

Élelmiszereink összetételének legújabb adatai XVI

A női-tej fehérje- és aminosavtartalma

LINDNER KÁROLY, KRÁMER MIHÁLYNÉ, SZŐKE SÁNDORNÉ,
TARJÁN RÓBERT

Országos Élelmezés és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest

Érkezett: 1964. április 9.

Az „Élelmiszereink összetételének legújabb adatai” sorozaton belül néhány egymást követő közleményünkben a női-tej összetételére vonatkozó vizsgálatokról kívánunk beszámolni. Tesszük ezt azért, mert bár a női-tej összetételével az irodalom már nagyon régóta foglalkozik, azonban a vizsgálatok ennek ellenére még ma is szinte fokozódó mértékben folynak, s az ezekből eredő újabb és újabb felismerések szinte önmaguk vetik fel a még tisztázatlan kérdéseket. Például igen gyakran az orvosi körökből hangzanak el olyan ésszevételek, hogy a női-tej mennyiségének csökkenése mellett újabban annak összetétele sem a legoptimálisabb a csecsemők számára. Ezenkívül az élelmiszerek összetételének tökéletesebb megismerésére bevezetett újabb módszerek is megkívánják, hogy ismét tájékozódjunk hazánk lakosságának legérzékenyebb rétege, a csecsemők első táplálékának összetételéről és az összetételt befolyásoló tényezőkről. Ezeknek a vizsgálatoknak az egészséges és beteg csecsemő helyes táplálkozásának megismerésén kívül még az a további haszna is lehet, hogy adatokat szolgáltasson a jobb csecsemőtápszerek kialakításához.

Az anyatej legfontosabb és legjobban hasznosítható nitrogénforrás a csecsemők számára. A nitrogén felszívódása jobb és a szervezet nitrogénretenciója nagyobb mint pl. a tehéntej fehérjéé (1). Ezért amikor csak lehet, még a csecsemők mesterséges táplálását is gyűjtött, vagy porított, újabban liofilizált anyatejjel végzik (2). A női-tejben levő nitrogénvegyületek három legfőbb képviselője a fehérje, a szabad aminosavak és a karbamid. Természetesen táplálkozási érték szempontjából a fehérjék és aminosavak mennyisége és minősége a döntő. Bár TEMESVÁRI-nak (3), – aki munkájában a női-tej összetételére vonatkozó addigi ismereteket foglalta össze, – még nem volt módja a fehérjék biológiai különbözőségéért felelőssé tehető aminosavak figyelembevétele, igen sokat foglalkozott a két legfontosabb tejfehérje-frakció, a kazein és a laktalbumin mennyiségével és ezek arányaira ható tényezők ismertetésével. A normál női-tejre jellemző, hogy e két fehérjefrakció közel 1 : 1 arányban van jelen, a tehéntejben viszont a kazein mennyisége az összfehérje 80%-át is eléri E különbségen alapszik többek között a női-tejben a hamisításra alkalmazott tehéntej kimutatása is (4). Temesváry még nem tudta, hogy a kazein aminosav összetétele különbözik a laktalbuminétól, mégis szükségesnek látta közölni, hogy a vérszegény, rosszul táplált nők teje eltorzult albumin-kazein arányt mutat, 91,6% albumint tartalmaz a mindössze 8,4%-nyi kazeinnel szemben. Viszont ha ezeket az anyákat jól táplálják, az albumin-kazein arány helyreáll, 45,3% : 57,4% lesz. Más oldalról világítják meg ezt a kérdést DEB és ČAMA 1962-es adatai (5), nevezetesen, hogy a csekély fehérjét fogyasztó anyák táplálékát kazeinnel kiegészítve, a vér és a tej összes albumintartalma megnövekszik. Lehetségesnek tartják, hogy a tejsavó fehérje közvetlenül a vér fehérjéből képződik. Az irodalomban az N vegyületek jellemzésére leggyakrabban az össznitrogén alapján számított nyersfehérje értékeket adják meg. Igaz, hogy ezek mennyisége között – különösen a régebbi adatokat az újabakkal összehasonlítva – jelentős különbség adódik. A ma már nem kielégítőnek tartott módon végzet vizsgálatok azonban a különböző tényezők hatására bekövetkező tejfehérje tartalom változásokra nézve hasznos felvilágosítást nyújtanak.

Temesváry a magyar anyák tejének összfehérjetartalmát átlagosan 1,83%-nak adja meg Ugyanezen időből származó egyéb átlag adatok az alábbiak voltak:

König	-2,29%
Bauman-Illner	2,03%
Carter - Richmond	1,97%
Szalárdy - Szilasi	1,88%
Leeds	1,88%
Wartha	1,79%
Michel	1,34%
Guiraud	1,11%

MORISSON monográfiájában (6) leírja, hogy a női-tej nyersfehérjetartalmát ma már legtöbbször a $N \times 6,37$ szorzófaktorral számítják ki. Európában a fehérje megoszlási görbe súlypontja 1,4 - 1,5% értékek közé esik, míg Amerikában az 1,2%. KON és MAWSON (7) az európai nők tejében is csak 1,26%-ot találtak, feltehető, hogy a korábbi nagyobb európai adatok esetében a vizsgálati módszerekben vagy a számításnál használt faktorban kell a különbséget keresni. Hazánkban az 1940-es évek végén TARJÁN és munkatársai (8) 1,3%-nak találták nagyobb számú anyag vizsgálatával az anyatej hazai átlagos nyersfehérje tartalmát.

Több szerző foglalkozott annak tisztázásával, hogy különböző tényezők, így az anya életkora, a szülések száma miként hatnak az anyatej fehérjetartalmára.

Morisson (6) több szerző vizsgálatai alapján közli, hogy

az először	szülő nők tejében a N tartalom	229 ± 10 mg/100 g
a másodszor	„ „ „ „ „	202 ± 11 mg/100 g
a harmadszor	„ „ „ „ „	191 ± 9 mg/100 g
a negyedszer	„ „ „ „ „	165 ± 6 mg/100 g.

A tejfehérje tartalom tehát kismértékben csökken a született gyermekek számának növekedésével. Felmerül ezek után, hogy vajon nem az anya életkora okozza-e a tejfehérje tartalom csökkenését. Erre vonatkozóan ugyancsak Morisson adatai az alábbi összefüggést állapítják meg:

Az anya életkora	16 - 21	22 - 25	26 - 31	31 évesnél idősebb
N mg/100 g tej	238 ± 23	210 ± 14	187 ± 7	186 ± 8

Tehát az életkor növekedése is a tejfehérje csökkenésével jár a 26 éves életkorig. Ezzel szemben ESCUDERO és PIERANGELI (9) nagy számú vizsgálatában a nyersfehérje tartalom és az anya életkora között nem mutatkozott összefüggés.

További figyelemre méltó megfigyelés, hogy egy szoptatás első feléhez képest a szoptatás második felére mintegy 2 - 4%-kal növekszik a tej nyersfehérje-tartalma.

A napszakok szerint vizsgálva a tej összetételét megállapítható, hogy a déli és délutáni tejek dúsabbak fehérjében, míg az esti és különösen a reggeli tej csekélyebb fehérjetartalmú, bár voltak szerzők, akik ilyen egyértelmű összefüggést a napszakokkal nem tudtak kimutatni.

Szinte teljesen egyöntetű a kutatók véleménye a női-tej fehérjetartalmának a laktációs idő függvényében történő változását, csökkenését illetően. Leg-

feljebb az abszolút mennyiségekben van a különböző szerzőknél eltérés, de relative mindegyik kimutatja, hogy a kolosztrumtól a késői tejig a fehérjetartalom fokozatosan csökken, mint azt az alábbi két példa is mutatja.

	Kolosztrum	1 hónap	2–6 hónap	7–9 hónap
		tej nyersfehérjetartalma %-ban		
Gardner és Fox (10)	1,89	1,72	1,39	10,7
Kon és Mawson (7)	1,72	1,50	1,20	1,01

Számos szerző vizsgálta a diétának a tejfehérje minőségére és mennyiségére gyakorolt hatását is. Megállapították, hogy a táplálékkal adott fehérje és egyéb kalórikus tápanyagok mennyiségének növelése nem a tej fehérje koncentrációját, csupán a tejhozamot növeli. Hasonló eredményre vezetett egyetlen aminosavval, – cisztinnel, – megnövelt táplálék fogyasztása is (11).

A női-tej aminosav összetételére számos adat található az irodalomban, sőt még a kazein és laktalbumin frakcióknak külön is megállapították az aminosav összetételét. Az általában vizsgált esszenciális aminosavértékek azonban csak a kolosztrumra és az érett teje vonatkoznak, a laktáció egyéb időszakára nem található adat.

A női-tej szabadaminosavainak megoszlásáról, de itt is csak az esszenciális aminosavakérol, csupán 1–2 szerző adatai állnak rendelkezésre.

A fenti lényegesebb irodalmi adatok áttekintése után a női-tej fehérje- és aminosav összetételének megismerésére elsősorban a jelenlegi hazai helyzet felmérése céljából a következő vizsgálatok elvégzését tartottuk szükségesnek:

1. A laktáció különböző időszakában az összes fehérje (nyers fehérje) tartalom megállapítását.
2. A laktáció egyes periodusaiban a fehérjéhez kötött esszenciális és nem esszenciális aminosavak mennyiségének meghatározását.
3. Az esszenciális és nem esszenciális szabad aminosavak mennyiségének mérését.
4. A női-tejben levő kazein, laktalbumin és laktoglobulin teljes aminosav összetételének megállapítását.
5. A fenti vizsgálati adatok segítségével a csecsemők átlagos tejfogyasztását figyelembe véve, a különböző korú csecsemők nyersfehérje és esszenciális aminosav ellátásának kiszámítását.
6. A fentiekhez hasonló szempontok szerint a koraszülő anyák tejében levő nitrogén-tartalmú alkotórészek meghatározását.

Vizsgálatok:

A vizsgálatokat 20–30 éves egészséges anyák tejjel végeztük. A tejelválasztás 1., 5. és 10. napjára vonatkozó vizsgálatokat a Budapesti Orvostudományi Egyetem I. sz. Gyermekklinikáján fekvő anyák tejjel, az átmeneti tej és az érett teje vonatkozó vizsgálatokat pedig a VIII. ker. Tanács Vas utcai Csecsemő Otthonában lakó anyákéval végeztük. A tejek analizéséhez a napi átlagot reprezentáló mintát úgy biztosítottuk, hogy minden egyes szopsás előtt és után 10–10 ml-es tejadagot lefeje azokat egy mintába egyesítettük. Az így nyert átlagmintát a feldolgozásig, vagyis másnap reggelig jégszekrényben +6 C°-on tartottuk. A tejelválasztás 1. és 10. napján mind az anyák, mind pedig a gyermekek vénás vérszérumát is vizsgálatnak vetettük alá.

Az összes fehérjetartalmat Kjeldahl eljárásával határoztuk meg. A nyersfehérjét N 6,37 szorzattal számoltuk.

A tej fehérjéhez kötött és szabad aminosavainak meghatározásához 1,5 ml tejet, vagy kolosztrumot 9,5 ml 96%-os etilalkohollal összeráztuk, éjen át állni hagytuk, majd lecentrifugáltuk. A felül úszó részt lehetőleg veszteség nélkül bepárló csészébe vittük át és meleg levegő ráfúvatással (Főn), alacsony hőfokon szárazra pároltuk. A száraz maradékot 0,5 ml desztillált vízzel feliszapoltuk és kónikus centrifugacsőben lecentrifugáltuk. Ezen oldat tisztájából 50–50 mikrolitert vittünk fel Whatman N°1 jelzésű kromatográfiás papírosra, majd melléje egy 0,25%-os kazein hidrolizátumból 6,25, 12,5, 25,0 és 50,0 mikrogrammot tartalmazó részleteket. A futtatást butanol, ecetsav, víz keverékével és 20% 12 pH-ra pufferolt vizet tartalmazó fenollal végeztük. A zavaró ionok eltávolítása mindkét esetben a butanos oldószerkeverékkel végzett rövid futtatás és szárítás után a starthely levágásával történik (12). Az oldószer maradékok előzése után (szárítás) 0,2%-os acetonos ninhidrin oldaton húztuk át a kromatogramokat. A szinkifejlesztés szobahőmérsékleten 3–4 óra alatt történt, majd a két párhuzamos felvitel alapján, legalább két személy segítségével vizuálisan megállapítottuk az egyes szabad aminosavak közelítő mennyiségét.

A szabadaminosavak alkoholos oldatának eltávolítása után a centrifugacsőben visszamaradt fehérjét 5 ml 0,1 n káliumhidroxidban oldottuk (a kolosztrumot szuszpendáltuk) és 5 ml 10%-os trikloreccsavval a fehérjét újra kicsaptuk és lecentrifugáltuk. A tiszta folyadékot előntve a fehérjét 20%-os sósav segítségével 25–30 cm³ űrtartalmú hidrolizáló ampullába mostuk át és mintegy 20 ml-re töltöttük fel 20%-os sósavval. Az ampullát forrasztva 24 órán keresztül 100–103 C°-on hevítettük, mialatt a fehérje aminosavakra hidrolizált. Az ampulla felbontása után a sósavat vízfürdőn vagy vákuumban elpárologtattuk, a visszamaradt szilárd részeket kétszer megnedvesítve a sósav maradékait is elővítettük. A víztől és sósavtól teljesen megszabadított maradékot 2 ml desztilláltvízben feloldottuk, az oldódat üvegbottal kavargatva segítettük elő, és jól lezárható kis kémcsőbe vittük át. Az oldat alfaaminonitrogén-tartalmát kazeinstandardhoz viszonyítva meghatároztuk és utána az általunk kidolgozott papírkromatográfiás polarográfiás eljárással az egyes aminosavakat meghatároztuk (13, 14). Vérszérumból a szabadaminosavak meghatározásánál 1 ml szérumhoz 6,3 ml 96%-os etilalkoholt adtunk és jól összerázva 20 perces állás után lecentrifugáltuk. A felül úszó rész kezelése ugyanaz volt, mint a tejfehérje esetében. A száraz maradékot 0,5 ml vízben felvettük és a tejnél leírt módon kromatografáljuk és értékeltük.

A fehérjéhez kötött aminosavakat a centrifugátumnak 10 ml 0,1 n káliumhidroxidban való oldása után a folyadék 2 ml-jének 2 ml 10%-os trikloreccsavval történő lecsapása után végzett hidrolízissel határoztuk meg. A meghatározás menete teljesen azonos volt a tejfehérjék meghatározásának menetével azzal a különbséggel, hogy a sósav előzése után a szárazra párolt hidrolizátumot 1 ml vízzel oldottuk fel.

Az anyatej kazein, albumin és globulin frakcióit NIMS és munkatársai (15), illetve WALLER és munkatársai (16) nyomán a kazeinek ecetsavval 4,6 pH-n történő lecsapása után, az albumint a szüredék egyik részéből nátriumhidroxidos neutralizálással és vízfürdőn történő melegítéssel, a globulint az ecetsavas szüredékben, másik részében neutrális kémhatás mellett történő magnézium-szulfátos lecsapással állítottuk elő. A nyersfehérje-frakciókat megfelelő feloldásos és dializálási tisztítása után mintegy 200-szoros mennyiségű 20%-os sósavval 24 órán át 103 C°-on hidrolizáltuk és az összes fehérje aminosav vizsgálatánál ismertetett módon határoztuk meg teljes aminosav összetételét. Minden egyes fehérjefrakciónál 4 párhuzamos vizsgálat számtani középértékét vettük figyelembe.

Vizsgálataink eredményeit feltüntető táblázatok közül az 1. számú a nyersfehérje értékét adja meg, a laktáció különböző fázisaiban. Összehasonlítva Morison (6) monográfiájában nagyobb számú vizsgálatok alapján megadott irodalmi értékekkel, az általunk kapott hazai fehérje értékek azokkal nagy hasonlóságot mutatnak. Talán az érett női-tej fehérjetartalma a leglényegesebb, – hisz ezzel tápláljuk mintegy fél éven keresztül a csecsemőket, – de amint az 1. számú táblázatból látható, saját adatainktól sem BELL (17), sem Kon, Mawson (7), sem pedig Gardner, Fox (10) adatai nem térnek el \pm irányban legfeljebb mintegy 10%-kal. Tarján és munkatársai 1957-es adatai (8) pedig úgyszólván teljesen azonosak a jelen vizsgálatok eredményeivel. A koraszülöttek esetében a női-tejben az összfehérje mennyisége első nap átlagosan 2,25%, a tizedik napon 1,71%, tehát nagyjában azonos az érett csecsemőket szoptató anyákéval. Ez megítélésünk szerint fontos adat a koraszülöttek táplálásának szempontjából, mert köz tudott dolog, hogy azok fehérje igénye az első hónapokban nagyobb, mint az érett csecsemőké. Különösen emeli e probléma jelentőségét az, ha figyelembe vesszük, hogy a női-tej fehérjetartalma az első két hétben rohamosan, majd egyenletesen, kb. 1,3% értékig csökken. A tejelválasztásnak ez az időszaka beleesik a koraszülött csecsemő fejlődésére nézve legkritikusabb időszakba.

Az összes nitrogénnek mintegy 80%-a fehérjenitrogén a női-tejben. A fennmaradó 20%-nak is BLOCK és BOLLING (18) szerint 80%-a aminonitrogén. Azonban mivel az össznitrogének úgyszólván 3/4 része fehérje, annak aminosav összetétele a legfontosabb a csecsemő számára. A 2. számú táblázatban tüntettük fel a laktáció különböző stádiumából származó tejek fehérje-aminosav értékeit s ebből az tűnik ki, hogy az összfehérje aminosav tartalma általában jelentősebb mértékben nem változik a tejelválasztás során. Táplálkozási szempontból értékelhető különbségek közé vehető az érett tej nagyobb metionin-, és ezzel szemben mutatkozó kisebb cisztin tartalma. Lehetséges, hogy ezek a különbségek táplálkozási szempontból nem jelentősek, mivel közismert, hogy az intermedier anyagcserében kisebb mértékben pótolhatják egymást. Megemlíthető még az észrevehető csökkenést mutató treonin- és prolintartalom. Összehasonlítva SOUPART és munkatársainak (19) az irodalomban úgyszólván egyedülálló teljes aminosav analízisével saját eredményeinket, azok általában valamennyi aminosav esetében nagyobbak. A 2. számú táblázat alján feltüntettük az egyes aminosavak százalékos mennyiségének összegét, ebből látható, hogy saját adataink viszonylag jól megközelítik a hidrolízis következtében elméletileg mintegy 110%-nak várható mennyiséget, ezzel szemben Soupart és munkatársai (19) által talált aminosavmennyiségek összege ennél kb. 20%-kal kevesebb volt.

1. táblázat

A női-tej nyersfehérjetartalma a laktáció különböző periódusaiban

Időpont	1. nap	5. nap	10. nap	2. hét – 2. hó	2. hó – 8. hó
Vizsgált esetek száma	25	25	25	40	40
Fehérje g/100 ml \pm szórás	2,6 \pm 1,75	1,99 \pm 1,06	1,73 \pm 0,41	1,51 \pm 0,24	1,32 \pm 0,17
Irodalmi adatok					
Bell (17) Fehérje %	–	2,00	1,73	1,29	–
Kon, Mawson (7) Fehérje g/100 ml	–	–	1,72	1,46	1,17
Gardner, Fox (10) Fehérje g/100 ml	–	2,39	1,89	1,72	1,39

Az anyatej fehérje aminosavtartalma a laktáció függvényében (mg/100 g)

	1. nap		5. nap	10. nap	2 hét – 2 hónap	2 – 6 hónap	Bigwood
Vizsgált esetek száma	10	(10)	10	10	40	30	
Fenilalanin	5,4 ± 1,0	(5,8 ± 2,4)	5,6 ± 0,5	5,1 ± 0,9	95,9 ± 1,4	5,8 ± 0,7	3,8
Leucinok	16,7 ± 1,7	(17,9 ± 1,6)	16,6 ± 2,2	17,9 ± 3,6	15,8 ± 1,3	16,0 ± 1,3	14,2
Lizin	7,2 ± 0,6	(7,3 ± 2,3)	7,4 ± 0,7	7,6 ± 1,2	7,3 ± 0,7	7,6 ± 0,4	5,9
Metionin	2,1 ± 0,7	(2,5 ± 0,7)	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,6	3,0 ± 0,4	3,0 ± 0,3	1,7
Treonin	5,7 ± 0,7	(6,5 ± 1,4)	5,5 ± 1,3	5,0 ± 1,3	3,6 ± 1,1	4,4 ± 0,8	4,4
Triptofán	1,7	(1,7)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
Valin	7,4 ± 1,2	(7,7 ± 1,6)	6,7 ± 1,3	6,7 ± 1,3	7,1 ± 1,5	6,7 ± 0,6	5,0
Alanin	4,1 ± 0,6	(4,3 ± 0,7)	4,0 ± 0,6	3,5 ± 0,9	3,9 ± 0,6	3,9 ± 0,4	3,5
Arginin	6,1 ± 1,7	(5,9 ± 1,3)	5,3 ± 0,8	5,4 ± 1,1	5,0 ± 0,7	5,6 ± 1,1	2,9
Aszparaginsav	8,0 ± 0,9	(8,9 ± 1,0)	8,0 ± 0,8	7,9 ± 1,3	8,5 ± 1,4	8,0 ± 0,9	8,6
Cisztin	1,8 ± 0,3	(2,1 ± 0,8)	2,0 ± 0,4	1,4 ± 0,4	1,1 ± 0,7	1,2 ± 0,6	1,5
Glikokoll	4,5 ± 0,7	(4,6 ± 1,2)	4,1 ± 0,8	3,8 ± 0,8	3,2 ± 0,7	3,4 ± 0,7	2,2
Glutaminsav	17,0 ± 2,4	(16,8 ± 5,4)	16,0 ± 2,6	16,1 ± 2,5	18,4 ± 1,5	17,8 ± 2,3	18,3
Hisztidin	3,4 ± 0,1	(3,0 ± 1,5)	3,4 ± 0,3	4,0 ± 0,6			1,9
Prolin	9,6 ± 2,1	(8,7 ± 2,4)	9,3 ± 2,3	11,7 ± 3,0	8,1 ± 0,7	7,8 ± 0,8	8,0
Szerin	5,0		4,8	5,0 ± 0,6	3,9 ± 1,6		4,5
Tirozin	5,3 ± 0,9	(5,3 ± 1,8)	5,3 ± 0,6	5,3 ± 2,1	5,1 ± 0,9	5,8 ± 1,1	4,2
Átlagok összege	110,4	114,4	107,4	110,8	105,6	107,7	92,5

* A zárójelben szereplő értékek a koraszülő nők tejére vonatkozik.

Az anyatej három fő-fehérje frakciójának aminosavösszetétele mg/100 g fehérje

	Kazein	Albumin	Globulin
Fenilalanin	5,1	6,3	5,2
Leucinok	16,5	18,7	13,8
Lizin	7,1	7,7	7,6
Metionin	2,3	2,7	2,4
Treonin	4,9	5,7	6,7
Triptofán	—	—	—
Valin	6,8	6,6	6,2
Alanin	3,2	4,2	5,4
Arginin	3,4	4,5	3,0
Aszparaginsav	8,6	12,0	6,5
Cisztin	0,9	1,4	1,4
Glikokoll	3,2	4,7	5,6
Glutaminsav	26,0	18,5	17,0
Prolin	9,5	7,5	10,5
Tirozin	4,5	6,6	2,8

Érett és koraszülött csecsemők esetében

	Érett csecsemő anyatej			Koraszülött csecsemő anyatej		
	1. nap	5. nap	10. nap	1. nap	5. nap	10. nap
Vizsgált esetek száma	20	20	20	10	10	10
Aszparaginsav ..	0,4 ± 0,5	0,3 ± 0,3	0,5 ± 0,4	0,4 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,2
Alanin	0,9 ± 0,5	1,6 ± 0,9	1,4 ± 0,9	1,7 ± 1,9	1,4 ± 0,9	1,2 ± 0,6
Fenilalanin	1,5 ± 1,3	1,5 ± 1,3	0,8 ± 0,6	2,1 ± 2,9	0,5 ± 0,3	0,5 ± 0,2
Glikokoll	1,5 ± 1,1	1,4 ± 0,4	0,9 ± 0,4	0,6 ± 0,6	0,8 ± 0,9	0,6 ± 0,5
Glutaminsav ...	4,3 ± 3,2	7,9 ± 5,1	5,9 ± 4,2	3,4 ± 2,6	2,8 ± 1,8	5,2 ± 0,9
Leucinok	3,9 ± 3,9	3,6 ± 3,6	1,6 ± 1,2	8,5 ± 6,3	1,3 ± 1,4	1,1 ± 1,1
Prolin	3,6 ± 2,0	3,0 ± 2,0	2,0 ± 1,0	2,3 ± 2,1	1,1 ± 0,8	1,3 ± 1,1
Tirozin	1,7 ± 1,7	2,8 ± 1,4	2,4 ± 1,2	3,2 ± 2,3	1,8 ± 0,8	2,2 ± 1,3
Treonin	1,8 ± 1,4	1,8 ± 1,3	1,0 ± 0,9	1,6 ± 2,9	0,6 ± 0,6	0,6 ± 0,6
Valin	2,6 ± 2,1	2,6 ± 2,1	1,8 ± 1,1	5,2 ± 5,1	1,2 ± 1,0	1,0 ± 0,6
Átlagok összege	23,1	28,2	18,3	29,0	11,7	14,1

A laktáció során mutatkozó kisebb aminosavtartalom különbségek valószínűen a tejfehérje-frakcióknak a laktáció során bekövetkező változására vezethetők vissza. Az anyatej három fő fehérjefrakciójának összetétele eltér egymástól. A 3. számú táblázatban láthatók vizsgálataink során a kazeinre, az albuminra és a globulinra vonatkozóan nyert aminosav értékeink. Főleg a lizin és metionin tartalom alapján a legjobb aminosav összetételű fehérjefrakciónak az albumin, – ennél nem sokkal csekélyebb értékűnek a globulinfrakció mutatkozik. Biológiai érték szempontjából leggyengébb aminosav összetételű a nőitej kazeinjé. Érdeemes lenne a jövőben olyan vizsgálatokat is végezni, amelyek segítségével a laktáció folyamán követni lehetne az egyes frakciók mennyiségének alakulását.

A női-tej összes aminosavainak 10 – 15%-át kitevő szabad aminosavak vizsgálata során összehasonlítottuk a tej, az anya- és a gyermekvér szabadaminosavtartalmának alakulását. ERICKSON és munkatársai (20) a szoptatás időszakában az anyák vérének nem fehérje-nitrogéntartalma és az elválasztott tej nem fehérje-nitrogéntartalma között szoros összefüggést találtak. Saját vizsgálataink eredményeit feltüntető 4. táblázat tanulmányozása során bizonyos összefüggésekre utaló tendenciák megfigyelhetők, ha azok nem is túlzottan kirívóak. Megfigyelhető ugyanis, hogy az érett csecsemő anyjának vére általában több

talált szabadaminosavak mg/100 ml

4. táblázat

Érett csecsemő anyavér széruma		Koraszülött csecsemő anyavér széruma		Érett csecsemő vérszéruma		Koraszülött csecsemő vérszéruma	
1. nap	10. nap	1. nap	10. nap	1. nap	10. nap	1. nap	10. nap
20	20	10	10	10	10	10	10
4,5 ± 2,8	1,7 ± 1,9	1,1 ± 1,4	0,8 ± 0,8	1,4 ± 1,7	0,8 ± 0,6	3,1 ± 4,2	2,2 ± 3,6
10,1 ± 3,9	10,0 ± 5,3	9,5 ± 4,5	8,4 ± 4,5	7,8 ± 2,5	8,7 ± 4,2	6,7 ± 3,6	5,0 ± 2,8
4,2 ± 2,5	4,5 ± 1,9	4,2 ± 2,5	4,2 ± 2,5	3,6 ± 2,8	3,9 ± 1,7	1,7 ± 1,7	3,1 ± 2,2
4,2 ± 2,2	4,5 ± 2,9	3,4 ± 1,9	3,4 ± 1,9	5,3 ± 2,8	4,2 ± 2,5	3,1 ± 1,9	2,8 ± 1,7
10,6 ± 5,0	9,2 ± 9,0	5,3 ± 3,6	8,1 ± 5,3	12,6 ± 4,2	12,0 ± 7,0	6,4 ± 3,1	9,8 ± 3,9
11,5 ± 3,9	10,3 ± 5,0	9,5 ± 7,8	8,1 ± 7,0	7,0 ± 2,8	7,8 ± 3,9	3,4 ± 2,8	4,8 ± 2,5
12,0 ± 7,8	9,0 ± 5,6	10,3 ± 5,3	7,6 ± 2,2	12,0 ± 9,0	8,1 ± 6,7	8,4 ± 1,9	7,0 ± 3,6
3,9 ± 3,3	3,9 ± 5,0	3,6 ± 3,3	3,1 ± 2,5	4,5 ± 3,4	3,4 ± 2,8	2,8 ± 2,8	2,2 ± 1,7
8,4 ± 2,5	7,6 ± 4,5	9,0 ± 9,5	6,7 ± 3,1	7,6 ± 3,1	7,3 ± 3,4	3,4 ± 1,9	4,5 ± 2,2
10,3 ± 2,5	10,9 ± 3,6	11,7 ± 6,4	9,8 ± 5,3	8,7 ± 3,4	7,3 ± 2,6	3,9 ± 2,8	4,5 ± 3,1
79,8	71,4	67,7	60,2	70,5	63,6	42,9	45,9

Anyatejjel táplált csecsemő napi fehérje és esszenciális aminosav fogyasztása 6 hónapos korig

	5. nap		1. hónap		2. hónap		4. hónap		6. hónap	
	Fogyasztás	Ajánlott szükséglet	Fogyasztás	Ajánlott szükséglet	Fogyasztás	Ajánlott szükséglet	Fogyasztás	Ajánlott szükséglet	Fogyasztás	Ajánlott szükséglet
Tejfogyasztás ml	300		600		700		850		1000	
Fehérje g . . .	8,0	7,0*	9,6	8,4*	10,6	9,9*	11,2	21,5	13,2	26,0
Lizin mg . . .	547	270	665	360	660	430	735	570	853	630
Leucinok mg	1280	630	1575	840	1420	1000	1520	1330	1788	1470
Metionin . . .	160	260	148	340	269	410	281	540	333	595
Fenilalanin . .	415	270	450	360	529	430	547	570	646	630
Treonin	438	180	442	240	330	290	426	380	495	420
Triptofán . . .	130	90	145	120	147	144	151	190	184	210
Valin	570	260	447	340	643	410	642	540	756	595

* A(21) irodalmi forrás nem ad meg értéket. A későbbi életkorra megadott értékek alapján számított adat.

szabadaminosavat tartalmaz, mint a koraszülött nőé és ennek megfelelően csaknem minden egyes aminosav esetében az éretett csecsemőt szülő nő tejének szabadaminosav koncentrációja nagyobb, mint a koraszülött nőé. Külön érdekessége a vizsgálatoknak, hogy hasonló reláció tapasztalható a csecsemők vérének szabadaminosavtartalmában is. A koraszülött csecsemők vérének lényegesen kisebb szabadaminosavtartalmát egyébként arra is utal, hogy fehérjeháztartásuk meg lehetően labilis. E kérdéskomplexum tovább vizsgálatra érdemesnek látszik.

A gyakorlat számára közvetlenül hasznosítható adatokhoz jutunk, ha vizsgálataink alapján a csecsemő fehérje- és aminosav ellátását a szükségleti adatokkal (21) összehasonlítjuk. Az ötödik táblázatból jól látható, hogy az irodalomban ajánlott szükségletnek megfelelő fehérje mennyiséget csak a szoptatás kezdeti szakaszában kapja meg a csecsemő. A 3–6 hónap között, amikor feltehetően még mindig csak anyatejet fogyaszt, a szükségletként feltüntetett fehérje mennyiségnek már csupán csak a felét kapja meg, mivel a kapott fehérje mennyisége az összkalóriának csak 8–9%-át teszi ki, a tápanyagtáblázatunkban (21) megadott 16%-kal szemben. Ezzel szemben az esszenciális aminosavakból megadott szükségletnek mintegy kétszeresét kapja meg a csecsemő életének első napjaiban, majd ezt követően a 5. számú táblázatból jól látható módon az elfogyasztott aminosavak mennyisége fokozatosan csökken mindaddig, amíg a 6. hónapban csaknem valamennyi aminosav mennyisége azonos lesz nagyjában a szükségletnek megadott adatokkal. E nagymértékű csökkenés oka az, hogy a női-tej fehérjetartalma a laktáció idejének előrehaladtával fokozatosan lecsökken, az aminosav és szabadaminosav összetétel is némiképp módosul. Megjegyzendő, hogy a vizsgált tejekben élő csecsemők súlygörbéje és fejlődése teljesen normális volt. E tapasztalat értelmében érdemesnek látszik a csecsemő-szükségleti normákat megvitatni és revizió alá vetni.

Adataink alapján megállapítható, hogy míg a naponta fogyasztott fehérje mennyisége alig 50%-kal emelkedik a 6. hónapig, addig ugyanazon idő alatt a csecsemő testsúlya több mint 100%-kal nő, tehát a fehérje szükséglete az életkor előrehaladtával erősen csökken.

A fehérjéhez kötött- és szabadaminosavak összességéből számított esszenciális aminosav fogyasztás a csecsemő életének első 6 hónapjában a metionin kivételével mintegy kétszerese a szükségletben megadott mennyiségnek. A fél év leteltével a szükségleti adatok és a valódi fogyasztás között a különbség eltűnik.

Úgy véljük, hogy mind az összfehérje fogyasztás, mind pedig az aminosavakkal történő ellátás területén a csecsemők életének első hat hónapjára vonatkozóan újabb adatokkal tudtuk bővíteni ismereteinket.

I R O D A L O M

- [1] Barnes, L. A., Torres, F. E., György, P.: *J. Pediat.* 51, 29, 1957.
- [2] Köditz, H.: *Kinderärztl. Praxis*, 27, 174, 1959.
- [3] Temesváry R.: A tejelválasztás és szoptatás. Budapest 1901.
- [4] Bathory P.: *Népegészségügy*, 45, 100, 1953.
- [5] Deb, A. K., Cama, H. R.: *British J. Nutr.* 16, 65, 1962.
- [6] Morrison, S. D.: *Human milk*. Bucks, 1952.
- [7] Kon, S. K., Mawson, E. H.: *Med. Res. Counc. Spec. Rep. Ser.* No. 269, 1950. Loc. cit. (6).
- [8] Tarján R., Molnár M., Fekete L., Sós J.: *Népegészségügy*, 28, 89, 1947.
- [9] Escudero, P., Pierangeli, E.: *Inst. nac. Nutric., Buenos Aires, Recop. Trab. Cient.* 5, 148, 1940–41. Loc. cit. (6).
- [10] Gardner, J. A., Fox F. W.: *Practitioner* 114, 153, 1925. Loc. cit. (6).
- [11] Dags R. G.: *Amer. J. Obstet. Gynecol.* 40, 457, 1940. Loc. cit. (6)
- [12] Lindner K.: *Die Nahrung*, 3, 299, 1959.
- [13] Lindner K.: *Acta Chimica Acad. Sci. Hung.* 9, 353, 1956.
- [14] Lindner K.: *ÉVIKE* 3, 145, 154, 164, 174, 1957.
- [15] Nims, B., et al.: *Amer. J. Dis. Child.* 43, 1062, 1932.
- [16] Waller, H., Aschaffenburg, T., Grant, M. W.: *Biochem J.* 35, 272, 1941.

- [17] Bell, M.: J. Biol. Chem. 80, 239, 1928.
 [18] Block, R. J., Bolling, D.: Arch. Biochem. 25, 350, 1950.
 [19] Soupert, P., Moore, S., Bigwood, E. J.: J. Biol. Chem. 206, 699, 1954.
 [20] Erickson, B. M. et al.: J. Biol. Chem. 106, 145, 1934.
 [21] Tarján R., Lindner K.: Élelmezésegészségügyi Zsebkönyv, Budapest, 1962.

НОВЕЙШИЕ ДАННЫЕ СОСТАВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ XVI. СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ В МОЛОКЕ МАТЕРИ

К. Линднер, М. Крамер, Ш. Секе и Р. Тарьян

Авторы на основе литературы чертуют знания содержания белков и аминокислот в молоке матери. В отечественных условиях намечают ход исследований в исследованиях белков, белковых и свободных аминокислот молока в лактационном периоде.

Уменьшение общего количества белков аналогично размером уменьшения указанном в литературе.

Количество незаменимых и заменимых белковых аминокислот умеренно изменяется во время лактации. Указывают на возможность, что это вызывается изменением альбумина и глобулина в молоке матери. Считают необходимым следить за изменением этих фракций. Установили полный состав аминокислот в трех основных фракциях молока. С точки зрения биологии наилучшим является альбуминовая фракция, немного уступает глобулиновая фракция, а казеиновая фракция показывает уже значительно бедный состав незаменимых аминокислот.

Сопоставлением свободных аминокислот в молоке матери аминокислотами сывотки матери и детей установили, что направление их изменений аналогично.

Содержание белков и состав белковых аминокислот в молоке матери преждевременными родами не отличается от показателей молока матери своевременными родами (но концентрация свободных аминокислот меньше.

NEUESTE ANGABEN ÜBER DIE ZUSAMMENSETZUNG UNSERER LEBENSMITTEL XVI.

EIWEISS- UND AMINOSÄUREGEHALT VON FRAUENMILCH

K. Lindner, M. Krámer, S. Szóke und R. Tarján

Verfasser geben auf Grund der Literatur einen Übersichtsbericht über den Eiweiss- und Aminosäuregehalt der Frauenmilch. Die einheimischen Umstände in Betracht ziehend bezeichnen sie die ununterbrochene Prüfung von Eiweiss und freien Aminosäuren während der Laktationsperiode als ihren Untersuchungsgang. Die Abnahme der Gesamteiweissmenge entspricht den der Literatur entnommenen Angaben.

Die Menge der an das Eiweiss gebundenen essentiellen und nichtessentiellen Aminosäuren ändert sich während der Laktationsperiode in geringem Masse. Es wird erwähnt, dass als Ursache dieser Tatsache die Änderung des Kasein-Albumin- und Globulingehaltes beträchtet werden kann. Verfasser halten es für notwendig die Gestaltung dieser Fraktionen weiter zu verfolgen. Sie bestimmten die vollständige Aminosäurezusammensetzung von allen drei Hauptfraktionen des Milcheiweisses. Aus biologischem Standpunkte scheint die Albuminfraktion die Beste zu sein, im Werte nur wenig geringer ist die Globulinfraktion, die Kaseinfraktion hat bereits eine viel bescheidenere Zusammensetzung an

essentiellen Aminosäuren. Die freien Aminosäuren der Frauenmilch mit den Aminosäuren des Blutserums von Müttern und Kindern verglichen stellten sie fest, dass die Tendenz der Änderung Ähnlichkeiten aufweist.

Der Eiweissgehalt der Milch von frühgebärenden Frauen und dessen Aminosäurezusammensetzung ist mit derjenigen, ein reifes Kind gebärender Frauen identisch, nur ist die Konzentration an freien Aminosäuren geringer.

RECENT CONTRIBUTIONS TO THE COMPOSITION OF OUR FOODS XVI. CONTENT OF PROTEIN AND AMINOACIDS IN WOMAN'S MILK

K. Lindner, M. Krámer, S. Szöke and R. Tarján

On the basis of data of literature, a survey is given on the data of the content of protein and aminoacids in woman's milk. On taking the conditions prevailing in Hungary into account, the object of the investigations was the continuous examination of the content of protein, of protein-aminoacids and of free aminoacids during the lactation period proper. The decrease of the observed amounts of total protein was in accordance with the data of literature.

During the lactation period, only a moderate change was perceptible in the quantity of essential and non-essential aminoacids bound to protein. This may be presumably due to changes in the content of casein, albumin and globulin of woman's milk. It is suggested to follow the changes in these fractions in detail. Also the full aminoacid composition of the fractions of all the three main protein types of milk was established. From a biological aspect, the albumin fraction appears to be the most valuable, the globulin fraction almost approaching approaching the former, while the composition of essential aminoacids is much poorer in the casein fraction.

On comparing the free aminoacids of woman's milk with those of the sera of mothers and children it was found that they disclose a similar trend of changes Lindner:

The content of protein and of aminoacids bound to protein in the milk of mothers of prematurely born infants was identical with normal woman's milk, though the concentration of free aminoacids was slightly lower.