

TEJIPARI TECHNOLÓGIA

(Tej és tejtermékek a táplálkozásban)

Írták:

Fenyvessy József – Csanádi József – Csapó János – Csapóné Kiss Zsuzsanna

Szerkesztette:

Csapó János

CSÍKSZEREDA
2010

1. FEJEZET

A TEJ MINT NYERSANYAG

1.1. A hazai korszerű tejtermelés kialakulása

A termelt tej mennyisége szempontjából legnagyobb jelentősége Magyarországon a szarvasmarhának van. Emellett a kiskérődzők, így a juh és a kecske tejeltetése is folyik, ám az általuk termelt tej mennyisége elenyésző a tehéntejéhez képest. Ez annál is inkább sajnálatos tény, mert a juhtej és a belőle készült termékek igen keresettek belföldön és külföldön egyaránt, valamint a juh- és kecsketej kiemelkedő táplálkozás-élettani tulajdonságai pedig, napjainkban látnak újra napvilágot. A juh- és kecskeágazat az utóbbi évtizedekben erősen hullámzó teljesítményt mutatott, jelenleg a tapasztalható fejlesztések, elképzelések ellenére sincs azonban lényeges áttörés elsősorban ezen állatfajok tejének termelésével, felhasználásával kapcsolatban.

A magyar tejgazdaság jelentős fejlődése a múlt század közepétől indult meg, amikortól az őshonos magyar szürke fajta egyre inkább vesztett közkedveltségéből, és a nagyobb hús- és tejhozamú szimentáli típusú állományok alakultak ki. Ezzel a fajttal végzett tenyésztési munka eredménye volt a magyartarka fajta megjelenése, amely akkor kiváló eredményeket produkált. A II. világháború után is a magyartarka irányában folytatódott a nemesítési munka, ám nemsokára szükségessé vált a fajta tulajdonságainak jelentős javítása. Elsősorban a tejhozam növelése és a gépi fejésre alkalmasság tekintetében szorult javításra a fajta.

Először, a 60-as években a hegyi tarkákat a hazainál jobb színvonalon tenyésztő országokból, pl. Svájcban szimentálit, majd osztrák és bajor tarka állományokat hoztak be. A keresztezések nem hoztak gyors sikereket, ezért később a Szovjetunióból származó borzderes fajttal, a kosztromaival, majd a dán jerseyvel kísérleteztek. Ezek keresztezése a magyartarkával, illetve a magyar szürkével tulajdonképpen sikeres volt, de az akkori legfontosabb igénynek, a kiemelkedő mennyiségű tejtermelésnek még mindig nem feleltek meg. A tejellátás egyre sürgetőbb gondját megoldandó, a 60-as évek végén próbálkoztak a fajtatizta európai lapály fajtákkal is, ám ezek jó tejtermelése mellett húsértékük, és húsként való értékesítésük gyenge volt.

Áttörést jelentett az 1972-től kezdett nagyszabású fajtaváltási program, amely a holstein-fríz fajta nagyobb mennyiségű behozatalával kezdődött meg. E fajtát a főként európai lapály fajtákból az USA-ban és Kanadában alakították ki. Kiváló tejelő, gépi fejésre igen alkalmas, jellemzően feketetarka fajta, ám létezik vöröstarka (Red-Holstein) változata is. A holstein-frízzel már 1965-től foglalkoztak, és kiváló szakemberek, így pl. Horn professzor munkájának eredményeként viszonylag gyorsan elterjedt keresztezett és tiszta állományokban is. A további keresztezések is folytatódtak, így a legjelentősebb tejelő fajtánk lett, és több fajttal, így a magyartarkával keresztezett állományok is, megtalálhatók napjainkban is az országban. Az éves tehéntejtermelés hazánkban az utóbbi években 1,8 milliárd liter körül alakult.

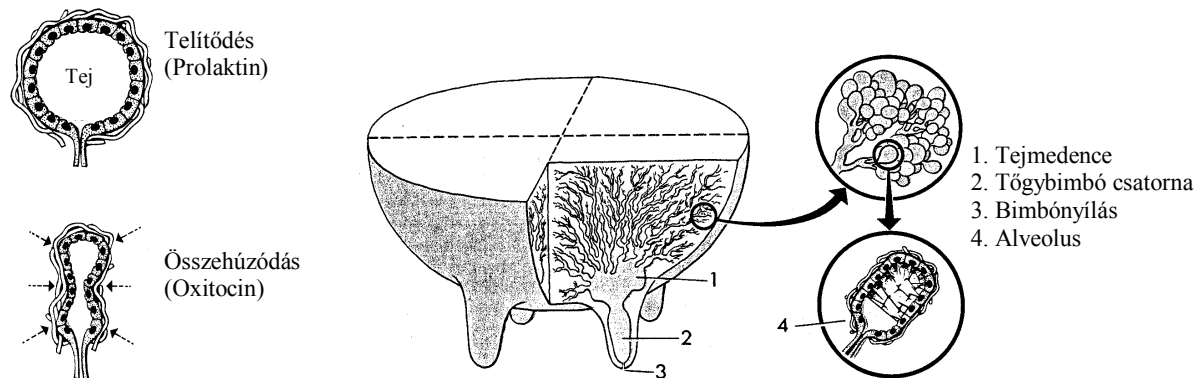
A juhtej ipari feldolgozásának jelentősége erősen ingadozott az elmúlt évtizedekben. 1958-ban 2,8 millió liter, a 60-as években 14–18 millió liter és napjainkban sajnos kb. 1,2 millió liter körüli a feldolgozásra felvásárolt juhtej éves mennyisége. A különböző hús- és tejhasznú fajták közül (merinó, cigája, racka, cikta stb.), végül is a merinó fajta az uralkodó a tejtermelésben is, bár az utóbbi években történtek próbálkozások intenzív tejelő fajták, így pl. az awassi, keletfríz, laucone, tejelő cigája, brit tejelő népszerűsítésére. A juhok fejése igen nehéz, fáradtságos munka, ez is oka a csökkenő tejtermelésnek, melyen a fejés gépesítése sem segített sokat.

Több kecskefajta is igen jól fejhető géppel, ezért próbálkoztak a nagyüzemi módszerű tejeltetésével. A jellemző fajták a számentáli, őzbarna, núbiai. Bár a kecskét sokan igénytelennek tartják, valamint jól és tisztán fejhető, a kecsketej ivótejként és sajtaként is fogyasztható és keresett, egyelőre a kecsketej termelésében sem tapasztalható áttörő fejlődés. Fentiek miatt a

továbbiakban elsősorban a tehéntejről lesz szó, bár hasonlóságok, közös vonások a különböző állatfajok tejtermelésében, a termékek gyártástechnológiájában természetesen tetten érhetők.

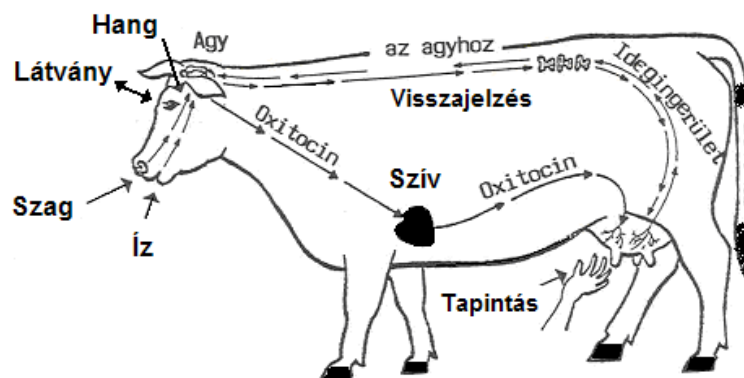
1.2. A tej képződése és leadása

A tej képződése az ellés előtt egy-két nappal indul meg, a tőgyben (szarvasmarha esetén négy tőgynegyedre osztható) lévő speciális mirigyhámsejtekből álló kis „zsákocskákban”, az alveolusokban. Az alveolusokat és a tejelvezető csatornákat dús érhalózat és ún. kosársejtek (összehúzódásra képes hámsejtek) veszik körül (1.1. ábra).



1.1. ábra. A tőgy szerkezete, felépítése

A tehén tőgyében kb. 20–100 milliárd ilyen alveolus van. A vérellátás fontosságát bizonyítja a tény, hogy egy liter tej képződéséhez kb. 500 l vérnek kell a tőgyön keresztüláramolnia. Ez egyben azt is jelenti, hogy pl. napi 30 liter tejet termelő, 600 kg-os tehén teljes vérmennyisége 4–5 percenként átáramlik a tőgyön. Az alveolusokban folyó tejképzés folyamatos, a tejleadás azonban időszakos és valamely külső inger és a tőgyben keletkező belső nyomás hatására indul meg. *Mind a tejképződés, mind a tejleadás hormonok (a szervezet működését irányító, szabályozó anyagok) által befolyásolt élettani folyamat.* A tejképződésért a prolaktin nevű hormon a felelős. A tejleadást az agy hátsó lebenyében, a fejési inger (pl. a fejő meglátása, a fejőgépj hangja, a tőgy lemosása, masszálása) hatására felszabaduló oxitocin indítja meg, amely az agyból a véráram útján jut a tőgybe, és ott kiváltja a kosársejtek összehúzódását, a tej elválasztását. A keletkezett tej, az oxitocin hormon hatására préselődik ki az alveolusokból, a tőgymedencében gyűlik össze és onnan fejhető ki. A tej termelése a prolaktin hormon állandó magas szintje miatt, egy akarattól független, állandó folyamat, míg az oxitocin szintje a vérben különböző ingerek hatására nő meg annyira, hogy a símaizmok összehúzódásával kipréselődik a tej az alveolusokból.



1.2. ábra. A tejleadás idegi és hormonális szabályozása

A tejleadás idegi és hormonális szabályozásának folyamata a következő fázisokból áll (1.2. ábra):

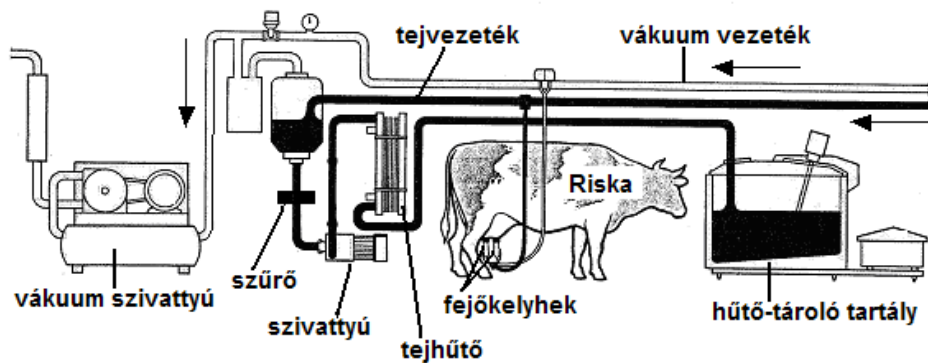
- A külső ingerek felvétele (látás, hallás, tögymasszázs, stb).
- Az ingerek idegpályán való bejutása az agyba.
- Az agyban az ingerület kiváltja az oxitocin vérbe jutását.
- Az oxitocin a véráram útján a tőgybe jut (kb. 45 másodperc).
- Az oxitocin hatására a kosársejtek összehúzódnak, a tej a tőgymedencébe áramlik és kifejhető.

Az oxitocin a szervezetben 7–8 perc alatt elbomlik. A fejest ezért úgy kell irányítani, hogy az még az oxitocin elbomlása előtt befejeződjék, mert hiányában a tehen a tejet visszatartja. Megszűnik a tejleadás akkor is, ha a tehenet a fejés alatt szokatlan, zavaró inger (ütés, rúgás, kiabálás, hideg víz, stb.) éri, mert egy a zavarás hatására képződő másik hormon, az adrenalin, az oxitocint elbontja, hatástalanítja. Ha a tehenet a fejésre nem a helyes módon, nem a megszokott sorrendben, hanem azt zavarva készítik elő, az oxitocin „mozgósítás” meg sem indul, és ilyenkor a tehen a tejet visszatartja, vagy legalábbis a teljes tejmennyiség nem fejhető ki. Mindezek azt bizonyítják, hogy az eredményes fejéshez a jó előkészítés és a fejés zavarmentes, gyors végrehajtása éppúgy hozzátartozik, mint a kézi vagy gépi fejés helyes technikája.

Az ellés után először (kb. 1–5 nap) más összetételű ún. **főcstej**, más néven **kolosztrum** fejhető. Ez sűrű, sárgás színű, kesernyés ízű folyadék, magas a laktoglobulin-tartalma, ami a borjú számára a betegségek elleni védelmet biztosítja. Összetétele igen gyorsan változik. Ezért kb. öt napig ezt a „tejet” nem lehet humáncélra felhasználni. Ezután már más összetételű, a tejtermékek gyártására alkalmas tej keletkezik.

A tejelési (**laktációs**) időszak átlagosan 305 napig tart. A laktációs periódusban a tehen tejtermelése kb. a 60. napig növekszik, majd csökken. A fejest naponta kétszer, (háromszor) végzik (ez azért szükséges, mert ha az alveolusokból nem távolítjuk el a tejet, a tej képződése megáll), a napi tejmennyiség a fajtától, évszaktól függően kb. 10–30 liter. A laktáció vége felé a tej hígul, sós-kesernyés ízű lesz, nő a lipáztartalma. Az ilyen tejet adó tehenet nevezük **öregfejősnek**. Az öregfejős tehen teje megváltozott összetételű, csökkent értékű, termékgyártásra nem alkalmas, ezért el kell apasztani a tehenet. Ezután kb. 60 nap szárazon állás következik, majd ezután már általában kezdődik a következő ellés.

A tehéntartásnak, takarmányozásnak, a higiénikus tejnyerésnek és termelőhelyi tejkezelésnek különösen nagy jelentősége van a termelői tej minőségének kialakulásában. A fejés történhet kézzel, sajtárba fejéssel, nagyobb termelőknél fejőállásokban, a nagy tehenészetekben pedig a higiénikus tejkezelést lehetővé tévő teljesen zárt fejőrendszerek találhatók (1.3. ábra). A legkorszerűbb fejőrendszer alkalmazása mellett sem hagyható el azonban a tőgy megfelelő fejésre való előkészítése, (tisztítás, masszírozás, melegvizes öblítés, vagy száraz tőgyelőkészítés stb.)



1.3. ábra. Nagyüzemi fejés folyamata, gépei

A gyakorlatban sokszor elfeledkeznek arról, hogy a tőgynegyedek bimbócsatornáit mindig szennyeződnek, így ott a csíraszám általában magas minden szabály betartása mellett is. Ezért nagyon fontos a fejés kezdetekor az első 2–4 tejsugár külön, próbacsészébe fejése. Az első néhány tejsugár adhatja a tej mikrobataralmának jelentős részét. Ugyanakkor a fejés folyamatának végéhez közeledve, az utolsó tejrészletek a legnagyobb zsírtartalmúak, fontos tehát a teljes kifejés. Ugyancsak fontos a fejés lehetőség szerinti gyors végrehajtása, mert a tejleadást lehetővé tevő oxitocin szintje csak kb. 5–15 percig megfelelő a vérben. A visszamaradt, pangó tej viszont könnyen tőgygyulladást okozhat.

1.3. A tejtermelést befolyásoló tényezők

A termelt tej mennyiségét és összetételét többféle tényező befolyásolja. Ezek: az örökletes alap, a laktáció állapota (a laktáció sorszáma, a laktáció előre haladása), a fejések gyakorisága, a tehén kondíciója és kora, a takarmányozási, az éghajlati viszonyok és az egészségi állapot.

Az örökletes alap. Döntően meghatározza a tej összetételét az örökletes alap. Ez különösen a különböző fajták tejének jellegzetes összetételében és tejtermelésében nyilvánul meg. Így pl. míg egyes fajták tejszírszázaléka 5–6% körül mozog, addig a vöröstarka lapálymarha tejszírszázaléka átlagosan mindössze 3,5%. E téren a fajtákon belül egyedenként is nagy a változatosság. Határozottan öröklődik a tej fehérjetartalma, és a zsírgolyócskák nagysága. Az utóbbiak átmérője pl. a jersey fajta tejében 10 mikron, a feketetarka lapály fajtájában pedig 1 mikron. A zsírgolyócskák nagysága általában arányosan nő a zsírszázalékkal.

A laktáció állapota. Szintén számottevően befolyásolja a termelt tej mennyiségét és összetételét. A tejtermelés általában a laktáció első 40–50 napjában kulminál, majd fokozatosan csökken a laktáció végéig. A zsírszázalék ezzel szemben enyhén fordított tendenciát mutat. A zsírtartalomhoz hasonlóan a laktáció vége felé emelkedik a tej fehérjetartalma is. A normális összetételű tej fehérjetartalma a kiindulási termeléshez viszonyítva általában 30%-kal, zsírszázaléka pedig 20%-kal emelkedik a laktáció előrehaladásával. Ezzel szemben a tejcukor, valamint az ásványi anyagok százalékos aránya a laktáció folyamán megközelítően azonos marad. A laktáció első tíz napja után a tej összetétele normálissá válik. A laktáció vége felé olykor keserűvé válik a tej, aminek az a magyarázata, hogy a lipáz nevű enzim hatására a zsír szabad zsírsavakra és glicerinnre bomlik. A szabad zsírsavak okozzák a keserű ízt, és egyben akadályozzák a vajgyártást.

A tehén elléskori kondíciója. Számottevően befolyásolja a várható tejelési eredményt a tehén elléskori kondíciója. Egyes megfigyelések szerint az igen jó kondícióban lévő tehenek tejének a laktáció első időszakában nagyobb a tejszírtartalma. A rossz kondícióban lévő tehenek tejének

összetétele változhat, ezért nem kapunk hű képet az ilyen állatokban rejlő képességekről. Emellett a kondíció a tej mennyiségét és a laktáció hosszát is befolyásolja.

A szárazon állás ideje. Ugyancsak befolyásolja a laktáció hosszát, ami végső soron a tejtermelés nagyságára is hatással van. A rövid ideig tartó szárazon állás ugyancsak akadályozza a megfelelő laktációs termelés kibontakozását. Jóllehet, a szárazon állás tartamának növelésével nő a várható laktációs termelés, mégsem célszerű 60 napnál hosszabbra nyújtani a szárazon állás idejét, mert a takarmányozási költségek nem állnak arányban a várható tejtöbblettel.

A borjazások gyakorisága. Ugyancsak befolyásolja a laktációs termelés nagyságát a borjadzások időköze (az ellések között eltelt idő hossza). Így 12 hónapon belüli újaborjazás esetén mintegy 20%-kal kisebb laktációs termelést állapítottak meg, mint a 15 hónaponkénti újraelléskor. Ennek egyik oka, hogy a tejtermeléshez szükséges táplálékanyag egy része a magzatépítésre fordítódik, a másik oka az, hogy az előrehaladott vemhesség idején olyan hormonhatások is érvényesülnek, amelyek a tejtermelés csökkenését idézik elő. Az ellések közötti időtartam megnyújtása azonban egyéb megfontolások (szaporaság csökkenése, termékenységi viszonyok romlása stb.) miatt nem indokolt. A borjazások közötti időtartam 15 hónapnál hosszabb időközre nyújtása már határozottan csökkenti az évi tejtermelést. Ezért általában célszerű az elléstől számított 85 napon belüli fedeztetés vagy mesterséges termékenyítés. Az ivarzás befolyásolja a tej összetételét. Különösen a zsírszázalékban mutatkozik eltérés mind pozitív, mind negatív irányban, s ez egyedileg nagymértékben változó.

A tehének kora. A tej mennyisége az első laktációban kisebb, attól függően, hogy az üszőt mikor vették tenyésztésbe. Olyan fajták és egyedek, amelyek két éves korukra ellik az első borjút, teheneinek első laktációs tejtermelése a javakorabeli laktációnak 70–75%-a. A második laktációban lévő tehének a javakorabeli laktációjukban elért tejmennyiség 80–87%-át termelik. A harmadik-negyedik ellést követő laktációs termelés a javakorabelinek 90–95%-a. A később tenyésztésbe vett tehének laktációi és különösen a későn érő fajták laktációi között kisebbek a különbségek. A kor előrehaladása is befolyásolja a tejtermelést. A tíz évnél idősebb tehének termelésében számolnunk kell a zsírszázalék és a tejmennyiség némi csökkenésével. Igen előrehaladott korú tehének tejtermelése 50%-kal is csökkenhet a javakorabeli termelésükhöz képest.

A takarmányozási viszonyok. Nagymértékben befolyásolják a tej mennyiségét, de csak viszonylag szerényebb mértékben a tej összetételét. Hiányos takarmányozás hatására a tejtermelés számottevően csökken. Ezt követi a zsírszázalék, a tejfehérje, az ásványi anyagok és a szárazanyag némi növekedése, csökken viszont a tejcukor-tartalom. A nagyarányú koplaltatás, vagy a hiányos fehérje- és ásványianyag-ellátás azonban mélyebbre ható változásokat is előidézhet a tejben, így pl. maga után vonhatja a zsírszázalék számottevő csökkenését is. Jelentős mértékben csökkenhet a tej zsírtartalma a hirtelen (átmenet nélküli) takarmányváltoztatás hatására. Így például a téli takarmányozásról a legeltetésre való szakszerűtlen áttérés következtében a zsenge zöldtakarmány hatására a bendő ammónia- és vajsavtartalma nemkívánatos mértékben megnő, és ez a bendő pH-értékét és ecetsavtartalmát csökkenti, ami a tej zsírtartalmának csökkenéséhez vezet.

A takarmányfélék – eddigi ismereteink szerint – nem fejtenek ki érdemleges hatást a tej többi alkotórészére. Annál inkább befolyásolják a tej A-, E- és némileg a D-vitamin-tartalmát, valamint íz- és zamatanyagait. A karotin az állati szervezetben A-vitaminná alakulhat, ami – szemben a karotin sárga színével – színtelen vagy halványsárga. A tehének tejében esetenként a karotin nagy mennyiségben lehet jelen a tejszírsban, színtelen A-vitamin formájában is. A D-vitamin mennyiségét a tejben bizonyos mértékben befolyásolja a takarmánnyal juttatott D-

vitamin, nagyobb részét azonban a nap ultraviola sugarainak hatására a tehén szterinekből szintetizálja.

A tejben lévő ásványi anyagok mennyisége nem változtatható meg takarmányozás útján. Kivétel a tej jód- és vastartalma, ami a takarmányban előforduló mennyiségüktől függ. Egyes takarmányok (így a repce, a káposzta, a mustár, a nagy mennyiségű lucernaszéna, a szilázs stb.) is kedvezőtlen ízt kölcsönöznek a tejnek, különösen, ha közvetlenül fejés előtt etetik az állatokkal. Ezeknek a takarmányoknak az ilyen irányú hatásával szemben úgy lehet védekezni, hogy fejés után etetik a tehenekkel. A szakosított tejtermelő telepeken a tej összetételének állandósítása céljából monodiétás rendszerben takarmányozzák az állatokat, és a legelés csak a szárazon állás időszakára korlátozódik. A magyarországi legelőkön, a nagy tejtermelő képességű tehén nem képes annyi tápanyaghoz jutni, amely elegendő a magas színvonalú tejtermeléshez.

A borjzás hónapja. Bizonyos mértékig befolyásolja a várható tejmennyiséget az ellés ideje, így általában az ősszel és a télen ellő tehenek laktációs termelése valamivel kedvezőbb, mint a tavasszal és nyáron ellőké. Ennek fő oka, hogy az ősszel és a télen ellő tehenek tavasszal a zöldtakarmányozás hatására ismét mintegy „frissfejősekké” válnak. Ezek a különbségek azonban annál kisebbek, minél kiegyenlítettebb az állatok egész évi takarmányozása.

Az egészségi állapot. Jelentős mértékben befolyásolja a tej minőségét a tehén és a tőgy egészségi állapota. Különösen a tőgygyulladás (masztitisz) okoz mélyreható elváltozást. Tőgygyulladásakor a tej cukortartalma csökken, sőt súlyos esetekben a tejcukor szinte eltűnik a tejből. A fehérjék összetétele megváltozik, a tej kazeintartalma csökken a meleg hatására koaguláló fehérjék javára. A tej pH-értéke 6,5-ről szélső esetekben 7,5-ig tolódik el. Emelkedik a tejben lévő fehérvérsejtek (leukociták) száma, és csökken a tejsír. Emésztési zavarok hatására elsősorban a tej mennyisége csökken, de esetenként emelkedik a zsírszázalék. Az ilyen bántalmak befolyásolják a tej ízét is. Mindenféle lázas megbetegedés, továbbá a nehéz ellés, az elvetelés csökkentőleg hat a tej mennyiségére, és növeli a zsírszázalékot. Kivételesen ennek fordítottja is bekövetkezhet.

Az elvetelés. Bármilyen okból vetél el a tehén, az azt követő laktációs időszakban a tejhozam mindig kisebb lesz. Különösen erős a tejsökkenés, ha a magzatburok visszamaradt, és az állat belázasodik. Ha az elvetelés brucellózis következménye, akkor a tehén teje fertőzött, nem fogyasztható. Járványos elvetelés után a tej hónapokon keresztül fertőzött lehet.

A meddőség. A gyógyíthatatlan meddőség súlyos következménnyel jár, mert az ilyen tehenet elapasztás után ki kell selejtezni.

A nimfománia. Ha a petefészek tüszői beérésük után nem repednek föl, hanem elcisztásodnak, a sárgatest nem tud kifejlődni. A tüszőhormon-képződés ilyenkor állandósul, az állat állandóan ivarzik, leromlik, elapaszt, illetve kevés, de sós, kesernyés ízű tejet termel.

Az éghajlat. A jó tejelő jelleg kialakulásának a mérsékelt égöv sík- és hegyvidéke a legkedvezőbb. A bőséges és egyenletesen elosztott csapadék és megfelelő hőmérséklet mellett dúsán termő takarmány az állatok részére egész éven át egyenletes és kielégítő takarmányozást nyújt. A nem túl meleg, csapadékos klíma alatt tehát az állatok ellátása bőséges, a tőgy működése élénk, a tejtermelés jó. Ezért fejlődött ki a tejjgazdasági kultúra elsősorban Dániában, Hollandiában, Svájcban, Svédországban, Finnországban, Új-Zélandon stb. Mostoha természeti viszonyok között viszont a tejelés háttérbe szorul, a kevés takarmány csak az állat életfenntartására elegendő. Magyarországon is a Dunántúl csapadékos vidékein fejlettebb a tejjgazdaság, mint az Alföld szélsőséges éghajlatú vidékein. A klimatikus viszonyok miatt a

vajkészítés inkább a hűvösebb északi államokban, a keménysajt készítése a magasabb hegységekben, a félkemény és lágysajtok készítése pedig, inkább a síkvidékeken fejlődött ki.

Az időjárás. A tehenek télen általában kevesebb és zsírosabb, nyáron több és soványabb tejet adnak, ami bizonyos mértékig a megváltozott hőmérséklettel és takarmányozással függ össze. A paradús időjárás növeli, a szárazföldi légáramlás csökkenti a tej mennyiségét. Általában a nagyobb hőingadozás, az erős szél, a páratartalom és a légnyomás nagyobb változása hatással van a tej mennyiségére és összetételére is. A hőmérséklet emelkedésével csökken a tej zsírtartalma, és fordítva. Viharos időben a tej mennyisége és a tehenek tejleadási készsége csökken, a tej zsírtartalma viszont növekszik. Hűvös, esős napokon főleg a legelőn tartott tehenek adnak kevesebb tejet. Zivataros időben a tej mennyisége nem változik, de egyes élénk vérmérsékletű, jól tejelő állatokon megfigyelték a tej zsírtartalmának 0,6–0,7%-os csökkenését. A viharos időben termelt tej erjedési készsége is megváltozhat, gyorsabban savanyodik, és a sajtok puffadásra hajlamosak. A tartósan jó időben a tej mennyisége emelkedik, és zsírtartalma némileg csökken. Kedvezőtlen időben ennek fordítottja következik be. Magyarországon a nagy tejtermelésű teheneket ún. monodiétás takarmányozással táplálják. Ennek az a lényege, hogy egész éven át kiváló minőségű szilázst etetnek, ezzel kiküszöbölve a szélsőséges időjárásból bekövetkező takarmányváltozásokat.

A talaj. Az éghajlat és a talaj tényezői jellegzetes növényflórát alakítanak ki. Ennek megfelelően a tej összetétele is vidékenként változhat. Tejgazdasági szempontból legjobb a mélyrétegű, laza, mészben gazdag agyagtalaj, nedvességáteresztő altalajjal, amelyen a legelőfüvek és a pillangósok jól díszlenek. A hegyvidéki flóra ízes, zamatos tej termelésére alkalmas. A lápos, nehéz agyag, a száraz homoktalajok mészben, foszforban, magnéziumban szegények. A rajtuk termelt gyenge minőségű széna is szegény ásványi anyagokban. Ez kihathat a vidék állatállományának fejlettségére is. A lápi szénán, továbbá az eső által kilúgozott takarmányon tartott állatok teje mészszegény, belőle csak nehezen lehet jó sajtot gyártani. A nyomelemek hiánya a vegetációt is megváltoztatja, és ez a tejben is megmutatkozik.

A trágyázás. A trágyázás közvetlenül és a takarmányokon keresztül közvetve is hat a tej tulajdonságaira. A frissen trágyázott és trágyalevezett talajokról származó takarmány a tejet káros mikrobákkal fertőzheti. A mésztrágyázás után a mészszegény talajokon mészben gazdag takarmányok fejlődnek, és a tej kalciumtartalma is növekszik.

Az ivóvíz és az itatás. A tejtermelést befolyásolhatja az itatás időpontja, az ivóvíz mennyisége, hőmérséklete és az itatás gyakorisága. A nagy termelésű egyedek folyamatos vízellátásáról gondoskodni kell. Az állatokat mindig ugyanabban az időpontban kell itatni. Nyáron az állat több vizet fogyaszt, egyrészt azért, mert nagyobb a párolgási veszteség, másrészt a friss víz nagy mennyiségű hőt köt le, és ez üdítőleg hat az állatra. Az ivóvíz mennyisége függ a feletetett takarmány víz- és szárazanyag-tartalmától is. Egy kg takarmány-szárazanyagra 4–7 liter vizet számítunk. Tavasszal, ősszel és télen a kifejt tej háromszorosának, nyáron három-öttszörösének megfelelő vízmennyiséget kell nyújtunk a teheneknek. A víz emberi fogyasztásra is alkalmas minőségű legyen. Ne legyen benne szerves anyag, baktérium, parazita. Legyen szagtalan, tiszta, jó ízű.

Az állatok nyugalma. A tej zöme a fejésen kívüli időben képződik bonyolult hormonális és ideghatások eredményeként. Ezért, ha azt akarjuk, hogy a tejtermelés zavartalan legyen, a fejések közötti időben az állatok részére nyugalmat kell teremtenünk, és nem szabad fölöslegesen zaklatni őket. Kerülni kell az istállóban és környékén, különösen közvetlenül a fejés

előtt és a fejés ideje alatt a felesleges járkálást, kutyaugatást, motorzúgást, zajt, általában mindent, ami az állatok szokott nyugalma zavarja.

A mozgás és a szaporodásbiológia. Régóta vitatott kérdés a szaporodás és tejtermelés kölcsönhatása. Több tapasztalati adat utal arra, hogy a nagy tejtermelés negatív hatást gyakorol a szaporodásra, ill. hogy a kisebb teljesítményű egyedek jobb szaporodási eredményt érnek el. A gyakorlat azt is bebizonyította, hogy optimálishoz közelálló tartástechnológia alkalmazásakor, a kiváló tejtermelő egyedek szakszerű szaporodásbiológiai ellátásával a gondok nagymértékben csökkenthetők. A szaporodás és a tejtermelés szempontjából kölcsönösen előnyösnek tekintjük a kötetlen tartástechnológia alkalmazását. Ez többféle módon valósítható meg:

- pihenőboksos, esetleg rácspadlós etetőtérrel kombinálva;
- mélyalmos (folyadékvezetéssel).

A testápolás. A jól ápolt, tisztán tartott, gondozott állatok közérzete jobb és nagyobb a tejtermelésük is. Az ápolás elhanyagolása 7–12%-os tejmenyiség-csökkenéshez vezethet. A tisztán tartott állatok teje tisztább lesz, csökken a tej összcsíraszám (összes bakériumtartalma) is. Az állatok tisztán tartása csak akkor lesz eredményes, ha az istállót, és a kifutókat is tisztántartjuk. A tiszta, bőséges és száraz alom, továbbá a trágya azonnali eltávolítása nélkül állataink hamar szennyeződnek. Az istállót legalább tavasszal és ősszel ki kell meszelni, és havonta egyszer nagyobb takarítást is kell végezni. Elengedhetetlen az állatok félévenkénti körmozgása.

A rovarok. A rovarok nyugtalanító hatásukkal csökkentik a tej mennyiségét. Ha sok légy van az istállóban, az állatok nyugtalanok, nem tudnak pihenni, és 10–15%-kal csökkenhet a tejtermelés. Különösen veszélyes a szúnyog és a légy. Bögölyjárás (marhabagócs) idején szintén nem tudnak az állatok nyugodni. Ilyen esetben 10–40%-kal is csökkenhet a tejtermelés. A sok bögölylárva a marha hátbőre alatt nemcsak a bőr értékét rongja, hanem kihat a tejtermelésre is. A rovarveszély ellen rovarriasztó tögyfertőtlenítők alkalmazásával védekezhetünk. A fejőházba szereljük elektromos légycsapdákat.

A fejés. A tej mennyiségét, zsírtartalmát és minőségét alapvetően meghatározza a fejés módja, ideje és gyakorisága. Ismerve a tejeleadást kiváltó oxitocin hatását, egyenletesen és gyorsan kell fejni, mert így kapjuk a legtöbb és a legzsírosabb tejet. Tudjuk, hogy a fejés végén kapjuk a legzsírosabb tejet, tehát a tögyet alaposan ki kell fejni. A jól kifejt tehén általában kisebb szomatikussejt-számú tejet termel. Igen kedvezően hat a tej mennyiségére és zsírtartalmára a tejmirigy működését serkentő tögyingerlés, az automatikus tögyingerlés, és a fejést befejező masszázs (utófejés).

Ugyancsak kedvezően hat a tej mennyiségére és zsírtartalmára az egyenletes fejés. A fejés elavult módja a kézi fejés. Sajnos ezek fajtájuktól függetlenül kevésbé kímélik a tögyet, rosszabb minőségi tejet biztosítanak. Az egyes gazdaságokban alkalmazott fejőautomaták (fejőrobotok) alkalmazása teljes biztonságot nyújtanak a minőség és a mennyiség vonatkozásában, de nem pótolják az ember alkotó észrevételét az állat helyzetére, állapotára vonatkozóan. Minél hosszabb idő telik el a két fejés között, annál több, de soványabb tejet kapunk. Kétszeri fejés esetén az este kifejt tej kevesebb, de 15–20%-kal zsírosabb lesz, mint a reggel fejt. A megszokott fejési időket lehetőleg ne változtassuk. Ha a teheneket nem a megszokott időben fejjük, az állatok nyugtalankodnak, és csökken a tej mennyisége.

A fejések száma. A fejések számának növelésével általában nő a kifejhető tejmenyiség. E téren azonban az egyedi különbségek számottevőek. A különböző vizsgálatok eredményeképpen a kétszeri fejéshez képest a háromszori fejés 1–25%-os többletet eredményezett. Általában

mintegy 3000 liter évi tejelés esetén a háromszori fejés 2–7% többlettejet és 0,1%-kal nagyobb zsírszázalékot szolgáltat a kétszeri fejéshez viszonyítva. A nagyobb tejelőképességű tehenek termelésében 15–20% a tej- és 0,2% a tejsír-különbség a háromszori fejés javára. Kedvezően hat a többszöri fejés a perzisztenciára is. A napi egyszeri fejés viszont számottevően, mintegy felére csökkentheti a normálisan termelhető tejmenyiséget. Gyakorlatilag háromszor ajánlatos fejni:

- a napi 15–16 liternél több tejet adó teheneket,
- az előhasi teheneket,
- a laktáció első hónapjaiban,
- ha nagy a tejhiány.

A **tenyésztési cél** általában az, hogy a tehenek a kívánt tejmenyiséget (4000–5000 kg tejet) lehetőleg kétszeri fejésre termeljék meg. A törzskönyvezés újabb irányelvei szerint célszerű feltüntetni a fejések számát, amellyel valamely tejmenyiséget megtermeltek. A napszak és a fejések száma is befolyásolja a tej összetételét. A legzsírszegényebb a reggel fejt tej. Kétszeri fejkor mintegy 10–15%-kal zsírosabb az este kifejt tej. Ha háromszor fejtünk, a déli és az esti tej a reggel fejt tejnél ugyancsak zsírosabb. Csökkenthető ez a különbség, ha egyenlő időközökben fejtünk.

Az ember. A tej mennyiségére, összetételére, tulajdonságaira ható tényezők között az állattenyésztő, az állatgondozó, a fejő és a tejkezelő munkájának hatásáról is szólni kell. Az állattenyésztő tudásától, rátermettségétől függ, hogy a tenyésztői munkán, az állattartáson, a takarmányozáson, a munkák helyes megszervezésén keresztül az adott körülmények között miként nyerheti a tehenektől a legtöbb tejet. A tehénápolók gondossága, lelkiismeretessége, a helyes takarmányozás kihat az állatok egészségére, közérzetére, és ezen keresztül a tej mennyiségére és minőségére is. A fejő ügyessége, szakértelme, tisztaság iránti érzéke a szakszerű és higiénikus fejés biztosítója. Enélkül a legjobb tehénállománnyal sem lehet kellő eredményt elérni.

2. FEJEZET

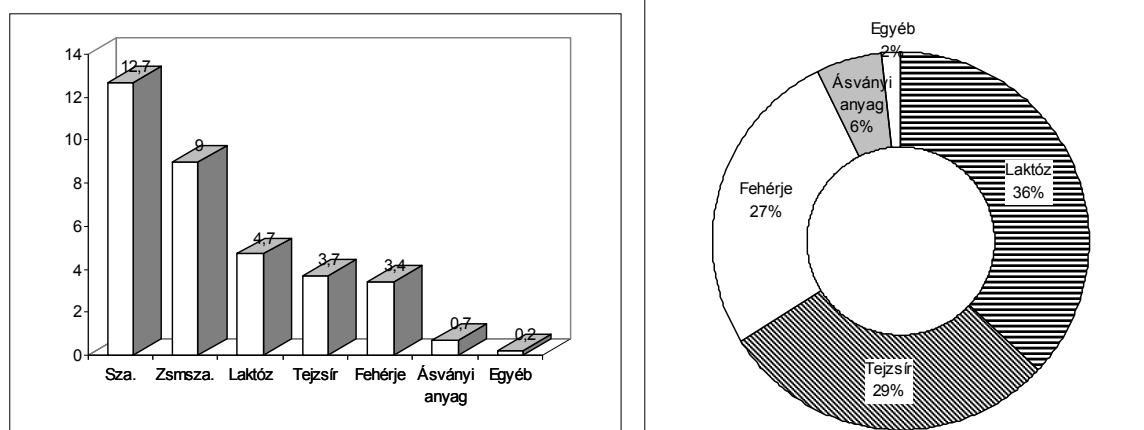
A TEJ ALKOTÓRÉSZEI ÉS A TÁPLÁLKOZÁSBAN BETÖLTÖTT SZEREPÜK

A tej egyes alkotórészei a vérből származnak, onnan kerülnek át változás nélkül a tejbe (pl. ásványi anyagok), míg mások a szintetizáló anyagcsere-folyamatok eredményei (pl. fehérjék, zsírok). A tejképződés igen anyag- és energiaigényes folyamat. Egy liter tej képződéséhez a tőgyön kb. 500 liter vérnek kell átáramolnia. A tej összetétele, az alkotórészek aránya sok tényezőtől függ, és természetesen alapvetően eltérő lehet az állatfajtól, fajtától, függően is (2.1. táblázat).

2.1. táblázat. *Néhány tejelő állatfaj és az ember tejének összetétele (%)*

Alkotórész	Tehéntej	Juhtej	Kecsquetej	Bivalytej	Szamártelj	Kancatej	Anyatej
Fehérje	3,3	5,5	3,9	5,9	1,5	2,15	1,0–1,5
Zsír	3,8	8,2	4,0	7,9	1,15	0,6	2,0–6,0
Tejcukor	4,6	5,0	4,5	4,5	6,0	6,75	7,1–7,3
Ásványi anyagok	0,8	0,9	0,8	0,75	0,4	0,35	0,20–0,25
Száranyag (Sza.)	12,5	19,6	13,2	19,05	9,05	9,85	11,0–14,0
Zsírmentes szárazanyag (Zsmsza.)	8,8	11,4	9,2	11,15	7,9	9,25	7,5–8,5

A tehéntej legnagyobb része, mintegy 87,3%-a víz. Összetételét számos tényező befolyásolja, mint pl.: a fajta, a genetikai adottságok, termelőképesség, a takarmányozás, az éghajlat, az évszak, az egészségi állapot, a tejelési időszak, a fejés gyakorisága (2.1. ábra).



2.1. ábra. *A tehéntej átlagos összetétele a víz nélkül és az alkotók aránya a szárazanyagban (%)*

A tej bonyolult összetételű, igen finom, stabil emulzió, melyben a diszperzitást a zsírgolyócskák, a kolloid oldat jelleget a fehérjék, míg a valódi oldatot a vízben oldott tejcukor és ásványi anyagok alkotják (2.2. táblázat).

2.2. táblázat. A tejalkotók fiziko-kémiai jellemzői

Jellemzők	Zsírgolyócskák	Kazein micellák	Savófehérje	Tejcukor	Ásványi sók és ionok
Fő alkotó részek	trigliceridek (glicerin+zsírsavak)	α -, β -, γ -, κ -kazein	Globuláris fehérjék: (laktalbumin, laktoglobulin)	laktóz = glükóz + galaktóz	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , H_2PO_4^-
Kolloid állapot	emulzió-durva diszperz rendszer	kolloid diszperzió	kolloid oldat	valódi oldat	valódi oldat
Koncentráció, %	3,7	2,8	0,6	4,7	0,7
Méret	0,1–20 μm	10–300 nm	3–6 nm	0,4–1 nm	0,4 nm
Részecskeszám, db/cm ³	10 ¹⁰	10 ¹⁴	10 ¹⁷		
Izoelektromos pont, pH	3,8	4,6	4,0–5,5		
Sűrűség, g/cm ³	0,92	1,11	1,34		

2.1. Víz

A tej víztartalmának legnagyobb része *szabad víz*, de 3–4% *kötött vizet* is tartalmaz, ami a fehérjékkel asszociálódva hidrátburkokban, illetve kémiaiilag kötötten található. A víz oldószere a tejcukornak, a vízben oldódó ásványi anyagoknak és vitaminoknak. Diszperziós közege a fehérjéknek, zsíroknak és a zsírban oldódó vitaminoknak. A víz aránya a tejben télen némileg kevesebb, nyáron viszont, a zöldtakarmányozás miatt több. A normálistól eltérő magas víztartalmat is tapasztalhatunk a tejben, aminek oka lehet a tehén egyedi adottsága, vagy a tej legegyszerűbb hamisítása, a vízzel történő hígítás. A vízzel történő hamisítás könnyen kimutatható a sűrűség mérésével, sőt a fagyáspont megállapításával a vizezés pontos mértékét is meg tudjuk határozni. A felvásárlandó tej szárazanyag-tartalma – víztartalma – fontos gazdasági kérdés, amelyben a termelő és a felvásárló bizonyos értelemben még napjainkban is ellenérdekelt. A hamisítással jelentkező ellenérdekelttség az egyéni kistermelői rétegnél tapasztalható leginkább. A termelő érdeke az, hogy (természetesen a nyerstej szabványos beltartalmát figyelembe véve) minél több tejet adjon át a felvásárlónak, hiszen az végül a mennyiség alapján fizet (nagyobb mennyiség = nagyobb bevétel). A felvásárló (feldolgozó) érdeke az, hogy minél olcsóbban vásároljon kiváló minőségű tejet, kiemelkedően magas szárazanyag-tartalommal. A két fél érdekérvényesítésének alapja a napjainkban már európai színvonalú minősítési rendszer, amely figyelembe veszi a nyerstej beltartalmi értékeit és higiéniai minőségét is. Napjainkban terjedő tendencia, hogy elsősorban a sajtgyártó feldolgozók a szabványban rögzített fehérjetartalmat meghaladó értékű tejt magasabb felvásárlási árat fizetnek, mert a nagyobb fehérjetartalmú tejből több sajt gyártható.

2.2. Fehérjék

A fehérjék aránya a tehéntejben kb. 3,1–3,4%. Általában 0,3–0,5%-kal mindig kevesebb a fehérjetartalom, mint a zsírtartalom. Amellett, hogy számos tejtermék lényegét a fehérjék adják, a tej fehér színének kialakításában is szerepet játszanak. A tejben kétféle nagy fehérjecsoportot különböztetünk meg, amelyek további összetevőkre oszthatók (2.3. táblázat):

- *Kazeinfehérjék* (α -, β -, γ -kazein): foszfortartalmú fehérjék, az összesfehérje-tartalom kb. 80%-át adják. Jellemzője, hogy sav (4,6 pH-nál) és oltó hatására denaturálódnak, ezzel a tej alvadását okozzák. Erre épül a savanyú készítmények és részben a túró- és sajtfélék gyártásának technológiája.

- *Savófehérjék:* Legtöbbjük sav és oltó hatására nem denaturálódik, hőre viszont érzékenyek. A hődenaturáció kb. 60 °C-tól kezdődik, 90 °C felett válik jelentősebb mértékűvé. A sajtfélék gyártásakor jelentős mennyiségű édes, vagy savanyú savó keletkezik, amellyel a savófehérjék nagyobb része eltávozik. Egyes termékeknél a magas hőmérsékletű hőkezeléssel (85–92 °C) csökkentik a savófehérjék eltávozását azáltal, hogy a denaturált fehérjék részben be tudnak épülni az alvadék szerkezetébe. Hasonló módszerrel (forralást kiegészítve hosszú hűntartással) lehet visszanyerni további felhasználásra a savófehérjéket, és ezt a jelenséget a savósajtok (orda) készítésénél is használják. A denaturáció hosszabb idő után lerakódásokat okoz más alkotókkal együtt a hőkezelő berendezések hőátadó felületein, ezért azokat rendszeresen híg savoldattal tisztítani kell.

A savófehérjék fő összetevői:

- vérszérum albumin,
 - laktalbumin (hő hatására könnyen kicsapódik),
 - α -, β -laktoglobulin,
 - immunglobulinok.
- *Egyéb fehérjék, membrán és burokfehérjék:* az összes fehérje mindössze 1%-át adják. Globulárisak, oltó hatására nem, de 100 °C-on Ca-ionok jelenlétében és sav hatására (4,6 pH alatt) kicsapódnak. Fontosak, mint másodlagos emulgeátorok is.

2.3. táblázat. A tej fehérjeösszetétele (tejfehérje=100%)

F E H É R J É K	⇒ Kazein fehérjék ~ 80%	⇒ α_s -kazein ~ 50%
		⇒ α -kazein ~ 62%
		⇒ κ -kazein ~ 12%
	⇒ Savófehérjék ~ 19%	⇒ β -kazein ~ 15%
		⇒ γ -kazein ~ 3%
	⇒ Egyéb ~ 1%	⇒ hőérzékeny ~ 14%
⇒ hőstabil ~ 5%		
	⇒ albumin ~ 10%	
	⇒ globulin ~ 4%	
	⇒ laktoferrin	
	⇒ laktollin	
	⇒ membránfehérjék	

A tejfehérje teljes értékű fehérje, azaz az ember számára szükséges összes esszenciális aminosav megtalálható benne, ezért a tej és tejtermékek önmagukban fogyasztva is igen értékesek. Az esszenciális aminosavak a szervezetben akkor hasznosulnak optimálisan, ha más aminosavakból is jelen van az ehhez szükséges mennyiség. A tej és tejtermékek aminosav-összetétele ebből a szempontból is rendkívül kedvező. A 2.4. táblázatból látható, hogy 0,6 liter tej elfogyasztásával (a metionin kivételével) fedezhető az ember napi esszenciális aminosav-szükséglete.

2.4. táblázat. Az ember napi esszenciális aminosav szükséglete és a kielégítéshez szükséges tejmennyiség

Aminosav	Minimális szükséglet, (g/nap)	Elégséges tejmennyiség, (liter)
Triptofán	0,25	0,5
Fenilalanin	1,1	0,6
Leucin	1,1	0,3
Izoleucin	0,7	0,3

Treonin	0,5	0,3
Metionin	1,1	1,2
Lizin	0,8	0,3
Valin	0,8	0,4

Mivel a tejtermékek egyes aminosavakat feleslegben tartalmaznak, ezért kiválóan alkalmasak más, elsősorban növényi eredetű táplálékok hiányos aminosav-garnitúrájának kiegészítésére, komplettálására, azaz biológiai felértékelő képességük kiváló. Így pl. 70% laktalbumin és 30% burgonyafehérje keverékének biológiai értéke 134,75. A tejfehérjék további pozitív hatásai, tulajdonságai:

- A tejfehérjék, elsősorban a kazein, igen jól emészthetőek, így idősebb emberek esetében, illetve betegségek után fogyasztva kiváló roboráló (erősítő) hatása van. Ez a gyomorban a gyomorsav hatására bekövetkező pelyhes alvadással van összefüggésben. Az emészthetőség tovább javítható a technológia során, pl. homogénezéssel, de fogyasztáskor is, pl. teával, kávéval keverve.
- A tejfehérjék purinszegények, így a tejfehérjék fogyasztása nem okozhat köszvényt.
- A tejfehérjék erősítik a szervezet ellenálló képességét. A laktalbumin szervezetben történő lebomlásakor bakteriosztatikus anyagok képződését figyelték meg, valamint bizonyították, hogy 10–20% kazein a táplálékhoz keverve más tápanyagfehérjékhez viszonyítva nagyobb ellenálló képességet eredményez.
- A tejfehérjék kiváló felértékelő képességük, sajátos szerkezetük miatt kiemelkedő szerepet tölthetnek be a korszerű táplálkozásban, a kalóriaszegény étrend kialakításában, és elsősorban a lisztérzékenyek és gyomorbetegék diétájában.
- Égési sérülteknél igen előnyös a magas fehérjeszükséglet kielégítésére, segíti a gyorsabb bőrregenerálódást.
- A sajtok érlelése, „előemésztése” során 10%-kal javul a fehérjehasznosítás, és 20%-kal javul a májregeneráció és a testtömeg-gyarapodás.

Meg kell említeni a tejfehérjékkel szembeni érzékenységet, mint negatív jelenséget. A felszívódási zavarok közül az ún. tejérzékenységet, melynek hátterében igen sokszor az áll, hogy a csecsemő túl hamar kap tehéntejet, vagy azt tartalmazó terméket, így könnyen kialakulhat a tejfehérjéinek felszívódási zavara.

A **tejfehérje intolerancia** tulajdonképpen enzimdefektus, csökkent enzimtermelés, vagy az enzim hiánya váltja ki, ilyenkor nem kellően bontott bomlástermékek dúsulhatnak fel az emésztőtraktusban, esetleg más enzimes folyamatok blokkolódhatnak. A tejfehérje intolerancia leginkább ismert formája a fenil-ke-tonúria, amikor a szervezetben a fenilalanin-hidroxiláz enzim sérült termelése következtében a fenilalanin feldúsul.

A **tejfehérje allergiát** az válthatja ki, hogy a nem kellően bontott, illetve bontatlan fehérjék immunológiai választ váltanak ki a szervezetben. A tisztán tejfehérjével kapcsolatos allergia a csecsemőknél sokféle formában jelentkezhet. Általában nem lehet eldönteni, hogy pontosan milyen fehérjefrakció okozza, ezért teljes tejmentes diétát alkalmaznak fellépésekor. A tejfehérjék allergén hatása jelentősen csökkenthető a technológiában, pl. hőkezeléssel előidézett denaturálással.

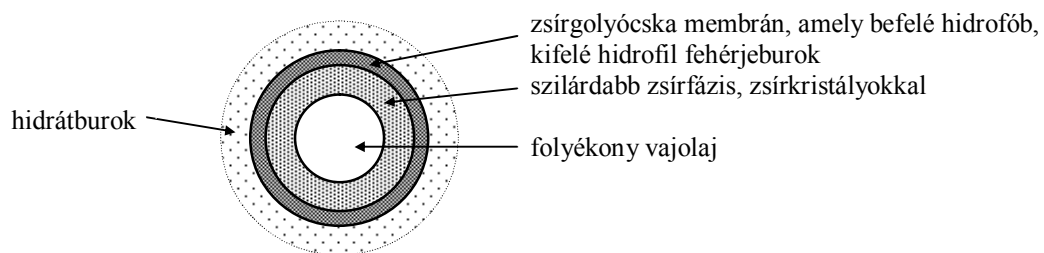
Ugyancsak régi megfigyelés, hogy tehéntej allergiában szenvedők kecske- vagy juhtejet (terméket) fogyasztva nem produkálják a tüneteket. Ennek magyarázatát a fehérjék finomösszetételében lehet keresni. A tehéntej kiváltása más tejjel nem mindig hoz teljes eredményt, de 200 tehéntej-fehérje allergiában szenvedő beteggel végzett kísérletben azt tapasztalták, hogy a kecsketej, illetve a juhtej fogyasztása a betegek 45 illetve 99%-ánál nem okozott tüneteket. Leegyszerűsítve ez azt jelentheti, hogy a tehéntej-fehérje allergiások fele

valószínűleg minden gond nélkül tudja fogyasztani a kecsketejet, és szinte mindegyikük a juhtejet, illetve az ezekből készült termékeket.

2.3. Zsírok, zsírszerű anyagok

A tej zsírtartalma szinte 100%-ban trigliceridekből áll, ezért a tej zsírtartalmáról szólva általában erre gondolunk. A tejszír aránya a tehéntejben átlagosan 3,7%, amely 2,8–5,5% között változhat. A tej zsírtartalma több tényezőtől függ.

- laktációs (tejelési) időszaktól: az időszak vége felé a tej hígul, nő a lipáz enzim koncentrációja (2.2. ábra),
- takarmányozástól: a nyári zöldtakarmányok csökkentik a tej zsírtartalmát,
- fajtától: holstein-fríz, 3,3–3,6%; magyartarka 3,7%; jersey 5,4%.



2.2. ábra. A zsírgolyócskák szerkezete

A tej trigliceridjeiben mintegy 60-féle zsírsav található. Az összes zsír és zsírszerű anyagban kb. 150.

A legfontosabbak:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	vajsav	C4
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	olajsav	C18:1
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	palmitinsav,	C16
	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	sztearinsav	C18

A tejszír, így a vaj is, a zsírsav-összetétel miatt télen keményebb, nyáron lágyabb. Ez annak eredménye, hogy egyes takarmányok lágyítják, mások keményítik (pl. répaszelet). A zsírban oldódik több színező anyag (karotin), íz- és szaganyagok, és a zsírban oldódó vitaminok. A zsíros tejtermékek, elsősorban a vaj állománytulajdonságait a zsírsav-összetétel jelentősen befolyásolja. Így a zsírsavak száma, hossza, telítettsége, elhelyezkedése a glicerinmolekulában, mind-mind módosító tényező. Az állománytulajdonságokat elsősorban a két legnagyobb arányban előforduló zsírsav, az egyszeresen telítetlen olajsav és a telített palmitinsav egymáshoz viszonyított aránya határozza meg.

A trigliceridek mellett lipidok is találhatóak a tejben (2.5. táblázat), amelyek elsősorban emulgeátorként igen jelentősek (hidrophil és hidrophob molekulárésszel egyaránt rendelkeznek, ezért segítik az emulgeálást).

A tej lipidjainak csoportosítása:

- glikolipidok (cerebrozidok),
- foszfolipidok (lecitin, kefalin, szfingomielin),
- szterinek (koleszterin, ergoszterin).

2.5. táblázat. A tej lipidanyagai az összes zsírtartalomban

Megnevezés	Mennyiség, %
Trigliceridek	98–99
Foszfolipoidok	0,2–1,0
Szterinek	0,25–0,40

Nagyon fontos tudni, hogy a tejsír nem egyszerűen energiaforrás, hanem zsírsav-összetételénél és magas diszpergáltsági fokánál fogva, táplálkozás-élettani szempontból igen előnyös zsiradék. Az emberi táplálkozás zsírforrásai közül a tejsírt nemrég még egyértelműen egészségre károsnak tartották, mivel az telített zsírsavakban gazdag. Újabb kutatások szerint azonban több olyan komponenst is tartalmaz, amelyek pozitív étrendi hatást váltanak ki, pl. bizonyítást nyert, hogy a tej gazdag a humán egészségügyi szempontból fontos konjugált linolsavakban.

A tejsír igen jó növekedés-serkentő hatással bír, ami jó diszpergáltságából, így könnyű felszívódásából fakad. Az átlagosan 2–4 mikrométer átmérőjű zsírgolyócskákat az epe igen gyorsan emulgeálja, így az emésztés és a felszívódás gyorsan végbemegy a béltraktus hosszú leterhelése nélkül. A tejsír gyors felszívódásával mindenképpen számolni kell, ezért az energiaszegény étrendben elsősorban az alacsonyabb zsírtartalmú tejtermékeket lehet javasolni.

A tejsír tartalmazza az élettanilag döntő összes zsírsavféléket, és egyedülálló a benne megtalálható zsírsavak és származékaik sokfélesége miatt. A tej zsírsavai között megtaláljuk az esszenciális zsírsavakat (linolsav, linolénsav, arachidonsav) és viszonylag jónak mondható a rövid és közepes hosszúságú zsírsavak aránya (2.6. táblázat).

2.6. táblázat. A legfontosabb zsírsavak a tehéntejben

Zsírsav	Aránya a tejsírban, %	Dermedéspont °C	Állag
<i>Telítettek</i>			
Vajsav	3,0–4,5	–7,9	szobahőmérsékleten
Kaprónsav	1,3–2,2	–1,5	
Kaprinsav	0,8–2,5	+16,5	folyékony
Kaprilsav	1,8–3,8	+31,4	
Laurilsav	2,0–5,0	+43,6	szobahőmérsékleten
Mirisztinsav	7,0–11,0	+53,8	szilárd
Palmitinsav	25,0–29,0	+62,6	
Sztearinsav	7,0–13,0	+69,3	
<i>Telítetlenek</i>			
Olajsav	30–40	+14,0	szobahőmérsékleten
Linolsav	3,0–3,5	–5,0	folyékony

A rövid és közepes hosszúságú (12 szénatomnál kevesebb) zsírsavak különös jelentőséggel bírnak, mert ezek bontás nélkül, közvetlenül fel tudnak szívódni a vérből, azaz közvetlenül, azonnal hasznosulni tudnak a szervezetben. Arányuk a tejsírban más élelmi zsiradékhoz képest kiemelkedő, 12–14%-nyi. Ez a jelentős arány az egyik magyarázata a tejsír kiemelkedő növekedést elősegítő hatásának. Az eddigiek és az a tény, hogy a telített és telítetlen rövid szénláncú zsírsavak optimális arányban vannak jelen, erősítik a tejsír értékét. A tej zsírsav-összetétele teljesíti az optimálisnak tartott 1/3–1/3–1/3 arányt a telített–telítetlen zsírsavak–olajsav arányt illetően.

Ugyancsak optimális arányban tartalmazza az úgynevezett ω -6 és ω -3, többszörösen telítetlen zsírsavakat (ω -6 zsírsav: olyan többszörösen telítetlen zsírsav, amelyben az első kettős

kötés a láncvégi metilcsoporttól számított 6. szénatomnál helyezkedik el). A tudomány mai állása szerint az optimális ω -6/ ω -3 arány 3/1. Kimondottan terápiás, azaz gyógyító hatású az 1/1 arány, míg 5/1 arány felett kockázati tényezőt jelent a sok ω -6 zsírsav. Az ember napi ω -3 zsírsav-igénye kb. 3 gramm, amit kizárólag a tejtermékek fogyasztásával nem lehet fedezni. Ettől függetlenül a tejsír jótékonyan elensúlyozza más zsíradékok kiemelkedően rossz ω -6/ ω -3 zsírsav arányát. A túlzottan magas ω -6/ ω -3 arány számos betegség rizikóját növeli, így pl. jelentősen növeli az érlemeszesedés, allergiás, reumás ízületi problémák, magas vérnyomás, pikkelysömör, koraszülés, stb. kialakulását, kockázatát.

A tejben előforduló konjugált linolsav (KLS) jótékony hatásáról a 20. és a 21. fejezetben számolunk be. A konjugált linolsav mellett meg kell említeni a **vajsav** igen erős antioxidáns hatását (gyökfogó, daganatellenes) is, amely régóta ismert. A tejsír 3,7–4,8%-ban tartalmazza ezt a zsírsavat. A kiskérődzők teje általában több KLS-t és vajsavat tartalmaz, mint a tehéntej, így előnyösebb tulajdonságokkal rendelkezik.

A vaj élettanilag előnyös tulajdonságai közé sorolható a természetes eredet, a tartósítószerektől és katalizátor-maradványoktól való mentesség, amely például a margarinról nem mondható el. Optimális arányban tartalmaz rövid szénláncú zsírsavakat, ezért növekedést elősegítő hatása és emészthetősége is felülmúlja az összes többi lipidét. Mindezen jótétemények mellett a tejsír még rákellenes hatással is bír. További előnyös tulajdonságai között megemlíthető, hogy az érlemeszesedést elősegítő transz-zsírsavakat a kritikus 5%-nál jóval kisebb arányban tartalmazza, valamint az omega-6 és omega-3 zsírsavak egymáshoz viszonyított aránya is nagyon közel áll az optimálisnak tekinthető 3:1 értékhez.

A tej foszfolipoidjai és glikolipoidjai. A tej foszfolipidjei viszonylag nagyobb mennyiségben tartalmaznak poliénsavakat, melyek fontos tulajdonsága, hogy a tej emulzióban tartásával növelik annak emészthetőségét, továbbá lipotróp hatásukkal kedvezően szabályozzák a májból a zsírok elszállítását. Ugyancsak a koleszterin oldatban tartásával gátolják annak az erekre történő lerakódását. A kefalin a véralvadásban játszik fontos szerepet, míg más a tejben is megtalálható foszfolipidok jelentős mennyiségben fellelhetők az agyban és a vérben. A cerebrozidok, mint glikolipidok megtalálhatók az agyban, a májban, a lépben, és a vesékben.

A tejsír mennyisége döntően befolyásolja a termék ízét, kiemeli azt és teltté, kedvezőbbé teszi. A főlözött tej zsírtartalom híján természetesen kevesebb energiát tartalmaz, de a fogyókúrázni szándékozókna vajmi kevés gasztronómiai élvezetet fog okozni.

2.4. Tejcukor (laktóz)

A tejben található diszacharid, glükózból és galaktózból épül fel. Mennyisége kb. 4,6–5,1%, viszonylag állandó. Jelentősége:

- a tej édeskés ízét adja (fele olyan édesítőképeségű mint a répacukor),
- mint szénhidrát, fontos energiaforrás,
- bontásakor a bélben lévő tejsavbaktériumok a tejcukorból tejsavat erjesztenek, ami amellet, hogy gátolja bélidegen flóra terjedését a bélben, természetes módon hozzájárul a bél pH-jának biztosításához; szintézisekben is szerepet játszik, így pl. az izom- és máj-glikogén képzésében,
- a belőle keletkező tejsavas közegben javul az ásványi anyagok felszívódása (6–15%-kal, nő a csontsűrűség) és lassabb a vitaminok bomlása,
- blokkolja a Ca szállítását megakadályozó mukózt,
- Ca-mal Ca-laktátot képez, ami csökkenti a zsír lerakódását a májban,
- galaktózból képződő komplexek beépülnek az érbelhártyába, és elősegítik az erek regenerálódását, csökkentik a koszorúér katasztrófák kialakulásának kockázatát,

- részben a tejcukor, részben más, a tejben található ún. exopoliszacharidok a probiotikumok egyedüli tápanyagai, így ezek bevitele a szervezetbe igen fontos,
- a tejcukor egyik összetevője a galaktóz, fehérjével vagy zsírral kapcsolódva beépül a porcokba, a kötőszövetekbe, és fontos szerepe van az idegrendszer felépítésében is.

Technológiai szempontból a mikrobák okozta fermentációban és bontó folyamatokban (pl. savas alvasztás, fehérje- és tejcukorbontás) játszott szerepe a döntő, de nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a tej szárazanyag-tartalmának több mint 1/3-a tejcukor, így sok termékben is jelentős arányban jelen van. A sajtfélék gyártásakor jelentős része veszendőbe megy, mert a savóval sok tejcukor távozik. A hosszabb érésű keménysajtok tejcukortartalma gyakorlatilag nulla.

Amennyiben a laktóztartalmat kívánjuk csökkenteni, a szóba jöhető eljárások a fermentáció, az ultraszűrés és az enzimes laktózbontás. Ez utóbbi esetben a súlyosabban laktózérzékenyek is fogyaszthatják a tejet, és a tej íze is édesebb lesz. Savanyítással (pl. joghurt) is lényegesen csökkenthető a laktóztartalom, így a laktózérzékenyek többsége tünetmentesen fogyaszthatja e termékeket. A gyakorlatban a tejcukor érzékenyek többsége (felnőttkori intolerancia) jól tolerálja, gond nélkül fogyasztja a 80%-ban bontott, vagy csökkentett tejcukortartalmú tejterméket. Magyarország lakosságának kb. 14%-a valamilyen formában érintett a tejcukor érzékenységekben.

2.5. Egyéb anyagok

Mennyiségük 0,9%, ebből ~0,7%-ot az ásványi anyagok képviselnek; a tejben elsősorban oldottan található, de kötött formájuk is jelen van. Jelentőségük technológiai szempontból a tej sóegyensúlyának biztosításában van, elsősorban az édes alvasztással készülő sajtfélék gyártásában, illetve egy részük a pasztörökben hozzájárul a tejkő képződéséhez. Különösen előnyös a tej ideális Ca:P aránya (1,5:1) amely az állati termékek közül pozitívan kiemeli a tejet. Az utóbbi években a már ismerteken túl felértékelődni látszik a tej vas-, cink- és jódtartalma. Az oldható Ca-tartalom a hőkezelés hatására csökken, amit figyelembe kell venni a tej oltós alvasztásánál, ahol alapfeltétel a megfelelő mennyiségű oldott Ca a jó alvadék és a rövid alvadási idő szempontjából. Sajtgyártáskor általában a pasztörözéskor oldhatatlanná váló Ca-ot pótolni kell. Újabban került előtérbe a tej szeléntartalma, amelynek ismert daganatképződést gátló hatása.

A legutóbbi időkig kevés figyelmet fordítottak a tej nátrium/kálium arányára, ami táplálkozásunkban különböző felmérések szerint „3–4” között található az ajánlott „1” helyett. A tej 0,3-as nátrium/kálium aránya hozzájárul a túlzott nátriumfogyasztás kompenzálásához. Kísérletekben azt tapasztalták, hogy az 1,0 alatti nátrium/kálium arány védőhatású a magas vérnyomás kialakulásával szemben.

A mikroelemek közül a cink és a króm kiemelt jelentőséggel bír. Fél liter tej a napi cinkszükséglet 20%-át fedezi. A tej cinktartalma azért igen figyelemre méltó, mert az anyagszere-folyamatokban sokoldalúan részt vevő cinkből a férfiak csupán 15, a nők csupán 8%-a tekinthető kielégítően ellátottnak. Fél liter tej a napi krómszükséglet több mint 50%-át tartalmazza. Jelentőségét mutatja, hogy a szívinfarktusban elhaltak aortájában csak harmada-hatoda krómot lehet kimutatni, mint a baleset következtében elhaltak esetében. A króm alkotórésze a koleszterinszintet csökkentő és a cukortűrőképességet fokozó króm-nikotinsav (glükóz-tolerancia) faktornak. Fiatalkori cukorbetegségben szenvedők esetében a vérben alacsonyabb krómkoncentrációt figyeltek meg.

0,1% alatti mennyiségben található egyéb alkotórészek

- *Vitaminok:* a tej igen sokféle vitamint tartalmaz, így egyes vitaminok szempontjából értékes vitaminforrás (pl. B₂, B₁₂). Táplálkozás-élettani jelentőségükön túl a technológiában is szerepet játszanak, mivel az alkalmazott szintenyészetek mikrobáinak szükségük van vitaminokra. Összefoglalva elmondható, hogy bár a tejet nem vitamintartalma miatt tartjuk kiemelkedően egészséges tápláléknak, mégis, több vitaminféleségből a napi szükséglet jelentős részét fedezni lehet kb. egy liter tej elfogyasztásával, így értékes vitaminforrásnak tekinthető. A fermentált készítmények gyártása közben az alkalmazott kultúrák vitaminokat is termelhetnek, így a termékek vitamintartalma több is lehet, mint a kiindulási tejé.
- *Enzimek:* az enzimek olyan szerves vegyületek, amelyek a szervezetben lejátszódó bontó, vagy szintetizáló biokémiai reakciókat irányítják. Lehetnek:
 - eredeti (originális) enzimek: már a fejés pillanatában is megtalálhatók a tejben,
 - másodlagos enzimek: tejben lévő baktériumok működésének eredményeként kerülnek a tejbe, néha kedvező, de inkább káros a jelenlétük.

Fontosabb enzimek a tejben:

Lipáz: mind eredeti, mind másodlagos lehet. A tejsírt bontja szabad zsírsavakra és glicerinnre, ezzel csípős, karcos ízhibát okoz. A másodlagos forma okoz gondot (lipázos ízhiba), mert csak magas hőfokon, hosszú hőntartással pasztörözve bomlik el. Öregfejs tehének tejében és nem megfelelő higiéniájú tejben mennyisége több.

Foszfátáz: gyors pasztörözés kimutatására használják, mert 72 °C-on elbomlik.

Peroxidáz: pillanat hevítés kimutatására használják, mert 85 °C-on elbomlik.

Lakto-proteáz: originális formája hőkezeléssel bomlik, de regenerálódik idővel, ezért hosszú tárolásnál keserű ízt okozhat. Másodlagos formája fontos szerepet játszik az érlelt sajtok állományának és ízének kialakításában.

Kataláz: tőgybeteg állat tejében a kataláz szint megnő, így a tőgy egészségi állapotának jelzésére jó. A tej csíratartalmának elpusztítására ismert eljárás a *peroxid-kataláz módszer*, ami a hidrogén-peroxid erős csíraölő és a kataláz enzim hidrogén-peroxid bontó hatásán alapul. Fontos azonban tudni, hogy ez esetben az alkalmazott kataláz kívülről adagoljuk a tejbe, az *nem a tejből származik*. Egyes sajtok gyártásában külön engedély alapján alkalmazzák(ták) a módszert.

- A tejtermékek gyártása során egyéb olyan anyagok képződnek, amelyek igen kedvező élettani hatásúak. Ezeket a sokszor kis mennyiségű, de jelentős hatású anyagokat összefoglaló néven „probiotikumoknak” nevezik. Ilyen pl. a tejsav, különböző védőanyagok, fehérjeszármazékok, vitaminok stb.
- *Színező anyagok:* a tej zsírjának színében a sárgás színű karotinoidek dominálnak más színanyagok mellett (klorofill, xantofill). A tej legjelentősebb vízoldható színezőanyaga a riboflavin (B₂-vitamin), a friss savó jellegzetes zöldessárga színét okozza.
- *Sejtes elemek:* Egyrészt a vérből, másrészt a tőgy szöveteiből kerülnek a tejbe. Szöveti eredetűek pl. az epitél sejtek, az óriássejtek, sejttöredékek, míg a vérből származnak pl. az eritrociták, a leukociták és a fagociták. A szomatikus sejtszámmal jellemezzük mennyiségüket. A szomatikus sejtszám nagysága több tényezőtől függhet, pl. összefüggésben van a tartás körülményeivel, az állat egészségi állapotával, a laktációs periódussal. A szomatikus sejtszám egyik fontos meghatározója a tej higiéniái állapotának, ezen keresztül minőségének és feldolgozhatóságának.

2.6. A tej tulajdonságai

2.6.1. Fontosabb fizikai-kémiai tulajdonságok

Sűrűség: friss elegytej esetén 1,029–1,033 g/cm³ 15 °C-on. A konkrét sűrűség értéke az alkotórészek sűrűségeiből tevődik össze (2.7. táblázat).

2.7. táblázat. A tej fő alkotóinak sűrűsége

Alkotórészek sűrűsége g/cm ³				
víz	tejfehérje	tejzsír	tejcukor	ásványi anyagok
1,000	1,451	0,931	1,607	3,000

Általában nincs mód a sűrűség pontos meghatározására, de jó, közelítő értéket kapunk az ún. „Laktodenziméter fok” megállapításával, amely hamisítatlan tehéntej esetében 29,0–33,0 Ld°. Mérése egyszerű, a tejbe merülő sűrűségmérővel történik. Ha a tej nem 15 °C-os, akkor a leolvasott értéket táblázat segítségével korrigálni kell. A Ld°-ot és a zsírtartalmat ismerve a Fleischman táblázat segítségével egyszerűen meghatározható a zsírimentes szárazanyag-tartalom.

Fagyáspont: A tehéntej fagyáspontja -0,52 – -0,53 °C. A víznél kisebb fagyáspontot az oldott anyagok okozzák, ezért is tudjuk a tej hamisításának kimutatására felhasználni. Ha vizezik a tejet, annak fagyáspontja a 0 °C-hoz közelít. Ugyancsak a megszokottól eltérő lehet a fagyáspont különböző állatfajok tejének keverésekor, ill. az egyes betegségek által kiváltott összetétel-változás esetén.

Forráspont: A tejnek a víznél magasabb forráspontját a benne molekulárisan és ion diszperz formában oldott alkotórészek (tejcukor és ásványi sók) okozzák. A tehéntej forráspontja 1,013 Pa nyomáson átlagosan 100,16 °C. A forráspont meghatározásának éppen a víz forráspontjához viszonyított kis különbsége miatt jelenleg gyakorlati jelentőséget nem tulajdonítanak.

Vezetőképesség: jól használható a tőgygyulladás gyors kimutatására és az automatizálásban pl. csővezetékek kinyomatásánál, vagy a zártrendszerű köráramoltatásos tisztításnál alkalmazott oldószerek koncentrációjának mérésére. A tej vezetőképessége 40–60 · 10⁻² S/m.

Fajhő: a szilárd zsírok olvadása miatt a zsírtartalomtól függően is változik, jelentősége a hőátadási folyamatok tervezésénél van (teljes tej 15 °C-on 3,9 kJ/kg).

Viszkozitás: A folyadék belső súrlódásának a mérőszáma a viszkozitás (η), amelyen azt az ellenállást értjük, amelyet a folyadék részecskéi fejtenek ki, ha egymáshoz képest elmozdítjuk őket. Viszkozitás szempontjából az anyagok lehetnek newtoni és nem newtoni folyadékok. Kolloid rendszerekben (pl. a tej) nem beszélhetünk valódi viszkozitásról. Itt a relatív viszkozitás fogalmát vezették be, amely mindig a meghatározott körülmények (nyíróerő, nyírási sebesség) között végzett mérésekre vonatkoznak. A tej relatív viszkozitása a zsírtartalom és a szárazanyag-tartalom növekedésével rohamosan növekszik, a hőmérséklet függvényében enyhén csökken. A viszkozitás a tejtermékek igen fontos jellemzője, amely a gyakorlatban az állománytulajdonságokban jelentkezik. A tehéntej látszólagos (relatív) viszkozitása 1,6–2,0 · 10⁻³ Ns/m².

Ozmózis nyomás: (kb. $7 \cdot 10^5$ Pa) Az ozmózis nyomás a valódi oldatok azon tulajdonsága, hogy a féligáteresztő hártyával az oldószertől elválasztott oldatrendszer koncentráció kiegyenlítésre törekszik, azaz a tiszta oldószer az oldat felé vándorol, az oldat pedig hígul. Az oldatban kolloid, illetve diszperz állapotban lévő részecskék az ozmózis nyomást nem befolyásolják. Az ozmózisnyomás nagysága a valódi oldatban lévő molekulák, ill. ionok számától függ:

$$P_{ozm} = \frac{RT}{N} \cdot n$$

ahol:

R = egyetemes gázállandó,

T = abszolút hőmérséklet (°K),

N = Avogadro féle szám,

n = az oldott molekulák, illetve ionok száma.

A tej ozmózis nyomását döntően a tejcukor, kisebb mértékben az egyéb oldott anyagok határozzák meg. Az ozmózis nyomás és a fagyáspont-csökkenés között közvetlen kapcsolat van.

Emulziós rendszer: A víz–zsír fázist illetően a tej zsír a vízben emulzió. Ennek az emulzióknak a megbontása illetve megfordítása, pl. a vajgyártás során következik be.

Savasság-savfok (Soxhlet-Henkel fok, SH°; Thörner fok Romániában): Igen fontos jellemző az alapanyag minősítésében, a gyártástechnológiákban és a késztermékek minősítésében. Fogalma: a tej vagy tejtermékben lévő összes lúgmegkötő anyagok mennyisége. Friss tehéntej esetén a savfok 6,0–7,2, melyet a friss tejben főleg a citromsav okoz. 12 SH°-nál forraláskor a tej „összemej”, kb. 26 SH°-nál pedig „megalszik” a tej.

pH: A hidrogénion koncentráció negatív logaritmus. A frissen fejt tehéntej pH-ja általában 6,6, a semlegeshez közeli. A konkrét összetétel természetesen módosíthatja a konkrét pH-értéket (2.8. táblázat).

2.8. táblázat. *Néhány termék savfoka, pH-ja*

<i>Termék</i>	<i>Savfok (SH°)</i>	<i>pH</i>
Kissé savanyú, savanyodásnak indult tej	7,4–7–6	6,5–6,4
Aludttej	35–45	4,7–4,5
Joghurt	32–40	4,5
Juhtej	6,8–11,4	6,6–6,3
Tejszín, biológiai érlelés után	35	4,6
Túró (félzsíros)	80–100	4,5–4,0
Érlelt sajtok a préselés végén	45–85	5,2–5,0
Sajtok az érlelés végén	70–95	5,9–5,1
Ömlesztett sajtfélék	60–75	5,9–5,4
Márványsajt sózás után	125–130	4,7–4,6
Vaj		5,6–5,2

Redoxpotenciál: A redoxpotenciál egy olyan mérőszám, amely segítségével a redukáló és oxidáló anyagok egymással összehasonlíthatók. A redukációs és oxidációs folyamatok minden esetben elektronvándorlással járnak együtt, az oxidáció elektronleadást, a redukció elektronfelvételt jelent. A tej összetételéből eredően redoxrendszer. A friss, egészséges nyerstej

redoxpotenciálja a +250 és +350 mV tartományban van. A redoxpotenciált befolyásoló anyagok az oldott oxigén, a fehérjék szulfhidril-csoportjai, továbbá az aszkorbinsav ⇌ dehidroaszkorbinsav ⇌ laktoflavin ⇌ leukolaktoflavin rendszer. A mikrobák tevékenységének hatására a redoxpotenciál a nyers tejben rohamosan csökken, hőkezelt tejben alig változik, még fermentáló kultúra hozzáadása mellett is lassan csökken. A nyerstejnek ezt a tulajdonságát használják fel a mikrobiológiai romlás redoxpotenciál mérésén (pl. rezazurin próba) alapuló kimutatására.

2.6.2. *Biológiai tulajdonságok*

Erjedési készség: a tej azon tulajdonsága, hogy hogyan viselkedik, ha fermentáló mikroorganizmusok kerülnek bele. A gyakorlatban igen fontos tulajdonság, mert sok termék gyártásához szándékosan használunk meghatározott összetételű fermentáló tejpári tenyészetet, ún. kultúrát. Nem megfelelő erjedési készségű tejben nincsenek meg a szükséges tápanyagok a mikrobák szaporodásához, esetleg gátlóanyagok találhatóak benne, így a fermentációt nem tudjuk optimálisan elvégezni, irányítani.

Jó a tej erjedési készsége, ha a baktériumok az adott körülmények között maximálisan tudnak szaporodni, a tej egészséges, elegendő tápanyagot, vitamint, ásványi anyagot tartalmaz. Rossz a tej erjedési készsége, ha oltós, vagy savas alvadáskor az alvadék lágy, az alvadási idő hosszú, a baktériumok szaporodása lassú. A rossz alvadási készséget alvadási próbával (spontán, tejsavas, vagy oltós), vagy valamilyen gyorstesztel tudjuk kimutatni. A rossz alvadási készség oka lehet:

- magas szomatikus sejtszám,
- rendellenes összetétel (tőgygyulladásos, öregfejős, diszgenetikus),
- gátlóanyag-tartalom (antibiotikum, fertőtlenítőszer maradvány, növényvédőszer maradvány).

Baktericid hatás: A frissen fejt tej azon tulajdonsága, hogy a bekerült baktériumok szaporodását gátolja, sőt egy részüket el is pusztítja. A hatást elsősorban fehérjetermészetű ellenanyagok okozzák, amelyek tulajdonképpen a tej természetes „gátlóanyagai” (lizozim, laktenin, laktoperoxidáz, agglutinin). A legfontosabb baktericid hatóanyag a laktenin, amely meghatározott *Streptococcus* fajjal szemben gátló hatást fejt ki.

A másik fontos hatóanyag a tejben a lizozim enzim. Ez néhány Gram pozitív mikrobára (*Laktobacillusok*, *Clostridiumok* stb.) baktericid hatású. Az agglutinin azáltal fejt ki közvetlen gátló hatást, hogy a *Streptococcusok*at a zsírgolyócskák felületére dúsítja, ahol azok a kedvezőtlenebb feltételek következtében lassabban szaporodnak. A baktericid hatás ideje a hőmérséklettől függ. *Ha a tejet nem hűtjük le, akkor csupán 2–3 óráig tart, de a tejet gyorsan 5 °C alá hűtve, 24 óráig is nyújtható.*