteti a csontállomány károsodását.

A tej a legalkalmasabb kalciumforrás:

- A kalcium **fehérjéhez kötött**, → a legkönnyebben hasznosítja a szervezet.
- A kalcium abszorpcióját a **laktóz, a fehérje, a D-vitamin és a citromsav** is elősegíti.

Tejből a kalcium felszívódása 85%, míg a zöldségekből 22–74%, (javítható főlözött tejpor fogyasztással).

A **foszfor**-hasznosulás: **91%** és 61–72%.

A kalcium legjobban **kalcium-kazeinát komplex** formában szívódik fel.

A javasolt napi 800 mg kalciumfelvételt biztosítja:
660 ml tej, vagy 114 g keménysajt,
6,2 kg marhahús, vagy 29 tojás,
vagy 6,2 kg paradicsom.

A **táplálóanyag sűrűség** (a táplálóanyag mennyisége az élelmiszer energiatartalmára vonatkoztatva).

Ajánlás: a tápláléknak tartalmazni kell 0,67 g kalcium/1MJ-t.

A tej 0,43 g kalcium/1MJ-t tartalmaz → fél liter tej és 50 g sajt biztosítja az ajánlott napi kalciumszükségletet.

A táplálék gyakran hiányos kalciumban → a régóta fennálló tejfogyasztás-csökkenés miatt.

Túlzott tejfogyasztás → kalciumlerakódás? 😊

A kalciumabszorpció soha nem lépi túl az élettani szükségleteket.

Tej-alkáli-szindróma (krónikus hiperkalcinémia vagy a szövetek elmeszesedése); csak extrém feltételek mellett

(3–5 l tej/nap + D-vitamin-felvétel + extra Ca)

Nyomelemek

Az étrend gyakran vashiányos.

A **vas** abszorpcióját aminosavakkal, hisztidinnel, és lizinnel növelni lehet (tejben mindegyik jelen van).

A Fe beépülése a hemoglobinba a fehérje, a réz és a B-vitaminok együttes jelenlététől függ.

A vas abszorpcióját nem gátolja a magas kalcium-felvétel.

A vas abszorpcióját befolyásolja a táplálék P-, F- és C-vitamin-tartalma.

A béltraktus pH-jának alakításával a laktóz fontos részt vállal a nyomelem-abszorpcióban.

10–30 mg/dm³ vassal dúsított tej organoleptikus tulajdonságai nem változtak → a tejben történő vaskiegészítés enyhítheti a vashiányt.

A **szelén** esszenciális nyomelem, az ajánlott Se-mennyiség 0,1–0,3 mg/kg.

A tej és tejtermékek csak 6–10%-ban járulnak hozzá a szelénfelvételhez.

Tengerparti területeken lévő **tej jó jódforrás**, hegyvidékeken a lakosság jódhiánytól szenved.

A pajzsmirigy 75 μg jódot vesz fel; ha az ivóvíz és a tej alacsony jódtartalmú \rightarrow golyva alakulhat ki.

A jódkészítményekkel végzett tőgyfertőtlenítés \rightarrow **növeli a tej jódtartalmát** \rightarrow **nem veszélyes az egészségre.**

A **mangán** szállítása és abszorpciója javul a tejfogyasztás révén.

A **tej véd** az ipari mérgezésekkel, a toxikus nyomelemekkel, a szerves oldószerekkel, a karcinogén anyagokkal szemben is.

A táplálék magas kalcium- és foszfáttartalma **gátolja az ólom abszorpcióját** és retencióját.

A laktóz elősegíti az ólom visszatartását. **De!** Ha a laktózt hidrolizálták, az ólomabszorpció nem volt magasabb.

A tej nem hat a belégzett toxikus anyagokra.

De! Az optimális tápanyagellátás hatására (tej) → a májsejtek fehérjetartalma nagyobb → a detoxikáló enzimek koncentrációja növekszik → a **májfunkciók, beleértve a detoxikációt is, az optimális szinten vannak.**

A tej nagy mennyiségben tartalmaz magas biológiai értékű fehérjéket, biztosíthatja az optimális étrend közeli helyzetet → **a máj detoxikációs működése optimális.**

Arzén + tejetetés → a fehérjében gazdag tejen tartott egerek mája és veséje arzénkoncentrációjának növekedése lassult → **elegendő tejfehérje → a karcinogén hatás nem vezet májgyulladásához.**

A β -laktoglobulin csökkenti a karcinogén szerves vegyületek toxicitását.₂₁

A CSECSEMŐ TÁPLÁLÁSA

Adaptált tej, csecsemőtápszerek

Az ásványi anyagok koncentrációját csökkentik az adaptált tejben.

A csecsemőtej 60–70 mg kalciumot, és 30–40 mg foszfort tartalmaz 100 cm³-ben.

Módszerek **az anyatejhez hasonló ásványianyag-tartalmú tej előállítására:**

- membránnal történő ultraszűrés,
- elektrodialízis, vagy ioncsere.

Ioncserélő kezelés után a tej Ca-, P-, és Mg-tartalma kb. 20–40%-al csökken.

Elektrodialízissel elsődlegesen a tej Na- és K-tartalma csökken, Ca- és Mg-tartalom csak kissé változik.

A csecsemő részére ajánlott napi makro- és mikroelemfelvétel

Elemek	Ajánlott felvétel az élet	
	első félévében	második félévében
Kalcium (Ca, mg)	360–700	500–900
Foszfor (P, mg)	120–400	120–900
Magnézium (Mg, mg)	40–75	70–120
Nátrium (Na, mg)	100–350	100–750
Klór (Cl, mg)	200–700	200–1200
Kálium (K, mg)	300–1000	300–1275
Vas (Fe, mg)	5–10	7–15
Cink (Zn, mg)	3–4	5–6
Mangán (Mn, µg)	500–700	700–1000
Réz (Cu, µg)	300–700	700–1000
Jód (I, µg)	35–40	40–50
Fluor (F, µg)	25–500	50–1000
Króm (Cr, µg)	10–40	20–60
Szelén (Se, µg)	10–40	20–60
Molibdén (Mo, µg)	30–60	40–80

Diétás kívánalmak

A csecsemő táplálékának optimális **Ca:P** aránya **1,25–1,5:1**.

A **kalcium** átlagos **napi felvétele** 7–8 hónapos korban **640** és **1400 mg** között van.

A tehéntej készítmények fogyasztása során több cink és mangán kerül a szervezetbe.

Makroelemek

Nagyobb ásványianyag-felvétel megnöveli a vizeletben a kiválasztott mennyiséget.

Az alacsony (makroelem) Na-tartalmú anyatej kevésbé terheli a vesét, mint a tehéntej.

A szoptatott csecsemőnek magasabb a szérum kalcium- és magnéziumszintje, és alacsonyabb a foszfátszintje.

Az anyatej foszfortartalma a növekedéshez elég, de nem elég az optimális ásványi anyag ellátottsághoz.

A fogak optimális fejlődésének alapja már az anyaméhben fejlődő embrióban kialakul → a terhes asszony táplálékának ezért elegendő mennyiségben kell tartalmazni az ásványi anyagokat.

Nyomelemek

A tehéntejalapú csecsemőtápszer Fe, I, Cu, Zn és Cr, néha Mn hiányos → előírják pótlásukat.

A vasszükségletet sem az anyatejjel, sem a tehéntejjel nem lehet kielégíteni.

Az újszülött csecsemő **májában Fe-, Cu- és Mn-tartalék** van → a csecsemő vasellátottsága ebben a periódusban független az anyától.

Vashiányos anémia ha a **májban a vastartalék kiürül**, a táplálékban nincs vaspótlás.

Az anyatejben lévő vas abszorpciója és biológiai hasznosíthatósága nagyobb, mint a tehéntej készítményeké₂₅

Vaskiegészítéskor a vasabszorpció csökken, de a teljes vasmennyiség nő. A vasabszorpciót gyorsítja a tejfehérje. De! A **vaskiegészítés** lényegesen **csökkenti a laktoferrin bakteriosztatikus hatását.**

Több **réz** és **szelén** abszorbeálódik az anyatejből, mint a tehéntejből.

Több **fluorid** abszorbeálódik a csecsemőtápszerekből, mint az anyatejből.

A tápszerrel táplált csecsemő fogai fluoridtartalma két-háromszor nagyobb.

Az anyatej több **szelént** tartalmaz, mint a csecsemőtápszer, → a szoptatott csecsemő szérumának szelénkoncentrációja nagyobb.

A csecsemőtej készítmények **ólom-**, és **kadmium-**koncentrációja alacsony, az anyatej ólomtartalma kissé magasabb.

A koraszülött csecsemő táplálása

A koraszülött csecsemőnek szüksége van vaskiegészítésre.

A hozzáadott vas oldható vas-fehérje komplexet képez a tejben.

A koraszülött csecsemők tejtáplálékának optimális kalciumtartalma **50–65 mg/100 cm³**, a foszfortartalma **30–35 mg/100 cm³**.

Nem megfelelő kalciumabszorpció → **újszülött tetánia.**

A makro- és mikroelemek szerepe a gyermekek táplálkozásában

Az 1–18 év közötti összes korcsoport napi Na-, K- és Cl-felvétele: Na 1–2 g, K 1–2 g és Cl 2–3 g.

Németországban a tej és tejtermékek gyerekek és fiatal felnőttek kalciumfelvételéhez 70–80%-ban, foszfor esetében 45%-ban, magnéziumnál 30%-ban, vasnál pedig 5–11%₉₇-ban járulnak hozzá.

Gyermekek kalciumhiánya

Ha nem fogyasztottak elegendő tejet és tejterméket → a hiány napi negyed liter tejfogyasztással kizárható.

Napi fél liter tej + 15 g sajt → biztosítja a teljes kalciumszükségletet (kisgyerekek és iskoláskorú gyerekek).

Kóla + alkoholmentes italok fogyasztása → ásványianyag-hiány.

Kóla = ☹️, Tej + sajt = 😊

Magas tejfogyasztás → tökéletes a fogak ásványianyag-ellátottsága.

A tejfogyasztás növekedése → visszaszorul a fogszuvasodás → a szuvas károsodás tej segítségével újra mineralizálódik.

Gyerekeknek és fiatal felnőtteknek ajánlott napi makro- és mikroelem-felvétel

Elemek	Ajánlott felvétel a különböző életkorban						
	1–3 év	4–6 év	7–9 év	10–14 év		15–18 év	
				Lányok	Fiúk	Lányok	Fiúk
Ca (mg)	600–900	700–900	800–1100	1000–1200	900–1200	900–1200	800–1200
P (mg)	600–900	700–1000	800–1100	1000–1200	900–1200	900–1200	800–1200
Mg (mg)	100–150	180–200	220–250	260–350	230–300	300–400	250–350
Fe (mg)	8–15	8–10	10–11	10–18	15–18	10–18	15–18
Zn (mg)	5–10	5–10	7–13	9–15	9–15	11–15	8–15
F (mg)	0,3–0,5	0,75	0,75	1	1	1	1
Mn (mg)	–	1–2	2–3	2–3	2–3	–	–
I (µg)	60–100	80–100	100–120	130–150	120–150	150	120 ₂₉ –150

A tej fluorozása

A fogak fluortartalma a zománc külső rétegében viszonylag magas.

A tej és tejtermékek fluortartalma alacsony → javasolt fluorfelvételhez csak 15%-ban járulnak hozzá → ki kell egészíteni a tejet fluorral → a fluorozott tej 1 mg fluor/dm³-t tartalmaz NaF formában.

A tej kitűnő fluorközvetítő → biztosítja a fogak és a csontok képződéséhez szükséges egyéb fontos tápanyagokat is (kalcium, foszfor és D-vitamin).

Fluorozott tej fogasztása → határozott csökkenés a fogszuvasodásban.

A fluorral kiegészített vízben a fluoridkoncentráció 1,0–1,2 mg fluor/dm³.

A fluorozott ivóvízzel szemben **a fluorozott tej előnyei:**

- A fluoridfelvétel nem kötelező.
- Magasabb a fluorbevitel.
- A tej fluorozása olcsóbb.
- A fluor hozzáadása az ivóvízhez környezetvédelmi problémát is jelenthet.
- A tejhez adott fluorid mennyiségét jobban lehet adagolni és ellenőrizni.
- Minden olyan anyag, amire szükség van a fogképződésnél, és a fogszuvasodás megelőzésénél, jelen van a fluorozott tejben.

Hátránya: a felvett fluor mennyisége függ az elfogyasztott tej mennyiségétől.