

# A tejfehérje

The image features a light beige background with a subtle gradient. In the lower right quadrant, there are several overlapping, wavy, light-colored lines that create a sense of movement and depth, resembling stylized waves or a decorative graphic element.

# A tejfehérje és a fehérjeellátás

**Fejlődő országok: a lakosság 20–30%-a hiányosan ellátott fehérjével.**

**Fejlett ipari országok: fehérje túlfogyasztás.**

**Az emberiség éves fehérjeszükséglete: 60–70 millió tonna.**

**Az éves fehérjetermelés: 80–190 millió tonna.**

**Állati fehérje igény: kb. 22 millió tonna.**

**A fehérje optimális részesevé a szervezet energiaellátásából 15% (10%-nál kevesebb káros a szervezetre.)**

**Fél liter tej: a napi fehérjeellátás 20–25%-a, a napi állati eredetű fehérjeellátás 40–45%-a.**

**Fejlett országokban a tejfehérje 20–30%-a az összes fehérjének, fejlődő országokban 5%.**

**A teljes tej energiatartalmának 22%-a, a főlözött tejének 40%-a fehérjéből származik.**

**1 g tejfehérje = 15,6 kJ (3,72 kcal).**

# **A tej fehérjetartalma**

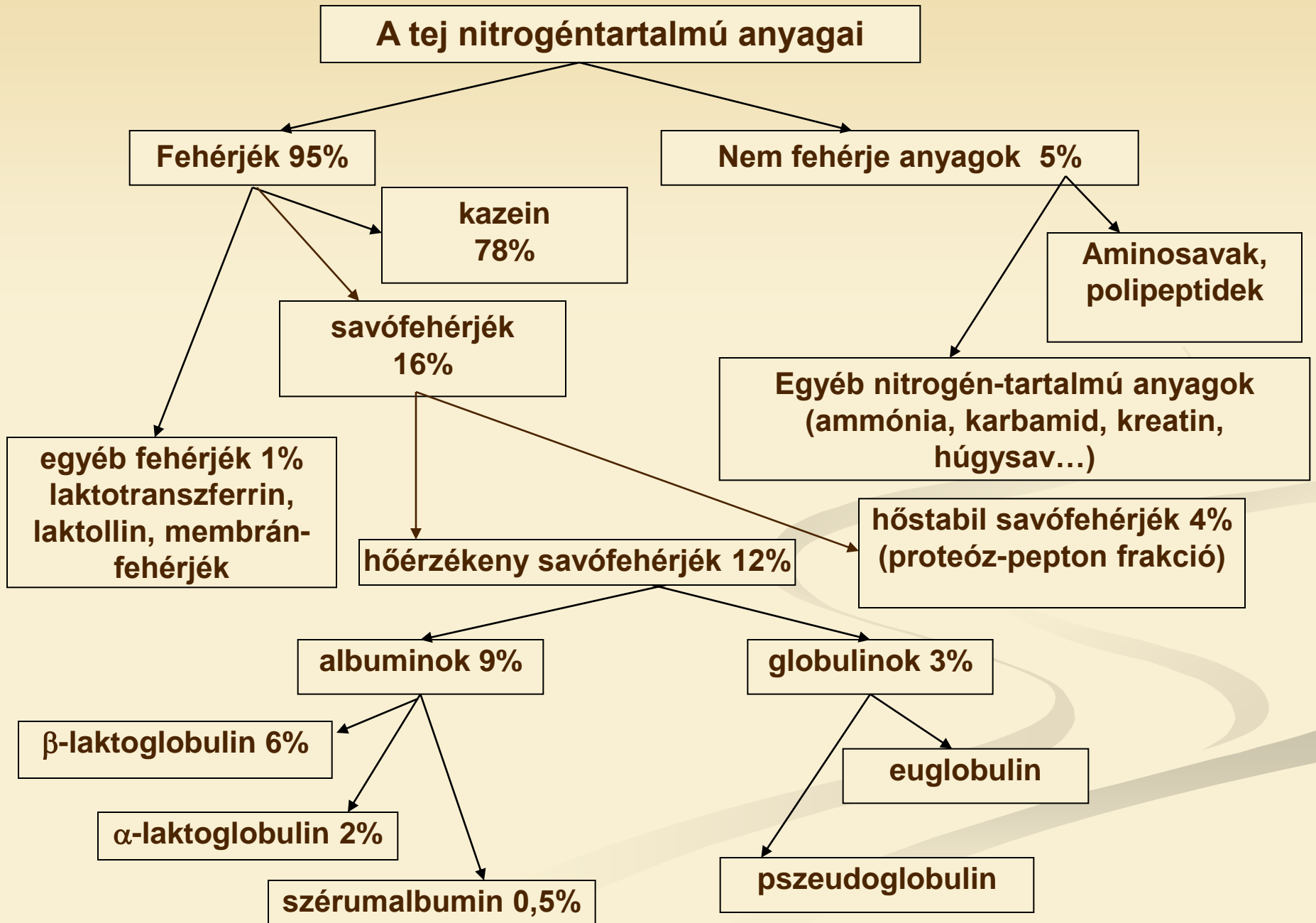
**Az átlagos fehérjetartalom: 3,4–3,5%.**

**Az összes nitrogén kb. 5%-a NPN. (30 mg/100 cm<sup>3</sup>)**

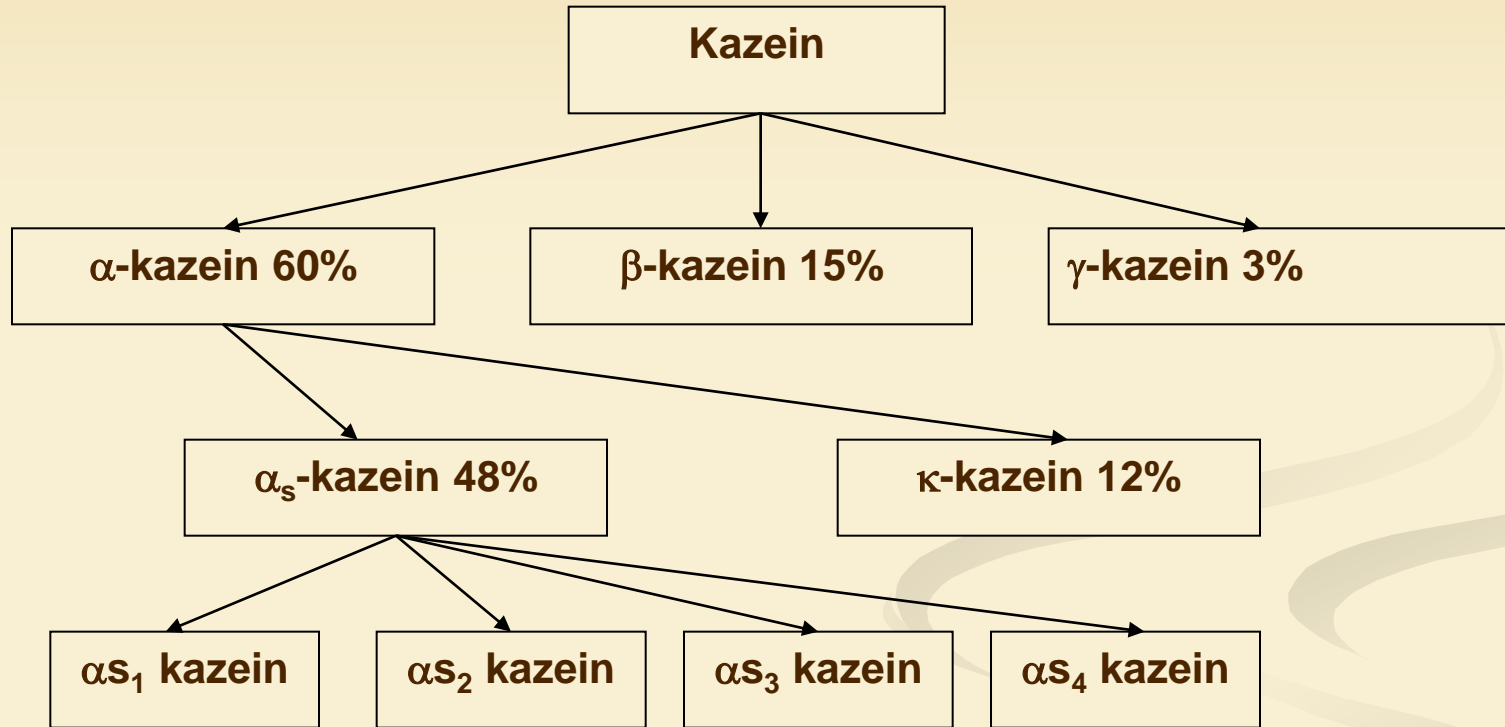
**Elsősorban a tej karbamidtartalma befolyásolja.**

**Nitráttartalom: 0,3–0,8 mg/100 cm<sup>3</sup> (kisebb mint az ivóvízé!).**

# A tehéntej nitrogéntartalmú komponensei



# A kazein komponensei



**Kis mennyiségben:**

**Laktoferrin: glikoprotein két vasatommal.**

**Proteóz-pepton: 11% szénhidrát-tartalmú.**

## **A tejfehérje aminosav-összetétele**

**Viszonylag gazdag esszenciális aminosavakban.  
(50,9/100 g savófehérje; 45,1 g/100 g kazein)**

**Az egyes frakciók esszenciális aminosav-tartalma  
jelentősen eltérhet!**

# A tej fehérjefrakciói

Fehérjefrakció	Variánsok	Százalék a tejfehérjében		Százalék a kazeinben ill. savófehérjében	
		Átlag (%)	Szélsőért. (%)	Átlag (%)	Szélsőért. (%)
$\alpha_s$ -kazein	A, B, C, D	43,5	35–63	54,2	48–60
$\kappa$ -kazein	A, B	10,7	8–15	13,3	7–21
$\beta$ -kazein	A1, A2, A3, B, Bz, (B12) C, D, E	24,2	19–35	30,1	26–40
$\gamma$ -kazein	A1, A2, A3, B	2,0	1–3	2,5	2–4
Kazein		80,3	76–86	100	
Szérumalbumin		0,9	0,5–1,3	4,6	2–8
$\beta$ -laktoglobulin	A, B, C, D, Dr	9,6	7–14	48,7	44–59
$\alpha$ -laktalbumin	A, B, C	3,7	2–5	18,8	17–22
Globulinok	IgG, IgM, IgA	2,2	1–4	11,2	8–17
Proteóz-pepton	4 frakció	3,3	2–6	16,8	10–19
Savófehérje		19,7	14–24	100	



# A tejfehérje, a kazein és a savófehérje aminosav-összetétele

## Aminosavak

## Mennyiség (g/100 g fehérje)

### Összes fehérje

### Összes kazein

### Összes savófehérje

<b>Triptofán (Trp)</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>2,1</b>
<b>Fenilalanin (Phe)</b>	<b>5,2</b>	<b>5,1</b>	<b>3,8</b>
<b>Leucin (Leu)</b>	<b>10,4</b>	<b>10,4</b>	<b>11,1</b>
<b>Izoleucin (Ile)</b>	<b>6,4</b>	<b>5,7</b>	<b>6,8</b>
<b>Treonin (Thr)</b>	<b>5,1</b>	<b>4,6</b>	<b>8,0</b>
<b>Metionin (Met)</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>
<b>Lizin (Lys)</b>	<b>8,3</b>	<b>8,3</b>	<b>9,9</b>
<b>Valin (Val)</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>
<b>Hisztidin (His)</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,2</b>
<b>Arginin (Arg)</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>
<b>Cisztin (Cys)</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>2,4</b>
<b>Prolin (Pro)</b>	<b>10,1</b>	<b>11,2</b>	<b>5,2</b>
<b>Alanin (Ala)</b>	<b>3,5</b>	<b>3,1</b>	<b>5,0</b>
<b>Aszparaginsav (Asp)</b>	<b>7,9</b>	<b>7,3</b>	<b>11,3</b>
<b>Szerin (Ser)</b>	<b>5,6</b>	<b>5,8</b>	<b>5,2</b>
<b>Glutaminsav (Glu)</b>	<b>21,8</b>	<b>23,0</b>	<b>19,2</b>
<b>Glicin (Gly)</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>
<b>Tirozin (Tyr)</b>	<b>5,3</b>	<b>6,0</b>	<b>3,5</b>

# Az egyes kazeinfrakciók aminosav-összetétele

Aminosavak	Mennyiség (g/100 g fehérje)			
	$\alpha_s$ -kazein	$\beta$ -kazein	$\gamma$ -kazein	$\kappa$ -kazein
Trp	2,0	0,7	1,2	1,2
Phe	4,9	5,6	5,8	3,7
Leu	8,7	11,8	12,1	6,2
Ile	6,1	5,5	4,4	7,5
Thr	3,9	4,9	4,6	8,6
Met	2,7	3,4	4,0	1,5
Lys	8,9	6,4	6,3	6,4
Val	6,1	10,1	10,7	6,6
His	2,9	3,1	3,7	2,0
Arg	4,0	2,8	1,8	3,6
Cys	0,4	0	0	1,2
Pro	8,9	17,2	17,8	13,0
Ala	4,2	2,4	2,4	8,7
Asp	8,5	5,0	4,1	7,9
Ser	7,1	7,5	5,7	7,9
Glu	22,5	22,3	22,5	18,7
Gly	3,5	2,5	1,7	2,1
Tyr	7,5	2,7	3,5	6,7

# Az egyes savófehérje-frakciók aminosav-összetétele

Aminosavak	Mennyiség (g/100 g fehérje)			
	szérumalbumin	$\beta$ -laktoglobulin	$\alpha$ -laktalbumin	összes globulin
Trp	0,7	2,2	6,6	3,0
Phe	6,5	3,5	4,4	4,2
Leu	12,1	15,3	11,6	10,2
Ile	2,7	6,7	6,8	3,8
Thr	5,7	5,4	5,5	9,9
Met	0,8	3,1	1,0	1,3
Lys	12,6	11,7	11,4	6,5
Val	5,8	5,9	4,8	9,6
His	3,9	1,7	2,9	2,9
Arg	5,8	2,8	1,1	4,1
Cys	5,4	2,5	5,9	3,2
Pro	4,6	4,6	1,6	9,9
Ala	5,9	7,0	2,1	5,0
Asp	10,9	11,2	18,6	9,7
Ser	4,1	4,5	5,0	7,5
Glu	16,1	19,2	12,8	12,7
Gly	1,8	1,4	3,7	4,8
Tyr	5,0	3,8	5,2	6,1

$\beta$ -,  $\gamma$ -kazein gazdagabb esszenciális aminosavakban (48,4 és 49,1 g/100 g), mint az  $\alpha$ - és  $\kappa$ -kazein (43,3 és 41,7 g/100 g).

$\beta$ -laktoglobulin és az  $\alpha$ -laktalbumin gazdagok esszenciális aminosavakban (53,8 és 52,1 g/100 g).

**Az összes természetes eredetű fehérje közül a legnagyobb Trp-tartalmú!**

Az aminosav-tartalmat befolyásolja az évszak, a hőmérséklet és a fehérjetartalom.

Kisebb fehérjetartalom  $\longrightarrow$  nagyobb esszenciális aminosav-koncentráció (az esszenciális aminosavak “szinten” maradnak).

## **Az anyatej fehérjetartalma**

**1,0–1,2% átlagosan, szélső értékek: 0,8–2,0%.**

**Energiája az összes energia 13%-a (tehén: 20%).**

**Szülés után közvetlenül a fehérjetartalom  $\approx 5\%$ ,  
koraszülés esetén 15–20%, magas zsírtartalommal.**

**Az anya bőséges fehérjeellátása  $\longrightarrow$  nagyobb  
fehérjetartalmú tej.**

**Az anyatej kazeintartalma: 20–30%, savófehérje-  
tartalom: 70–80%.**

**A kazein–savófehérje arány 0,3:1, tehát tejben = 4:1.**

# Az anyatej összesfehérje- és kazeintartalmának aminosav-összetétele

Aminosavak

Koncentráció (g/100 g fehérje)

Összes fehérje

Összes kazein

Trp	2,1	1,6
Phe	5,0	4,4
Leu	11,5	12,3
Ile	6,6	6,5
Thr	5,2	4,8
Met	2,1	2,4
Lys	7,1	6,4
Val	6,8	6,3
His	2,6	2,6
Arg	4,6	3,4
Cys	1,9	0,8
Pro	9,8	12,5
Ala	4,5	3,4
Asp	9,5	8,6
Ser	5,8	4,8
Glu	20,3	23,0
Gly	3,0	1,7
Tyr	5,4	5,9

Az **NPN-frakció** aránya igen magas: 25% (szélsőértékek 20–40%), 50%-a karbamid, nagy a szabad aminosavak koncentrációja, nagy a szabadtaurin-koncentráció: 30–40  $\mu\text{mol}/100\text{ cm}^3$ , (tehéntejben: 1  $\mu\text{mol}/100\text{ cm}^3$ ).

NPN-tartalom a kolosztrumban 90, átmeneti tejben 50, a normális tejben 32  $\text{mg}/100\text{ cm}^3$ .

Az anyatej kazeinje főként  $\beta$ -kazeinből áll, több genetikai variánssal.

**Legfontosabb fehérje a laktalbumin (15–20%-a az összes fehérjének).  $\beta$ -laktoglobulin nincs az anyatejben (hamisítás kimutatása PAGE-val).**

**A laktoferrin koncentrációja (0,1–0,2%), tízszer több mint a tehéntejben (kolosztrum: 0,5%).**

**Az immunglobulinok (10%) fő frakciója az IgA (0,1%), IgG (3 mg/100 cm<sup>3</sup>), IgM 2 mg/100 cm<sup>3</sup>.**

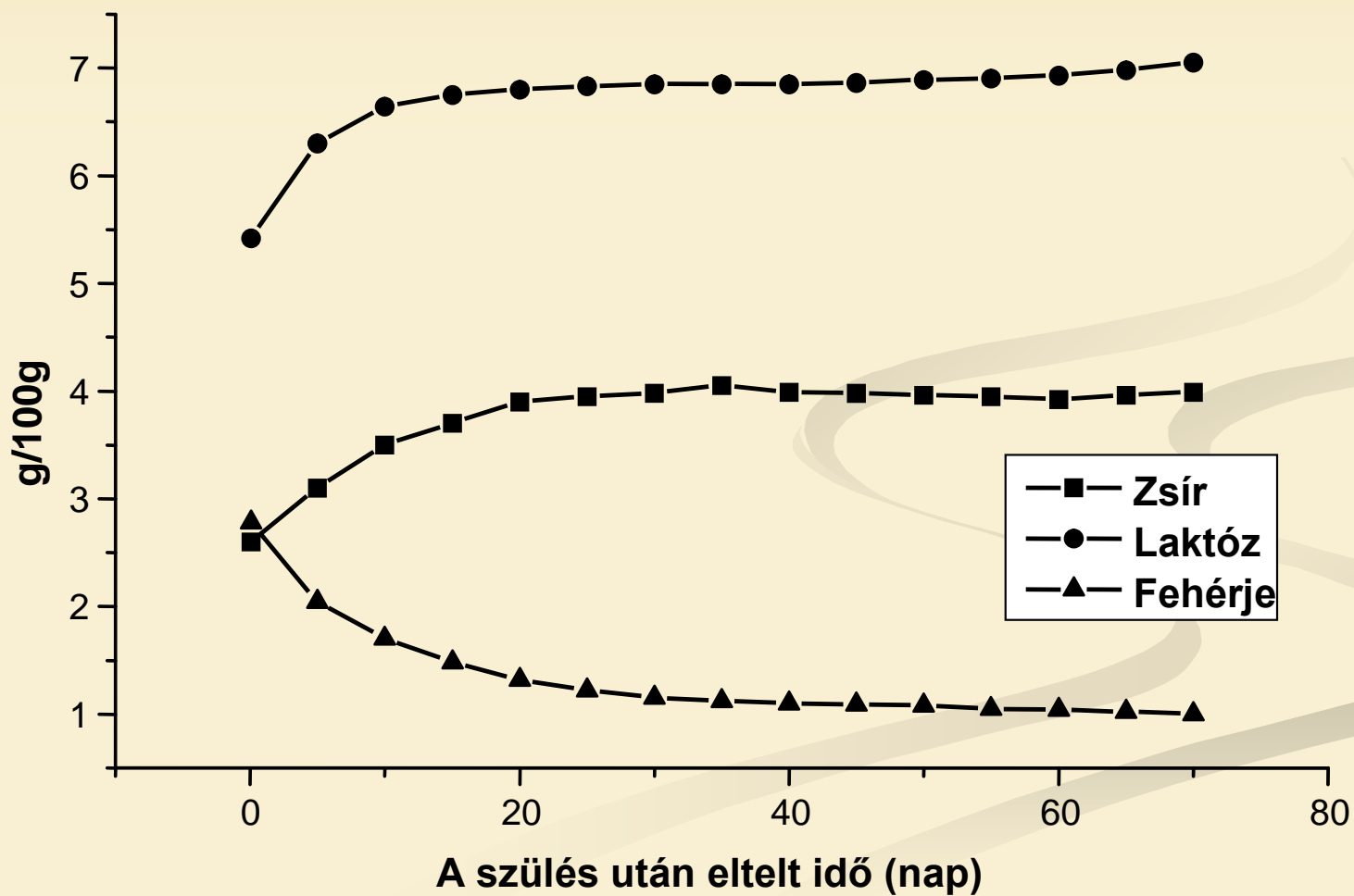
**Szérumalbumin (5%), konstans a laktáció folyamán.**

**Egyéb fehérjék:**

**4 db proteáz-pepton frakció,  
B<sub>12</sub>-vitamin-kötő fehérje,  
 $\beta_2$  mikroglobulin, galaktotermín,  
kortikoszteroid-kötő globulin,  
ceruloplazmin, transferrin.**



# Az anyatej zsír-, laktóz- és fehérjetartalmának változása a laktáció folyamán



**Az anya- és tehéntej esszenciális aminosav-tartalma hasonló (46,4 és 46,3 g/100 g). Az anyatej – a savófehérje nagyobb aránya miatt – több S-tartalmú aminosavat tartalmaz.**

	<b>Anyatej</b>	<b>Tehéntej</b>
<b>Cys/Met</b>	<b>0,7:1</b>	<b>1:2,7</b>
<b>Phe/Tyr</b>	<b>1:1,3</b>	<b>1:2</b>

**Több fehérjefrakció aminosav-összetétele ismert, sőt a  $\beta$ -kazein és a transferrin aminosav-szekvenciáját is meghatározták.**

# A tejfehérje emészthetősége

A fehérje emészthetőségének meghatározása:  
kémiai, biológiai és mikrobiológiai módszerekkel.

## A gyakorlatban használatos indexek:

**Biológiai érték (BÉ):** 100 g fehérjéből hány g épül be a szervezetbe? Tojásfehérje BÉ = 100.  
Vonatkoztatási alap.

**Nettó fehérjehasználás: NPU**

**Fehérjehatékonysági hányados (PER):** Testtömeggyarapodás 1 g fehérje elfogyasztása után.

**A tejfehérje táplálkozási értéke kissé alacsonyabb a tojásfehérjénél.**

**Laktalbumin BÉ > tojásfehérje BÉ.**

**Napi esszenciálisaminosav-szükséglet kielégíthető:**

**14,5 g laktalbuminnal, vagy**

**17,4 g tojásalbuminnal, vagy**

**28,4 g tejfehérjével.**

**Kazein esszenciálisaminosav-tartalma a legkisebb, de jól kombinálható a többi fehérjével.**

**Kazein PER-száma 2,5–3,2; a laktalbuminé 4, a  $\beta$ -laktalbuminé 3,5.**

**12% savófehérje a patkánytápban egyenértékű 20% kazeinnel.**

# A tejfehérje és egyéb élelmiszerfehérjék táplálkozási értéke

<b>Élelmiszerfehérje</b>	<b>Biológiai érték</b>	<b>PER-érték</b>	<b>NPU-érték</b>
<b>Teljes tojás</b>	<b>100</b>	<b>3,8</b>	<b>94</b>
<b>Tehéntej</b>	<b>91</b>	<b>3,1</b>	<b>82</b>
<b>Kazein</b>	<b>77</b>	<b>2,9</b>	<b>76</b>
<b>Laktalbumin</b>	<b>104</b>	<b>3,6</b>	<b>92</b>
<b>Marhahús</b>	<b>80</b>	<b>2,9</b>	<b>73</b>
<b>Burgonya</b>	<b>71</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
<b>Szójafehérje</b>	<b>74</b>	<b>2,1</b>	<b>61</b>
<b>Rizs</b>	<b>59</b>	<b>2,0</b>	<b>57</b>
<b>Búza</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>	<b>41</b>
<b>Bab</b>	<b>49</b>	<b>1,4</b>	<b>39</b>

# A fehérjeminőség egyéb kifejezési módjai

**Az esszenciális és nem esszenciális AS-k aránya**

**Az esszenciális és nem esszenciális N-k aránya**

**tojásfehérje: 3,22**

**tejfehérje: 3,20**

**szójafehérje: 2,58**

**Az esszenciális AS-index (EAA)**

**tojásfehérje: 100; tejfehérje: 90.**

**Kémiai érték (Chemical Score) CS:**

**Az esszenciális aminosav-összetételen alapszik.**

**FAO referencia fehérje: 100.**

**Tejfehérje: 81–87, savófehérje: 103–109.**

**Relatív táplálóérték:**

**Patkányokkal: laktalbumin: 100; kazein: 90.**

## Relatívfehérje-érték

Laktalbumin: 0,90; kazein: 0,72; bab: 0,33.

## Nettófehérje-arány (NPR)

Tojásfehérje: 5,0; **tejfehérje: 4,0**; szójafehérje: 2,6.

**kazein: 3,7**

**laktalbumin: 4,3**

## Relatív fehérjehasznosulás (RNU)

Referencia fehérje = laktalbumin = 100 RNU,  
kazein: 87; szójafehérje: 70.

**A plazma szabadaminosav-, valamint karbamid-tartalma.**

**A fehérje emészthetősége állatkísérletekkel meghatározva.**

sertésekkel: tejfehérje 85%, szójafehérje 57–67%.

**Mikroorganizmusokkal történő meghatározás.**

pl. Tetrahimena Piriformis-szal.

# Összefoglaló értékelés a tejfehérjére

Könnyebb emészthetőség és nagyobb esszenciális aminosav-összetétel miatt értékesebb a növényi fehérjéknél.

BÉ-e nagyobb, mint a húsfehérjéé a kisebb Lys-tartalom ellenére (a húsnál a Lys hozzáférhetősége kisebb).

Ára sokkal kedvezőbb a legtöbb állati- és néhány növényi fehérjénél.

Németország: tojás, hal 2–3-szor, húsfehérje 4–6-szor drágább a tejfehérjénél.

USA: földimogyoró-, búzalisztfehérje ára több, a szójafehérje ára alig kevesebb, a húsfehérje ára 10-szer több, mint a sovány tej fehérjéé. Javasolják az ár indexbe foglalását.



**A fehérje tökéletes hasznosulása megkívánja az optimális energiaellátást.**

**A tejben rendelkezésre áll!**

## **Esszenciálisaminosav-ellátás**

**Az ember számára esszenciális aminosavak:**

**Trp, Phe, Leu, Ile, Thr, Met, Lys, Val.**

**His: félig esszenciális aminosav**

**A Tyr a Phe-szükségletet, a Cys a Met-szükségletet részben képes fedezni.**

**A tejfehérje limitáló aminosava a Met.**

**Fél liter tej az összes esszenciálisaminosav-szükségletet fedezi (Met és Cys kivételével).**

**Tejfehérje: Az összes esszenciális aminosavból a megfelelő mennyiséget tartalmazza (még S-tart. is).**

**Tojásfehérje: Met és Cys feleslegben!**

**Savófehérje Trp-, Thr-, Leu-, Lys-tartalma > mint a tojásfehérjéé.**

**Az esszenciális aminosavak hasznosulásához nem esszenciális aminosavak is kellenek → a tejfehérjében rendelkezésre állnak.**

# A felnőtt napi átlagos esszenciálisaminosav-igénye, és az annak kielégítéséhez szükséges tej mennyisége

<b>Esszenciális aminosav</b>	<b>Minimális mennyiség (g)</b>	<b>1 dm<sup>3</sup> tej tartalma (g)</b>	<b>A kielégítéshez szükséges napi tejmennyiség (dm<sup>3</sup>)</b>
<b>Trp</b>	<b>0,25</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>Phe + Tyr</b>	<b>1,1</b>	<b>3,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Leu</b>	<b>1,1</b>	<b>3,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Ile</b>	<b>0,7</b>	<b>2,1</b>	<b>0,3</b>
<b>Thr</b>	<b>0,5</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>
<b>Met + Cys</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>
<b>Lys</b>	<b>0,8</b>	<b>2,7</b>	<b>0,3</b>
<b>Val</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	<b>0,4</b>

# Az esszenciális aminosavak mennyisége a vonatkoztatási fehérjében, a tejfehérjében és a tojásfehérjében

Esszenciális aminosav	Koncentráció (g/100g fehérje)			
	Vonatkoztatási fehérje	Teljes tojás fehérje	Tejfeh.	Savófeh.
Trp	1,0	1,5	1,4	2,1
Phe + Tyr	6,0	10,5	10,5	7,3
Leu	7,0	9,1	10,4	11,1
Ile	4,0	6,7	6,4	6,8
Thr	4,0	5,1	5,1	8,0
<b>Met + Cys</b>	<b>3,5</b>	<b>5,9</b>	<b>3,6</b>	<b>4,8</b>
Lys	5,5	6,9	8,3	9,9
Val	5,0	7,5	6,8	6,8

**Szükségtelen a tejfehérje Met-kiegészítése.**

# Az élelmiszerek táplálóértékének növelése

**A tejfehérje felesleges esszenciális aminosav-tartalma jól kiegészíti a növényi eredetű fehérjék esszenciális aminosav-hiányát.** Kenyér + tej együtt magasabb BÉ, mint a tejfehérje.

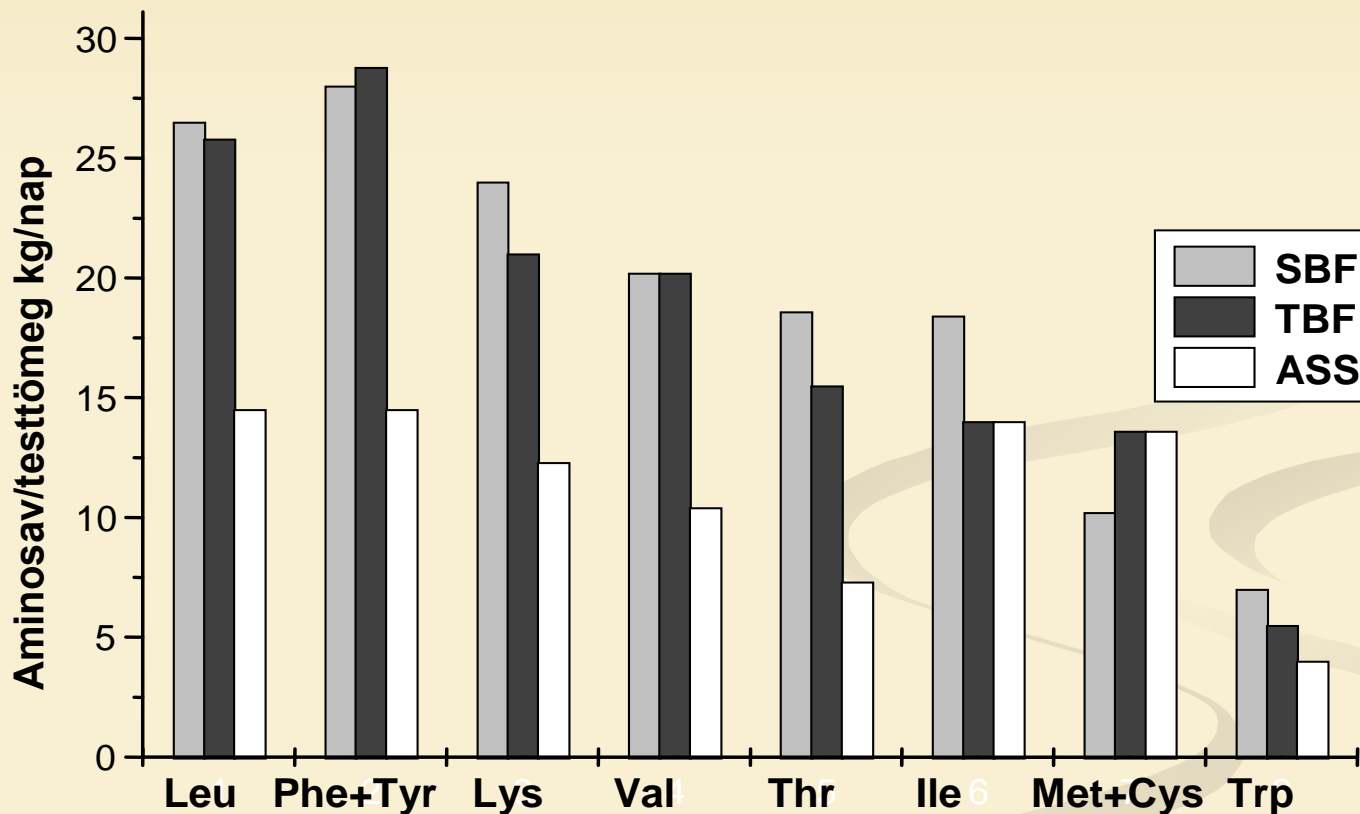
Növényi fehérjék CS-ja  $\approx 85$ , tejfehérjével együtt 91–92. A kazein is növeli a növényi fehérje BÉ-ét. **Ez a fejlődő országokban igen jelentős.**

Rizs-, kukorica-, köles-, búzafehérje + sovány tejpor vagy savófehérje-koncentrátum = magas BÉ-ű fehérje + kiegyensúlyozott ásványianyag- és vitaminellátás.

**Optimális arány = 1:1**

Tejfehérje + burgonyafehérje 1:1  $\longrightarrow$  igen magas BÉ.

# A különböző fehérjekeverékek esszenciálisaminosav-tartalma és az esszenciálisaminosav-szükséglet



**SBF = savó : burgonyafehérje arány = 31:69**

**TBF = tojás : burgonyafehérje arány = 36:64**

**ASS = Aminosav-szükséglet**

**Tojásfehérje + tejfehérje 75:25 keveréke, BÉ = 118,5.  
70% laktalbumin + 30% burgonyafehérje; BÉ = 134.**

**A savófehérje növeli a kazein BÉ-ét is. Különösen alkalmas a szójafehérje BÉ-nek növelésére.**

**Savófehérje PER-értéke: 100,**

**Szójafehérje PER-értéke: 41,**

**1:1 arányú keverékük: 85.**

**De! 10% savófehérje is jelentősen növeli a BÉ-et.**