

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar
Élelmiszer-tudományi Intézet

SAJÁT KÉSZÍTÉSŰ PROBIOTIKUS SAVANYÚ
TEJTERMÉKEK HASZNOS MIKROBIOTÁJÁNAK HŰTVE
TÁROLÁS ALATTI ALAKULÁSA

Takács Krisztina
IV. évfolyam

Konzulens:
Dr. Varga László
egyetemi tanár
intézetigazgató

Mosonmagyaróvár
2012

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.1. A tej jellemzése.....	4
2.1.1. Különböző állatfajok tejének összetétele.....	5
2.1.1.1. Tevetej.....	7
2.1.1.2. Juh- és kecsketej.....	8
2.2. A <i>Streptococcus thermophilus</i> jellemzése.....	9
2.3. A <i>Lactobacillus acidophilus</i> jellemzése.....	9
2.4. A <i>Bifidobacterium</i> fajok jellemzése.....	10
2.5. A Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó előírásai.....	11
2.6. Probiotikumok, prebiotikumok és szinbiotikumok.....	12
2.6.1. Probiotikumok.....	12
2.6.1.1. Probiotikus készítmények.....	12
2.6.2. Prebiotikumok.....	13
2.6.3. Szinbiotikumok.....	14
2.7. A humán bélflóra összetétele.....	14
3. VIZSGÁLATI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	16
3.1. Alapanyagtejek.....	16
3.2. Starterkultúra.....	16
3.3. Termékgyártás.....	17
3.4. Mikrobiológiai vizsgálatok.....	17
3.4.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> számbeli meghatározása.....	17
3.4.2. <i>Lactobacillus acidophilus</i> számbeli meghatározása.....	18
3.4.3. <i>Bifidobacterium</i> spp. számbeli meghatározása.....	19
3.5. pH-mérés.....	19
3.6. Matematikai-statisztikai elemzés.....	20
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK.....	21
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	27
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	28
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	30
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	31

1. BEVEZETÉS

A fejlett országokban – így hazánkban is – mind inkább megfigyelhető az a jelenség, hogy az egészséges életmódra törekvő fogyasztók előnyben részesítik azokat a termékeket, amelyek az alapvető minőségen túl valamilyen többlet előnnyel, ún. funkcionális minőséggel rendelkeznek. Az élelmiszer-előállítók világszerte előszeretettel alkalmazzák különféle, elsősorban fermentált tejtermékeikben a probiotikus hatású élőflórát, mindenekelőtt a *Lactobacillus* és a *Bifidobacterium* fajok humán eredetű törzseit. A fogyasztók egyre inkább felismerik, hogy a probiotikus tulajdonságú tejtermékek fogyasztása hozzátartozik a kiegyensúlyozott étrendhez és széles körű felhasználásuk színessé teheti étkezésünket. Ennek is köszönhető a savanyú tej- és tejszínezítmények fogyasztásának növekvő tendenciája.

A probiotikus termékek számos kedvező élettani hatást gyakorolnak az emberi szervezetre. Jelentőségük abban rejlik, hogy hatásaik társadalmunk legelterjedtebb betegségeinek megelőzésével (pl. megemelkedett plazma koleszterin-szint, rák stb.), valamint az egészséges bélműködéssel és életvitellel vannak összefüggésben. Ezen kívül részt vesznek védekező-rendszerünk támogatásában, illetve a gyulladásos bélbetegségek megelőzésében is. Megfelelő mennyiségű, bizonyítottan probiotikus tulajdonságú tejtermék fogyasztásával sokat tehetünk az immunrendszerünket folyamatosan támadó tényezők kivédéséért.

A probiotikumokat legegyszerűbben tejtermékekkel juttathatjuk be szervezetünkbe. Célszerű azokat választani, amelyeknek kedvező hatása tudományosan bizonyított. A hatásosság alapvető feltétele az elegendő mennyiség, és jó tudni, hogy a “probiotikus” jelző nem csupán a tartalomhoz, hanem a koncentrációhoz is kötött. Rendszeres fogyasztásuk kellemes közérzetet biztosít, csökkenti a vérnyomást, erősíti az immunrendszert, és gátolja a rákkeltő anyagok képződését. Számos országban találhatóak előírások a savanyú tejtermékek összes hasznos élő mikrobaszámára vonatkozóan. Az értékek 10^6 és 10^8 élőcsíra/g közöttiek. A Magyar Élelmiszerkönyv a probiotikus savanyú tejtermékektől grammonként minimum 10^6 probiotikus mikroba jelenlétét követeli meg a minőség-megőrzési idő lejártáig (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV BIZOTTSÁG, 2004).

Mivel a szakirodalomban gyakorta ellentmondásos közlések találhatók a savanyú tejtermékek minőség-megőrzési időtartam alatti mikrobiológiai változásaira vonatkozóan, jelen munkánkban arra kerestük a választ, hogy a laboratóriumi körülmények között, különböző állatfajok (szarvasmarha, juh, kecske és tevé) tejéből előállított, *Lactobacillus acidophilus*-t (A), bifidobaktériumokat (B) és *Streptococcus thermophilus*-t (T) tartalmazó probiotikus savanyú tejtermékek hasznos mikrobiotája hogyan alakul a tárolási idő alatt.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A tej jellemzése

A tej nemcsak az újszülöttek kiváló tápláléka, hanem az idősebb generációéké is. A tej táplálóanyag- (hasznosuló energia-, aminosav-, zsírsav-) tartalma rendkívül értékes mind mennyiségi, mind pedig minőségi szempontokat tekintve. Emészthetősége megközelíti a 100%-ot (GUNDEL, 2009).

A tej alkotórészei közül a legnagyobb részarányt (80-90%) a víz képviseli. A víz nagy része (96%-a) teljes oldékonysággal rendelkező szabad víz, kisebb hányada (4%-a) kötött víz formában van jelen. A víz számos komponensnek (tejcukor, ásványi anyagok, egyes vitaminok) oldószere (SZAKÁLY, 2001). A tej fehérjéi közül meghatározó mennyiségű (80%) a kazein (alfa-, béta-, gamma- és kappa frakciók), míg körülbelül 20% az egyéb proteinek (laktalbuminok, laktoglobulinok, immunglobulinok, proteáz-pepton frakciók) mennyisége (BIRÓ és ANTAL, 2009).

A tejfehérje nagy biológiai értéke miatt a tejet és a tejtermékeket olyan betegek táplálására is alkalmazzák, akik máj- és epebántalmakban szenvednek, túlsúlyosak, vagy cukorbeteg. Ezeket a fehérjét fogyókúrák esetén is használják, sőt májcirrózisban szenvedőknél segíti az új sejtek regenerálódását. A vesebajban szenvedőknek előnyös a nagy biológiai értékű fehérje fogyasztása, mert nem terheli meg a vesét a sok fölösleges anyag kiválasztásával. A tej jótékony hatásai között említhetjük még meg, hogy segít a köszvény megelőzésében (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2002).

A tej szénhidrát-tartalmának túlnyomó részét a tejcukor (laktóz) teszi ki, ami a teljes tej energiatartalmának mintegy 30%-át adja. A tejcukor csecsemőkorban jelentős szerepet játszik a tejsavtermelő baktériumok megtelepedésének elősegítésében, mellyel hozzájárul a gyomor és a bélrendszer egészséges mikrobiotájának kialakításához és védelméhez. Ugyancsak csecsemőkorban, a laktóz bizonyítottan szerepet játszik a kalcium és a foszfor felszívódásának elősegítésében is (BIRÓ és ANTAL, 2009).

Jelentős emellett még a tej vitamin- és ásványi anyag-tartalma. Ezek nagyobb része a tejszírsban oldódva, kisebb részük pedig más táplálóanyaghoz kötődve található meg (RIGÓ, 2009). Az ásványi anyagokon belül a makro- és mikroelemek nagy része ionos formában a tejszérumban oldott, más része (kalcium, magnézium, foszfor) viszont a fehérjékhez kötötten a kolloidfázisban található. Az ionos és a kolloidális forma egymással egyensúlyban van. A tej ásványi anyagai közül elsősorban a kalcium és a foszfor mennyisége jelentős. A javasolt napi fél

liter tej elfogyasztása révén 600 mg kalcium jut a szervezetbe, ami a gyermek- és időskorban optimálisnak tartott 1000 mg szükségletnek 60%-át biztosítja. A kalciumfogyasztás fontosságát indokolja gyermekkorban az a tény, hogy a testmagasság minden egyes centiméterével 20 g kalcium épül be a csontrendszerbe.

A tej ásványianyag-összetételének előnyös tulajdonsága az 1,7-es kalcium-foszfor arány, ami mérsékli az élelmiszereink bőségebb foszfortartalmának és az élelmiszergyártási technológiák során gyakorta alkalmazott foszfátvegyületek következtében létrejövő foszforfogyasztásunknak a túlsúlyát (RIGÓ, 2009). A makroelemek közül – a kalciumon és foszforon kívül – a kálium, a nátrium, a klór és a magnézium található még meg a tejben. Mikroelemként réz, vas, cink, jód és alumínium mutatható ki eltérő koncentrációban (SZAKÁLY, 2001).

A zsírban oldható vitaminok közül megemlíthetjük a D-, az E-, a K-, illetve az A- vitamint. A növényi eredetű takarmányokban A-vitamin nem fordul elő, csak annak provitaminjai, a karotinoidok, amelyekből a bélhámsejtben való felszívódás során keletkezik az A-vitamin (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2009). A tejben lévő vízoldható vitaminok közül legfontosabbak: a B₁- (tiamin), a B₂- (riboflavin), a B₆- (piridoxin), a B₁₂- (kobalamin), ill. a C-vitamin (aszorbinsav) (SZAKÁLY, 2001).

A négy alapélelmiszer-csoport egyikét, mennyiségileg mintegy 1/8-át képviselik a tejtermékek (ill. maga a tej), és – élettani előnyeik miatt – közülük is a legfontosabbnak minősülnek. A tejtermékek rangját az adja, hogy az egyébként különleges értékű tejből még értékesebb termékek állíthatók elő. Azon túl, hogy a tejtermékeket csecsemők, gyermekek, öregek, terhesek, sportolók, betegek egyáltalán nem nélkülözhetik, az egészséges felnőttek szervezetének normális működéséhez is napi 0,3-0,5 liter tej, ill. annak megfelelő tejtermék szükséges (SZAKÁLY, 2001).

2.1.1. Különböző állatfajok tejének összetétele

Amint az **1. táblázat** szemlélteti, a tej összetétele eredetétől (és sok egyéb tényezőtől) függően jelentős eltéréseket mutathat.

1. táblázat: Néhány tejelő állatfaj tejének és az anyatejnek átlagos összetétele (SZAKÁLY, 2001)

Alkotórész	Alkotórész koncentrációja a			
	szarvasmarha	juh	kecske	ember
	tejében (%)			
Fehérje	3,3	5,5	3,9	1,3
Zsír	3,8	8,2	4,0	4,5
Tejcukor	4,6	5,0	4,5	6,3
Ásványi anyagok	0,8	0,9	0,8	0,2
Szárazanyag	12,5	19,6	13,2	12,3
Zsírmentes szárazanyag	8,8	11,4	9,2	7,8
Víz	87,5	80,4	86,8	87,7

2.1.1.1. Tevetej

A **2. táblázat** tanúsága szerint, a teve- és a tehéntej összetételében számos eltérés észlelhető.

2. táblázat: A teve- és a tehéntej közötti beltartalmi különbségek (WERNERY, 2007)

Komponens	Tevetej	Tehéntej	Mértékegység
Víz	90	87	%
Szárazanyag	10	13	%
Zsír	2	4	%
Inzulin	40,5	16,3	μU / ml
Vas	0,05	0,27	mg / 100 g
Kalcium	132	120	mg / 100 g
Kálium	152	140	mg / 100 g
Cink	0,5	0,4	mg / 100 g
C-vitamin	35	10	mg / l
B ₃ -vitamin	4,6	0,6	mg / l
Pantoténsav	0,9	3,8	mg / l
β-laktoglobulin	0	3500	mg / l
Peptidoglükán	107	0	mg / l
β-laktalbumin	3500	1200	mg / l
Kappa-kazein	5	14	%
Kazein micellák	320	160	μm
Omega-6	3, 5	5, 2	%
Omega-7	11, 6	2, 3	%

A tevétej termelés a világ összes tejtermelésének kevesebb, mint 2%-a. A tevétej általában opálos fehér színű (KHERASKOV, 1953; YAGIL és ETZION, 1980). Rendszerint édes és enyhén csípős, ritkán sós ízű (RAO et al., 1970). A friss tevétejnek magas a pH-ja (OHRIS és JOSHI, 1961), általában 6,5-es és 6,7-es érték között mozog (SHALASH, 1979). A tevétej átlagos zsírtartalma 2,75%, fehérjetartalma 2,81%. A tehéntejhez képest nagyobb arányban tartalmaz telítetlen zsírsavakat (JUHÁSZ és NAGY, 2012). A tevétejben több C- vitamin, hamu, nátrium, kálium, foszfor, cink, vas és mangán található, mint a tehéntejben (HASHIM et al., 2009). Egy 600 kg-os tevének kb. 200 kg folyadék található a tápcsatornájában, amely rendelkezésre áll a tejtermeléshez. Ha azonban dehidratálttá válik az állat, akkor az kihat a tej

összetételére is. A tej víztartalma nőni fog, míg szárazanyag-, fehérje-, zsír- és laktóz-tartalma csökken (WERNERY, 2007).

A tevetej fogyasztásának előnyeiről, jótékony élettani hatásáról számos hír kering, amelyek egy része még nem bizonyított; korábbi feljegyzésekből azonban tudhatjuk, hogy a tevetejet különböző betegségek kezelésére alkalmazták, többek között Oroszországban tuberkulózis ellen és egyéb tüdőbetegségeknel, míg Indiában vízkór, sárgaság és vérszegénység esetén (HASHIM et al., 2009). Kísérleti eredmények arra mutattak rá, hogy az I. típusú cukorbetegnek napi injekciós inzulinadagja csökkenthető és a betegek életminősége javítható a tevetej rendszeres fogyasztásával (JUHÁSZ és NAGY, 2012). Az emlősállatok tejére érzékeny emberek is könnyebben megemésztik a tevetej, illetve nem mutatnak allergiás reakciókat, mivel a tejfehérjék közül a humán anyatejhez hasonlóan, a β -kazein található benne nagyobb arányban, a β -laktoglobulin pedig hiányzik belőle (JUHÁSZ és NAGY, 2012).

2.1.1.2. Juh- és kecsketej

A juh- és a kecsketej a tehéntejhez hasonló elemekből épül fel, mégis ezek tejben megtalálható összetétele alapvetően megkülönbözteti a tejféléseket. A juhtej energiatartalma (fehérje- és zsírtartalma) a legnagyobb, a kecsketej viszont – a kedvező fehérje- és aminosav-összetétele, valamint a legkisebb méretű zsírgolyócskái miatt – a leginkább emészthető.

A juhtej színe fehér, ritkán sárgásszürke árnyalattal. Íze mentes minden kellemetlen mellékíztől, sőt lehűtés után fogyasztva kellemes, mogyoróra emlékeztető íz fedezhető fel benne. A juhtej savfoka általában $10 \pm 0,2^\circ\text{SH}$. Ha a savfok átlépi a 12°SH -t, akkor a tej melegítésre koagulál. A juhtej C-vitamin tartalma kétszerese a tehéntejének (SCHANDL, 1966). A kecsketej színe fehér, vagy legfeljebb gyengén sárgás, mellékíz alig érezhető (SCHANDL, 1966). A kecsketej szárazanyag-tartalma nagyobb, mint a tehéntejé. A nagyobb szárazanyag-tartalom több bioaktív tápanyag elfogyasztását teszi lehetővé (MOLNÁR és MOLNÁR, 2000).

A két kiskérődző faj által termelt tejfélések közötti eltéréseket a fajta és a takarmányozás mellett egyéb tartástechnológiai hatások is módosíthatják. Táplálkozásbiológiai értékük meghaladja a tehéntejét, ami akkor is igaz, ha egy-két vitaminfélése mennyisége tekintetében elmaradnak attól. Különösen érdekes a kecsketej vastartalmának kérdése, mert a kecsketejet sokan és sokáig a vashiányos vérszegénység kiváltójának állították be. Ezzel szemben az az igazság, hogy a kecsketej vastartalma a tehéntejének akár 2-3-szorosát is eléri (CSAPÓNÉ et al., 2009).

2.2. A *Streptococcus thermophilus* jellemzése

A *S. thermophilus* gömb vagy ovális alakú mikroorganizmus, amely párosával vagy hosszú láncokban fordul elő. Csilló nélküli, Gram-pozitív, spórát nem képző, fakultatív anaerob baktérium. A kokkusz alapegységek átmérője 0,7-0,9 μm . Hőigényét tekintve a termofil baktériumok közé sorolható. Hőmérsékleti minimuma 15-20°C, optimuma 40-45°C, maximuma 53°C. A hőmérséklet befolyásolja a kialakuló lánc hosszát is. Magasabb hőmérsékleten (45°C) hosszabb, míg alacsonyabb hőmérsékleten (30°C) rövidebb láncokat képez. Hővel szemben ellenálló, így a pasztörözést is túléli, de ezen a hőmérsékleten nem szaporodik. Vizes oldatban a 75°C-ot 3 percig, a 85°C-ot pedig 10 másodpercig képes elviselni károsodás nélkül (PULAY, 1972; KOVÁCS, 1997; CHANDAN, 2006).

A tejiparban különféle savanyú tejtermékek és keménysajtok gyártásához használják fel (PULAY, 1972; KOVÁCS, 1997). Homofermentatív mikroorganizmus, döntően L (+) (jobbra forgató) tejsavat képez. Előnyben részesíti a diszacharidokat, így a laktózt is, ezeket gyorsabban fermentálja, mint a monoszacharidokat. Általában kis mennyiségű (0,7-0,8%) tejsavat képez (BYLUND, 1995; CHANDAN, 2006). Pálcika alakú tejsavbaktériumokkal (pl. *L. bulgaricus*) együtt tenyésztve savtermelése növekszik, bár magasabb savkoncentrációra érzékenyebb, mint a pálcika alakú baktériumok, ezért ezek mellől általában hamar kipusztul (PULAY, 1972; KOVÁCS, 1997). A *S. thermophilus* nyálkatermelő képességgel rendelkezik. A termelt nyálka egy poliszacharid, amely prebiotikumként szolgál más probiotikus törzsek számára (FIGLER et al., 2005), emellett hozzájárul a kívánatos viszkózus textúra és az erjesztett tejtermékekre jellemző reológiai tulajdonságok kialakításához (ONGOL et al., 2009).

2.3. A *Lactobacillus acidophilus* jellemzése

A *L. acidophilus* szintén számos tejtermék hasznos mikroflórájának kizárólagos, vagy részbeni alkotója. Gram-pozitív baktérium, amely endospórát nem képez. Anaerob vagy fakultatív anaerob, nem mozgó, lekerekített végű pálcika alakú, egyesével, párosával és rövid láncokban fordul elő. Mérete 0,6-0,9 μm -tól 1,5-6,0 μm -ig terjed (RAŠIĆ és KURMANN, 1978). A termofil baktériumok közé tartozik. Hőmérsékleti minimuma 15-22°C, optimuma 35-38°C, maximuma pedig 45-48°C (PULAY, 1972; KOVÁCS, 1997; CHANDAN, 2006). A pasztörözés során elpusztul. Homofermentatív szénhidrátbontó mikroorganizmus, 0,6- 0,9% tejsavat termel (BYLUND, 1995). Optikailag induktív (DL) tejsavat termel.

A *L. acidophilus* tejben viszonylag lassan szaporodik. Szaporodási sebessége növelhető szacharóz (AGRAWAL et al., 1986), paradicsomlé (MILLER és PUHAN, 1980), Mn- és Mg-

ionok (AHMED et al., 1990), vagy *Spirulina platensis* biomassza (VARGA et al., 1999a,b) hozzáadásával. Amennyiben más tejsavbaktériumokkal együtt alkalmazzuk ezeket a baktériumokat savanyú tejtermékek előállításához, számottevően lerövidíthető a termékgyártási idő (SPECK, 1980).

A *L. acidophilus* az egészséges emberi bélflóra természetes alkotója (PULAY, 1972; KOVÁCS, 1997). Anyagcseretermékeivel kedvezőtlené teszi az életfeltételeket számos, potenciális kórokozó számára (GORBACH, 1990). A *L. acidophilus* probiotikus hatása jelentős részben az általa termelt bakteriocinek közül elsősorban a lactocidinnek, az acidolinnek, az acidophilinnek és az acidophilucinnak, illetve a különböző antibiotikumoknak köszönhető (GILLILAND, 1975; MARSHALL és TAMIME, 1997).

2.4. A *Bifidobacterium* fajok jellemzése

A bifidobaktériumok anaerob, heterofermentatív, spórát nem képző, Gram-pozitív, mozgásszerv nélküli baktériumok. Optimális szaporodási hőmérsékletük 37-43°C, de képesek szaporodni 25-28°C-on és 43-45°C-on is. Szaporodásuk optimális pH-tartománya 6,5 és 7,0 közötti. 4,5-ös pH érték alatt nem képesek szaporodni. (KOVÁCS, 1997).

Anyagcseréjük során a tejcukor glükóz részéből 3:2 molarányban ecetsavat és tejsavat állítanak elő, ennek hatására lecsökken a béltartalom pH-értéke, ezáltal a bifidobaktériumok képesek visszaszorítani vagy meggátolni több potenciális kórokozó és rothasztó baktérium szaporodását. A heterofermentáció ezen kívül még kisebb mennyiségű hangyasav, etanol és borostyánkősav képződését is eredményezi. A bifidobaktériumok anyagcseréje során keletkezett rövid szénláncú zsírsavak (ecetsav, tejsav, propionsav, vajsav), valamint egyéb kis molekulású vegyületek azért jelentősek, mert idős emberek bélrendszerében is könnyen felszívódnak (ALM et al., 1993). Bár az ecetsav a bélflóra összetételének szabályozásában jelentős szerepet tölt be, jelenléte a termékben mégsem kívánatos, mert kellemetlen ízhatást okoz. Ugyanakkor a fermentáció során képződött széndioxidnak sincs jó hatása, mert kedvezőtlenül befolyásolja a gélstruktúrát. (TAMIME et al., 1995; MARSHALL és TAMIME, 1997; SHAH, 1997a). Anyagcseréjük során tiamint, riboflavint, valamint K-vitamint termelnek másodlagos termékként.

A bifidobaktériumok jelen vannak az emberi szervezetben, de főleg újszülötteknél van nagy jelentőségük, mivel itt a bélflóra még nem alakult ki, így segítenek a fertőzések megakadályozásában. A bifidobaktérium fajok a csecsemők bélflórájának mintegy 25%-át teszik ki (KOVÁCS, 1997). A bifidobaktériumok igen fontos élettani sajátossága, hogy anyagcseréjük során L(+) tejsavat állítanak elő, melyet a csecsemők is képesek könnyen metabolizálni. Az L(+)

és a D(-) tejsav-izomerek egyaránt felszívódnak a bélcsatornából, de átalakulásuk, hasznosulásuk némileg különbözik. Az L(+) tejsavat fiziológiás tejsavnak is nevezik, mert teljes mértékben hasznosul a légzés vagy a glükóz-, illetve a glikogén-szintézis során, míg a D(-) tejsav átalakulása csak korlátozott mértékben és lassabban megy végbe (RAŠIĆ és KURMAN, 1978; CHANDAN, 2006).

A tejipar jelenleg öt *Bifidobacterium* fajt alkalmaz elterjedten probiotikus savanyú tejtermékek előállítására. Ezek a *B. adolescentis*, a *B. bifidum*, a *B. breve*, a *B. infantis* és a *B. longum* (TAMIME et al., 1995; SHAH, 1997a). A felhasználási gyakoriság tekintetében a *B. bifidum* áll az első helyen, majd a *B. longum* és a *B. breve* következik. Az ABT típusú probiotikus savanyú tejtermékben kísérőflóraként a *B. bifidum*, ill. a *B. longum* található meg.

Peptidek és szabad aminosavak csak kis mennyiségben fordulnak elő a tejben, márpedig a legtöbb *Bifidobacterium*-törzs nem rendelkezik megfelelő proteolitikus aktivitással, így generációs ideje hosszú. A szaporodási sebesség növelhető kazein hidrolizátum, L-cisztein-HCl vagy élesztőkivonat hozzáadásával (TAMIME et al., 1995; SHAH, 1997b).

2.5. A Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó előírásai

A Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) a 2-51. számú irányelvében foglalja össze a tejhez és a tejtermékekhez kapcsolódó fogalmakat, követelményeket. A felsorolt kilenc tejtermékcsoporthoz között megtalálhatóak a savanyú tejtermékek is. E csoporton belül megkülönböztet élőflórás (natúr) savanyú tejekeket és tejtermékeket, ízesített savanyú tej- és tejszínkészítményeket és nem élőflórás, ízesített savanyú tej- és tejszínkészítményeket. Élőflóra alatt a termékben jelenlevő élő, hasznos mikroorganizmusok összességét érti. Az élőflórás natúr savanyú tejekeket és tejszíneket gyártásánál speciális mikrobatenyészetek felhasználását is megengedi. A savanyú tejtermékeket megfelelően előkészített, beállított zsírtartalmú, pasztörözött vagy ultramagas hőmérsékleten hőkezelt tejből, tejszínből, a szárazanyag-tartalom növelésével vagy anélkül, a megfelelő kultúra hozzáadásával savanyítás és alvasztás útján, egyes termékek esetében az alvadék habarásával, ill. egyéb anyagok hozzáadásával, esetleg a termék habosításával állítják elő (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV BIZOTTSÁG, 2004).

2.6. Probiotikumok, prebiotikumok és szinbiotikumok

2.6.1. Probiotikumok

A probiotikum a görög “probios” szóból ered, jelentése: életért, életnek kedvező (MYERS, 2007, QUIGLEY, 2010). A probiotikumok élő mikroorganizmusok, amelyeket ha elegendő mennyiségben, életképes formában juttatunk a humán vagy az állati szervezetbe, többféle jótékony hatást gyakorolnak a gazdaszervezet egészségi állapotára (FAO/WHO, 2002; ANADÓN et al., 2006; SZAKÁLY, 2009). A probiotikumok szinte kivétel nélkül tejsavbaktériumok és bifidobaktériumok. A legismertebb probiotikus tejsavbaktérium-törzsek nagyrészt a *Lactobacillus*, kisebb részben a *Streptococcus* nemzetséghez tartoznak. Fontos tudni, hogy valamennyi tejsavbaktérium hasznos, de nem mindegyik probiotikus (SZAKÁLY, 2004).

A tejsavbaktériumokat már régóta alkalmazzák az élelmiszeriparban, mivel képesek átalakítani a cukrokat (a laktózt is) és más szénhidrátokat tejsavvá. Ez jellegzetes savanyú ízt ad az élelmiszereknek (erjesztett tejtermékek például: joghurt) mivel csökkenti a pH-t és ezzel gátolja a káros mikroorganizmusok szaporodását, ezzel megelőzve az emésztőrendszeri fertőzéseket (URL¹). A probiotikumok a bélcsatornában élő apatogén, a szervezet számára jótékony hatású, élő baktériumok, amelyek szerepet játszanak az egészség megőrzésében (FIGLER et al., 2005).

Mai ismereteink szerint minden tejsavbaktérium olyan anyagcseretermékeket (metabolitokat) termel, amelyek előnyösek az ember egészségére. A probiotikus tejsavbaktériumok egy része túléli a gyomorban lévő sav, a vékonybélben pedig az epesavak és az emésztőenzimek pusztító hatását, és így élve jutnak el a vastagbélbe, ahol képesek elszaporodni és megtapadni a bélfalon (SZAKÁLY, 2004).

2.6.1.1. Probiotikus készítmények

A probiotikus kultúrákkal készített tejtermékek fogyasztásának hatására bizonyítottan csökken a vészsérum koleszterinszintje, aminek következtében kisebb lesz az érlelmeszedés kockázata, a β -galaktozidáz termelése következtében pedig ötödére csökken a tejcukor-érzékenység gyakorisága (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2002). A különböző probiotikus törzsek képesek lerövidíteni a rotavírus kiváltotta és más gasztroenteritiszek lefolyását. Kedvező hatásukat kimutatták még krónikus gyulladásos bélbetegségek esetén is (FIGLER et al., 2005). A probiotikus baktériumok rövid szénláncú zsírsav-termelése véd az elhízás ellen, az egészséges bélflóra helyreállítása, a fekálenzimek aktivitásának csökkentése és a fekátoxinok

visszaszorítása révén pedig csökken a vastagbélrák előfordulása, ezért a probiotikus termékek nagymértékben hozzájárulhatnak a hazai lakosság egészségi állapotának javításához (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2002).

Probiotikumokat tartalmazó savanyú tejtermékek esetén a probiotikus mikrobák száma a minőség-megőrzési idő végén legalább 10^6 élőcsíra/g kell, hogy legyen (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV BIZOTTSÁG, 2004).

A probiotikus és a nem probiotikus baktériumokat általában együtt alkalmazzák a savanyú tejkészítmények gyártása során, mivel a nem probiotikus tejsavbaktériumok gyorsabban képesek nagyobb mennyiségű savat termelni, ezáltal kedvező hatást gyakorolnak a termék minőségére, állományára. Emellett olyan aromaanyagokat is termelnek (elsősorban acetaldehidet és diacetilt), amelyek a probiotikus "joghurtok" érzékszervi tulajdonságait javítják (TAMIME et al., 1995).

A probiotikus baktériumok felhasználását korlátozottá teszi, hogy a hatékony probiotikumnak változatlan formában kell áthaladnia a gyomor savas pH-ján, ellenállni az epe és hasnyál emésztésének, majd megtapadni valamely bélhártya sejt felszínén (FIGLER et al., 2005). Ahhoz, hogy a probiotikus savanyú tejtermékek kifejthessék jótékony hatásukat a szervezetben, a következő feltételeknek kell eleget tenniük:

- heti rendszerességgel legalább 400-500 g-ot kell elfogyasztanunk belőlük;
- a termék legalább 10^6 élő probiotikumot tartalmazzon milliliterenként az elfogyasztás időpontjában;
- A felhasznált baktériumfajok (törzsek) humán eredetűek legyenek; továbbá
- képesek legyenek túlélni az emésztőcsatornán való áthaladást (TAMIME et al., 1995).

2.6.2. Prebiotikumok

Mindazokat a természetes tápanyagokat tekintjük prebiotikumoknak, amelyek jellemzően a probiotikumok kizárólagos tápanyagai, ennél fogva elősegítik azok elszaporodását, túlsúlyba kerülését. Többnyire 2-9 monoszacharidból felépülő oligoszacharidok, amelyek a szervezetben nem metabolizálódnak, így érintetlenül (emésztetlenül) jutnak le a vastagbélbe (SZAKÁLY, 2004; KÁDAS és ZAJKÁS, 2006).

A prebiotikumok természetes állapotban számos élelmiszerben előfordulnak: gazdag forrásaik pl. a csicsóka- és a cikóriagyökér, de léteznek a vöröshagymában, a fokhagymában és a póréhagymában, az articsókában, zabpehelyben, búzában, banánban, tejben és az érett sajtokban (SZAKÁLY, 2004).

A prebiotikumok számos pozitív hatását vizsgálták és bizonyították már korábban. Kedvező hatást fejtenek ki többek között utazási hasmenés esetében. Hatékonyak a szív- és érrendszeri betegségek prevenciójában, ill. a tumorok kialakulásának megelőzésében. A prebiotikumoknak kedvező hatást tulajdonítanak a csontritkulás megelőzésében is, mivel az oligoszacharidok fokozzák a kalcium biohasznosulását és a bélből való felszívódását. Hasonló hatás tételezhető fel vas, magnézium és cink esetében. Kedvező a hatásuk a zsírsavcserére, így a testsúly karbantartásában is szerepet játszhatnak (SZAKÁLY, 2004, 2009).

2.6.3. Szinbiotikumok

A probiotikumok és a prebiotikumok együttesét szinbiotikumoknak tekintjük, amely esetben a két tényező előnyös hatása összegződik, és így azok kedvező élettani hatásának fokozódása várható (KÁDAS és ZAJKÁS, 2006). Szinbiotikusak például azok az étrend-kiegészítők, gyógyhatású készítmények, tejtermékek, amelyek készítéséhez nemcsak probiotikumokat, hanem egy vagy több prebiotikumot is felhasználtak (SZAKÁLY, 2009).

2.7. A humán bélflóra összetétele

A felnőttek bélflórája 300-500 fajból áll, meglehetősen állandó és az egyénre nagymértékben jellemző. Összetevői az állandó (autochton) és az átmeneti (allochton) baktériumok. Tömegük is jelentős, kb. 1-1,5 kg, az egész emberi szervezet összes sejtjének a 95%-át alkotják (QUIGLEY, 2010). A bélflóra egyes baktériumai, pl. a *Bifidobacterium*ok és a *Lactobacillus*-ok, az úgynevezett probiotikus törzsek közé tartoznak és kedvezőek a szervezet számára. A vastagbél mikroflórája fontos szereppel bír a gazdaszervezet életében. A flóra összetétele életünk során gyakran megváltozhat, mégis csaknem állandónak mondható (FIGLER et al., 2005).

Az emberi bél a születés időpontjáig steril, a magzat a szülőutakon áthaladva találkozik először baktériumokkal, amelyek kolonizálódnak a bélcsatornájában. A gyomor és a bélcsatorna különböző helyein a baktériumok száma eltérő, a gyomorban mennyiségük $0-10^3$, lefelé haladva a bélben a baktériumok száma növekszik, míg legtömegesebb előfordulásuk a vastagbélben van, ahol $10^{10}-10^{13}$ az élő mikroorganizmusok száma.

Az anyatejjel táplált csecsemőkben főként bifidobaktériumok és laktobacillusok telepsznek meg, szemben a tápszerrel táplált csecsemőkkel, ahol vegyes flóra alakul ki, a patogén baktériumok nagyobb előfordulásával.

Amíg a csecsemőknél (az anyatej oligoszacharid-tartalmának köszönhetően) hasznos baktériumok – mindenekelőtt bifidobaktériumok – alkotják a bélflóra zömét, addig a vegyes táplálkozást folytató felnőttek vastagbelében lényegesen rosszabb a helyzet. A csecsemők 95-98%-os hasznos flóra-arányával szemben a felnőtteknél 40-45% részarányt jelölnek meg elfogadhatónak, ill. kívánatos alsó értéknek. Ehelyett a magyar felnőtt lakosság vastagbelében a hasznos mikrobák aránya nem haladja meg a 12%-ot, jellemzően 1-2% között mozog (SZAKÁLY, 2004).

Az egészséges bélflóra biztosítja a szervezet számára szükséges tápanyagok optimális felszívódását. Vagy közvetlenül, vagy speciális fehérjék termelésével gátolja az idegen baktériumok megtelepedését, védi a bélnyálkahártya sejtjeinek épségét, segíti az immunrendszer fejlődését, kiegyensúlyozott működését (QUIGLEY, 2010). A bél mikroflórája számos behatoló kórokozóval szemben biztosít védelmet, amelyek közül megemlíthetők a *Clostridium*, a *Salmonella*, a *Shigella* és a *Pseudomonas* fajok, valamint az *Escherichia coli*, a *Candida albicans* és egyéb gombafajok (SALMINEN et al., 1995).

3. VIZSGÁLATI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. Alapanyagtejek

A tárolási vizsgálatra kerülő ABT-típusú savanyú tejtermékek előállításához szükséges tehéntej (Lajta Hanság Zrt., Mosonmagyaróvár), kecsketej (Tebike Kft., Győr-Ménfőcsanak), juhtej (Biotechnikai Állomás – PharmaGene-Farm Géntechnológiai Kutató, Fejlesztő és Szolgáltató Kft., Mosonmagyaróvár) és tevettej (Camelicious® – Emirates Industry for Camel Milk & Products, Dubai, United Arab Emirates) átlagos összetételét a **3. táblázat**ban tüntettük fel, a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. (Mosonmagyaróvár) vizsgálati eredményei alapján.

3. táblázat: A kísérleti termékgyártásokhoz felhasznált alapanyagtejek összetétele (n = 2)

Alkotórész	Alkotórész koncentrációja (% , m/m)			
	Tehéntej	Juhtej	Kecsquetej	Tevetej
Zsír	3,71	5,95	3,29	2,31
Fehérje	3,25	5,42	2,95	2,85
Tejcukor	4,57	4,35	3,93	4,38
Száranyag	12,21	16,88	10,98	10,30
Zsírmentes száranyag	8,56	10,88	7,74	8,17
Víz	87,79	83,12	89,02	89,70

A tehéntejet 90°C-on 10 percig, a másik három tejféléseget pedig 80°C-on 10 percig hőkezeltük egy mikroprocesszorral vezérelt, *Pearl M* típusú vízkeringetési vízfürdőben (Julabo Labortechnik, Seelbach, Németország).

3.2. Starterkultúra

A leírt módon előkészített tejeket beoltottuk ABT-5 elnevezésű, fagyasztva szárított, átoltás nélkül a termékbe tehető, garantáltan nagy élő sejtszámmal rendelkező DVS kultúrával (Chr. Hansen, Hørsholm, Dánia), amely *Lactobacillus acidophilus*-t (A), bifidobaktériumokat (B) és *Streptococcus thermophilus*-t (T) tartalmazott.

3.3. Termékgyártás

A beoltott alapanyagtejek közül a tehéntej, a kecsketej és a juhtej savanyítása 37°C-on történt, 4,5 órán keresztül, 4,5-4,6-es pH eléréséig. A tevetej fermentálása szintén 37°C-on zajlott, azonban a tejfehérjék izoelektromos pontjának eléréséhez mintegy 8,5 órás inkubációra volt szükség. Ezután gyors, jeges vizes hűtés következett 15°C-ra. Mind a négy termékből 21-21 egységnyi adagoltunk ki steril, 50 ml-es, jól zárható centrifugacsővekbe (Greiner Bio One Hungary Kft., Mosonmagyaróvár). Egy napos, 8°C-os előhűtést követően a mintákat hűtőszekrénybe helyeztük és 4°C-on tároltuk, majd 0, 7, 14, 21, 28, 35 és 42 napos korban 3-3 egységet elővettünk és az alábbiakban ismertetettek szerint meghatároztuk a színtenyészetet alkotó mikroorganizmus fajok élősejt-számaikat.

3.4. Mikrobiológiai vizsgálatok

3.4.1. Streptococcus thermophilus számbeli meghatározása

A *S. thermophilus* számbeli meghatározása lemezöntéses eljárással történt, M17 agaron (Merck, Darmstadt, Németország), melynek összetételét a **4. táblázat** szemlélteti.

4. táblázat: Az M17 agar összetétele

Összetevők	Mennyiség / l
Pepton 1 (kazein)	2,5 g
Pepton 2 (hús)	2,5 g
Pepton 3 (szója)	5,0 g
Élesztőkivonat	2,5 g
Húskivonat	5,0 g
Na-β-glicerofoszfát	19,0 g
Magnézium-szulfát	0,25 g
Aszkorbinsav	0,50 g
Agar-agar	12,75 g
D(+)-laktóz	5,0 g
pH érték 25°C-on	6,8 ± 0,2

A tápközeget felhasználás előtt 121°C-on, 15 percig hőkezeltük. A lemezeket 42°C-on, 24 órán át inkubáltuk aerob körülmények között. A telepképző egységek (CFU) számát logaritmizált formában adtuk meg.

3.4.2. *Lactobacillus acidophilus* számbeli meghatározása

A *L. acidophilus* számbeli meghatározását lemezöntéses eljárással végeztük, MRS agaron (Merck), amelyhez clindamycint (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA) és ciprofloxacint (Sigma-Aldrich) adtunk, rendre 0,1 mg/l, ill. 10 mg/l koncentrációban (MRS-CC). Az MRS-CC agar összetétele az **5. táblázat**ban látható.

5. táblázat: Az MRS-CC agar összetétele

Összetevők	Mennyiség / l
Pepton (kazeinből)	10,0 g
Húskivonat	10,0 g
Élesztőkivonat	4,0 g
D(+)-glükóz	20,0 g
Tween 80	1,0 g
Dikálium-hidrogén-foszfát	2,0 g
Diammónium-hidrogén-citrát	2,0 g
Nátrium-acetát	5,0 g
Magnézium-szulfát	0,2 g
Mangán-szulfát	0,04 g
Agar-agar	14,0 g
Clindamycin-hidroklorid törzsoldat	2,0 mg 10,0 ml desztillált vízhez
Ciprofloxacín-hidroklorid törzsoldat	20,0 mg 10,0 ml desztillált vízhez
pH érték 25°C-on	6,2 ± 0,2

Az agarlemezeket 37°C-on, 72 órán át inkubáltuk 2,5 l-es anaerob edényekben (Oxoid, Basingstoke, Anglia). A légköri oxigént AnaeroGen AN 25 tasakok (Oxoid) segítségével kötöttük meg. A *L. acidophilus* azonosítása telepmorfológia alapján történt, mikroszkópos megerősítéssel. A tipikus sejtek Gram-pozitív festődésű, lekerekített végű pálcikák voltak. A telepképző egységek számát log₁₀ CFU/cm³ formában adtuk meg.

3.4.3. *Bifidobacterium spp.* számbeli meghatározása

A bifidobaktériumok számbeli meghatározását lemezöntéses eljárással végeztük lítium-mupirocinnal kiegészített TOS agaron (TOS-MUP; Merck), melynek összetétele a **6. táblázat**ban látható.

6. táblázat: A TOS-MUP agar összetétele

Összetevők	Mennyiség / l
Pepton triptonból	10,0 g
Élesztőkivonat	1,0 g
KH ₂ PO ₄	3,0 g
K ₂ HPO ₄	4,8 g
(NH ₄) ₂ SO ₄	3,0 g
MgSO ₄ × 7H ₂ O	0,2 g
L-cisztein·HCL	0,5 g
Na-propionát	15,0 g
Galakto-oligoszacharidok	10,0 g
Agar-agar	12,0-18,0 g
Li-mupirocin	50 mg 50 ml desztillált vízhez
pH érték 25°C-on	6,7 ± 0,2

Az agarlemezeket 37°C-on, 72 órán át inkubáltuk 2,5 l-es anaerob edényekben (Oxoid). A légköri oxigént AnaeroGen AN 25 tasakok (Oxoid) segítségével kötöttük meg. A *Bifidobacterium* fajok azonosítása telepmorfológia alapján történt, mikroszkópos megerősítéssel. A tipikus telepek szabálytalanok vagy lencse alakúak voltak. A telepképző egységek számát ugyancsak log₁₀ CFU/cm³ formában adtuk meg.

3.5. pH-mérés

Minden egyes vizsgálati időpontban megmértük 3-3 párhuzamos minta pH-értékét egy Jenway 3510 típusú laboratóriumi digitális pH-mérővel (Keison Products, Chelmsford, Egyesült Királyság), kombinált üvegelektroda alkalmazásával.

3.6. Matematikai-statisztikai elemzés

Az élősejt-szám eredmények matematikai-statisztikai értékelését a STATISTICA 9.0 számítógépes adatelemző programcsomag (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA) felhasználásával végeztük el az általános lineáris modell szerint. Az átlagértékek közötti eltérések szignifikáns, ill. nem szignifikáns voltát a Duncan-féle többszörös összehasonlító vizsgálat segítségével állapítottuk meg, 95%-os valószínűségi szinten (StatSoft).

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A **7. táblázat** a *S. thermophilus* életképességében 4°C-os tárolás során bekövetkezett változásokat szemlélteti. A *S. thermophilus* grammonkénti élősejt-száma a termékgyártás végére és a tárolási idő kezdetére igen nagy értéket ($> 4,8 \times 10^8$ CFU/cm³) ért el mind a négy termékben. Ez a faj volt a tárolás kezdetén és a 6 hetes tárolási idő végén legjelentősebb számban jelenlévő kultúrakomponens. Látnivaló, hogy a *S. thermophilus*-szám mindvégig, önmagában véve is jelentősen meghaladta a Magyar Élelmiszerkönyv által savanyú tejtermékektől megkövetelt, grammonkénti 10^7 , kultúrából származó tejsavbaktérium-szám értékét (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV BIZOTTSÁG, 2004).

Az egyes termékek *S. thermophilus* élősejt-számában különböző mértékű változások következtek be a 42 napos tárolás során. Némiképpen meglepő módon, a fermentált tevetejben 6 hét alatt nem csökkent szignifikáns mértékben ($P > 0,05$) a kokkusz alakú tejsavbaktériumok száma. A másik három termékről ugyanez nem volt elmondható, de a túlélési dinamika tejfésüléségtől függően szignifikánsan ($P < 0,05$) különbözött. Legkisebb túlélési arány (13,2%) a kecsketejből készült termékben volt megfigyelhető a hűtve tárolás 42. napján. Ennél szignifikánsan nagyobb ($P < 0,05$) értéket kaptunk mind a juhtejből (30,2%), mind a tehéntejből (55,0%) készített probiotikus savanyú tejben, amelyek azonban egymástól is szignifikánsan ($P < 0,05$) különböztek a *S. thermophilus* életképességének tekintetében (**7. táblázat**).

A *L. acidophilus* élősejt-számában bekövetkezett változások a **8. táblázatban** követhetők nyomon. A laktobacillusok kiindulási száma átlagban több mint két nagyságrenddel kisebbnek mutatkozott a sztreptokokkuszokéhoz képest, és a két faj élősejt-szám változásainak tendenciája is nagymértékben különbözött. Ebben az esetben lassú és nagyjából egyenletes mértékű pusztulás volt megfigyelhető, amely azt eredményezte, hogy a 42. napon mért túlélési arányszámok tekintetében nem volt különbség ($P > 0,05$) a négy termék között. A fermentált kecsketejben a tárolási periódus kezdetén szaporodóképes *L. acidophilus* sejtek több mint egyharmada, a juhtejből készített termékben pedig mintegy felük volt életben a 6 hetes hűtve tárolást követően. Összességében megállapítható, hogy – a *S. thermophilus*-ra vonatkozóan elmondottakkal ellentétben – a *L. acidophilus* számára közel azonos túlélési feltételeket biztosított a tehén-, a kecske-, a juh- és a tevetej (**8. táblázat**). Ami a *L. acidophilus* tehéntejben mutatott viselkedését illeti, eredményeink összhangban vannak KAILASAPATHY (2006) megfigyeléseivel, aki arról számolt be, hogy *L. acidophilus* élősejt-száma tehéntejben gyakorlatilag nem csökken a hűtve tárolás időtartama alatt.

A *Bifidobacterium* fajok tárolás alatti pusztulási dinamikáját a **9. táblázat** mutatja. A bifidobaktériumok kezdeti élősejt-száma elérte, sőt többnyire jelentősen meg is haladta a táplálkozás-élettani szempontból kívánatosnak tartott 10^6 CFU/g értéket (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV BIZOTTSÁG, 2004). E tekintetben nem észleltünk különbséget ($P > 0,05$) a tehéntejből és a két kiskérődző faj tejéből gyártott termékek között, a tevétejből előállított savanyú tejben viszont ehhez képest mintegy fél nagyságrenddel kisebb kezdeti bifidobaktérium-számot ($P < 0,05$) tapasztaltunk. A hűtve tárolás alatti túlélést illetően a kecsketej lényegesen rosszabb feltételeket kínált a bifidobaktériumok számára, mint a másik három tejtípus: a tehén-, a juh- és a tevétejből készült proibiotikus fermentált tejekben 42 nap alatt nem csökkent szignifikáns mértékben ($P > 0,05$) a *Bifidobacterium* fajok élősejt-száma, miközben a kecsketej alapú termékben jelentős mértékű (közel 80%-os) pusztulást mértünk ugyanennyi idő alatt. Mindezek a folyamatok együttesen azt eredményezték, hogy a tevétej- és a kecsketej-termék – más okból és eltérő dinamikával ugyan, de – végül azonos számú élő bifidobaktérium sejtet tartalmazott a 42. napon. Ehhez képest fél nagyságrenddel nagyobb értéket ($P < 0,05$) regisztráltunk az ABT-típusú fermentált tehén-, ill. juhtejben (**9. táblázat**). A jelenség legvalószínűbb magyarázata az, hogy a kísérleteinkhez alapanyagul felhasznált tehéntej és juhtej hasznosanyag-tartalma számottevően nagyobb volt, mint a kecsketejé és a tevétejé (**3. táblázat**), márpedig a bifidobaktériumok különösen igényesek a tápanyagellátást illetően (TAMIME et al., 1995).

A hűtve tárolás alatti kémhatás-változásokat a **10. táblázat** illusztrálja. Az eredmények arról tanúskodnak, hogy noha a 4°C-os hőmérséklet nem akadályozta meg az utósavanyodás bekövetkezését, ennek mértékét illetően nem mutatkozott markáns különbség az egyes termékek között.

7. táblázat: *Streptococcus thermophilus* élősejt-számának változása különböző állatfajok tejéből készült fermentált ABT termékek 4°C-on történő tárolása során

Tárolási idő	Tehéntejből		Tevetejből		Kecske tejéből		Juhtejből	
(nap)	készült fermentált ABT tej							
	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%
0	8,68 ± 0,11 ^{A,b}	100,0	8,95 ± 0,13 ^{A,a}	100,0	8,76 ± 0,14 ^{A,ab}	100,0	8,80 ± 0,22 ^{A,ab}	100,0
7	8,70 ± 0,18 ^{AB,ab}	104,7	8,80 ± 0,03 ^{A,a}	70,8	8,61 ± 0,06 ^{A,b}	70,8	8,74 ± 0,04 ^{A,a}	87,1
14	8,68 ± 0,13 ^{A,a}	100,0	8,75 ± 0,32 ^{A,a}	63,1	8,60 ± 0,31 ^{A,a}	69,2	8,75 ± 0,13 ^{A,a}	89,1
21	8,50 ± 0,08 ^{AB,b}	66,1	8,86 ± 0,09 ^{A,a}	81,3	8,66 ± 0,06 ^{A,b}	79,4	8,70 ± 0,25 ^{A,ab}	79,4
28	8,52 ± 0,21 ^{AB,b}	69,2	8,92 ± 0,11 ^{A,a}	93,3	8,63 ± 0,14 ^{A,b}	74,1	8,68 ± 0,24 ^{A,ab}	75,8
35	8,50 ± 0,08 ^{AB,b}	66,1	8,93 ± 0,21 ^{A,a}	95,5	8,10 ± 0,43 ^{AB,b}	21,9	8,58 ± 0,24 ^{AB,ab}	60,3
42	8,42 ± 0,06 ^{B,b}	55,0	8,93 ± 0,16 ^{A,a}	95,5	7,88 ± 0,21 ^{B,d}	13,2	8,28 ± 0,06 ^{B,c}	30,2

*Az adatok 6 mérés (3 párhuzamos × 2 ismétlés) átlag ± szórás-értékét jelölik.

^{AB} Az azonos oszlopban szereplő eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$).

^{abcd} Az azonos sorban szereplő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$).

8. táblázat: *Lactobacillus acidophilus* élősejt-számának változása különböző állatfajok tejéből készült fermentált ABT termékek 4°C-on történő tárolása során

Tárolási idő	Tehéntejből		Tevetejből		Kecsketejéből		Juhtejből	
(nap)	készült fermentált ABT tej							
	Log ₁₀ CFU/cm ^{3*}	%	Log ₁₀ CFU/cm ^{3*}	%	Log ₁₀ CFU/cm ^{3*}	%	Log ₁₀ CFU/cm ^{3*}	%
0	6,48 ± 0,44 ^{A,a}	100,0	6,71 ± 0,29 ^{AB,a}	100,0	6,46 ± 0,15 ^{A,a}	100,0	6,83 ± 0,21 ^{A,a}	100,0
7	6,46 ± 0,03 ^{A,a}	95,5	6,64 ± 0,16 ^{AB,a}	85,1	6,44 ± 0,08 ^{A,a}	95,5	6,66 ± 0,19 ^{A,a}	67,6
14	6,39 ± 0,04 ^{A,b}	81,3	6,59 ± 0,09 ^{A,a}	75,8	6,44 ± 0,17 ^{A,ab}	95,5	6,77 ± 0,13 ^{A,a}	87,1
21	6,35 ± 0,23 ^{A,ab}	74,1	6,68 ± 0,07 ^{A,a}	93,3	6,37 ± 0,07 ^{A,b}	81,3	6,72 ± 0,10 ^{A,a}	77,6
28	6,47 ± 0,18 ^{A,ab}	97,7	6,46 ± 0,16 ^{AB,ab}	56,2	6,27 ± 0,08 ^{AB,b}	64,6	6,62 ± 0,09 ^{A,a}	61,7
35	6,38 ± 0,15 ^{A,a}	79,4	6,35 ± 0,11 ^{B,a}	43,7	6,01 ± 0,17 ^{B,b}	35,5	6,55 ± 0,13 ^{A,a}	52,5
42	6,09 ± 0,55 ^{A,a}	40,7	6,36 ± 0,35 ^{AB,a}	44,7	6,01 ± 0,16 ^{B,a}	35,5	6,53 ± 0,40 ^{A,a}	50,1

*Az adatok 6 mérés (3 párhuzamos × 2 ismétlés) átlag ± szórás-értékét jelölik.

^{AB} Az azonos oszlopban szereplő eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$).

^{ab} Az azonos sorban szereplő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$).

9. táblázat: *Bifidobacterium* spp. élősejt-számának változása különböző állatfajok tejéből készült fermentált ABT termékek 4°C-on történő tárolása során

Tárolási idő (nap)	Tehéntejből		Tevetejből		Kecsketejből		Juhtejből	
	készült fermentált ABT tej							
	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%	Log ₁₀ CFU/cm ³ *	%
0	6,89 ± 0,04 ^{A,a}	100,0	6,39 ± 0,16 ^{A,b}	100,0	7,00 ± 0,18 ^{A,a}	100,0	6,87 ± 0,17 ^{A,a}	100,0
7	6,71 ± 0,43 ^{A,ab}	66,1	6,35 ± 0,05 ^{A,b}	91,2	6,69 ± 0,09 ^{AB,a}	49,0	6,71 ± 0,25 ^{A,ab}	69,2
14	6,78 ± 0,15 ^{A,a}	77,6	6,30 ± 0,04 ^{A,b}	81,3	6,77 ± 0,32 ^{ABC,ab}	58,9	6,83 ± 0,05 ^{A,a}	91,2
21	6,80 ± 0,09 ^{A,a}	81,3	6,27 ± 0,08 ^{A,b}	75,8	6,62 ± 0,16 ^{ABC,a}	41,7	6,88 ± 0,13 ^{A,a}	102,3
28	6,82 ± 0,19 ^{A,a}	85,1	6,37 ± 0,06 ^{A,b}	95,5	6,59 ± 0,52 ^{ABC,ab}	38,9	6,86 ± 0,05 ^{A,a}	97,7
35	6,81 ± 0,10 ^{A,a}	83,2	6,39 ± 0,25 ^{A,ab}	100,0	6,49 ± 0,11 ^{BC,b}	30,9	6,83 ± 0,13 ^{A,ab}	91,2
42	6,83 ± 0,08 ^{A,a}	87,1	6,24 ± 0,06 ^{A,b}	70,8	6,33 ± 0,10 ^{C,b}	21,4	6,80 ± 0,16 ^{A,a}	85,1

*Az adatok 6 mérés (3 párhuzamos × 2 ismétlés) átlag ± szórás-értékét jelölik.

^{ABC} Az azonos oszlopban szereplő eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$).

^{ab} Az azonos sorban szereplő eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek ($P < 0,05$).

10. táblázat: A pH-érték változása különböző állatfajok tejéből készült fermentált ABT termékek 4°C-on történő tárolása során

Tárolási idő (nap)	Tehéntej	Tevetej	Kecsquetej	Juhtej
	pH-értéke*			
0	4,34 ± 0,01	4,42 ± 0,00	4,23 ± 0,02	4,41 ± 0,06
7	4,27 ± 0,10	4,20 ± 0,04	4,04 ± 0,04	4,13 ± 0,02
14	4,27 ± 0,04	4,27 ± 0,02	4,11 ± 0,02	4,21 ± 0,04
21	4,17 ± 0,03	4,28 ± 0,02	4,03 ± 0,01	4,25 ± 0,03
28	4,19 ± 0,06	4,30 ± 0,02	4,21 ± 0,09	4,27 ± 0,06
35	4,27 ± 0,01	4,37 ± 0,03	4,20 ± 0,09	4,31 ± 0,05
42	3,96 ± 0,03	4,08 ± 0,02	4,00 ± 0,05	4,11 ± 0,04

*Az adatok 3 párhuzamos vizsgálat átlag ± szórás értékét jelölik.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A tehéntej, a tevétej, a juhtej és a kecsketej egyaránt alkalmas *L. acidophilus*-t, bifidobaktériumokat és *S. thermophilus*-t tartalmazó, ún. ABT-típusú probiotikus savanyú tejek előállítására. A laboratóriumi körülmények között legyártott és 6 héten keresztül hűtve tárolt termékek összes megvizsgált mintája megfelelő – 10^6 CFU/cm³ és 10^7 CFU/cm³ közötti – számú probiotikus laktobacillus és bifidobaktérium élősejttel volt jellemezhető, a nem probiotikus tejsavbaktériumokból (*S. thermophilus*) pedig a Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó minimum előírásait 1-2 nagyságrenddel meghaladó mennyiséget tartalmazott.

Érdemes lenne tehát a tehéntej mellett a kiskérődzők tejét is nagyobb mennyiségben felhasználni probiotikus fermentált tejtermékek előállítására, és különösen perspektivikusnak tűnik tevétej alapú probiotikus savanyú tejek kifejlesztését megcélózni, mert ezzel új piacokra (piaci szegmensekbe) is be lehetne törni. Mindehhez azonban további – a mikrobiológiai vizsgálatokon túlmutató – piacfelmérési és termék-, ill. technológia-fejlesztési tevékenységekre van szükség.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Tekintettel arra, hogy a szakirodalomban gyakorta ellentmondásos közlések találhatók a savanyú tejtermékek minőség-megőrzési időtartam alatti mikrobiológiai változásait illetően, jelen munkánkban arra kerestük a választ, hogy a laboratóriumi körülmények között különböző állatfajok (szarvasmarha, juh, kecske és tevé) tejéből előállított, *Lactobacillus acidophilus*-t (A), bifidobaktériumokat (B) és *Streptococcus thermophilus*-t (T) tartalmazó probiotikus savanyú tejtermékek hasznos mikrobiotája hogyan alakul a tárolási idő alatt.

Négyféle probiotikus fermentált tejet állítottunk elő pasztörözött tehéntej, tevétej, kecsketej, ill. juhtej alapanyagból, ABT-5 kultúra (Chr. Hansen, Hørsholm, Dánia) hozzáadásával. A késztermékeket hűtőszekrénybe helyeztük, és 4°C-on tároltuk, majd 0, 7, 14, 21, 28, 35 és 42 nap elteltével meghatároztuk a mintákban a szintenyészetet alkotó mikroorganizmus fajok élősejt-számaikat és a kémhatást.

A fermentált tevétejben 6 hét alatt nem csökkent szignifikáns mértékben ($P > 0,05$) a *S. thermophilus* 10^8 CFU/cm³ feletti élősejt-száma. A másik három termékről ugyanez nem volt elmondható, de a kokkusz alakú starterbaktériumok túlélési dinamika tejféleségtől függően szignifikánsan ($P < 0,05$) különbözött. Legkisebb sztreptokokkusz túlélési arány (13,2%) a kecsketejből készült termékben volt megfigyelhető a hűtve tárolás 42. napján.

A *L. acidophilus* kiindulási száma átlagban több mint két nagyságrenddel kisebbnek mutatkozott a *S. thermophilus*-éhoz képest, és a két faj élősejt-szám változásainak tendenciája is nagymértékben különbözött. Ebben az esetben lassú és nagyjából egyenletes mértékű pusztulás volt megfigyelhető, amely azt eredményezte, hogy a 42. napon mért túlélési arányszámok tekintetében nem volt különbség ($P > 0,05$) a négy termék között.

A *Bifidobacterium* spp. kezdeti élősejt-száma elérte, sőt többnyire jelentősen meg is haladta a táplálkozás-élettani szempontból kívánatosnak tekintett 10^6 CFU/g értéket. E tekintetben nem észleltünk különbséget ($P > 0,05$) a tehéntejből és a két kiskérődző faj tejéből gyártott termékek között, a tevétejéből előállított savanyú tejben viszont ehhez képest mintegy fél nagyságrenddel kisebb kezdeti bifidobaktérium-számot ($P < 0,05$) tapasztaltunk. A hűtve tárolás alatti túlélést illetően a kecsketej lényegesen rosszabb feltételeket kínált a bifidobaktériumok számára, mint a másik három tejtípus: a tehén-, a juh- és a tevétejéből készült probiotikus fermentált tejekben 42 nap alatt nem csökkent szignifikáns mértékben ($P > 0,05$) a *Bifidobacterium* fajok élősejt-száma, miközben a kecsketej alapú termékben jelentős mértékű (közel 80%-os) pusztulást mértünk ugyanennyi idő alatt. Mindezek a folyamatok együttesen azt eredményezték, hogy a tevétej- és a kecsketej-termék – más okból és eltérő dinamikával ugyan, de – végül azonos számú élő bifidobaktérium sejtet tartalmazott a 42. napon. Ehhez képest fél

nagyságrenddel nagyobb értéket ($P < 0,05$) regisztráltunk az ABT-típusú fermentált tehén-, ill. juhtejben.

A pH-mérés eredményei azt bizonyították, hogy a 4°C-os hőmérséklet nem akadályozta meg az utósavanyodás bekövetkezését, ennek mértékét illetően nem mutatkozott markáns különbség az egyes termékek között.

Összességében megállapítható, hogy a tehéntej, a tevétej, a juhtej és a kecsketej egyaránt alkalmas *L. acidophilus*-t, bifidobaktériumokat és *S. thermophilus*-t tartalmazó, ABT-típusú probiotikus savanyú tejek előállítására. A laboratóriumi körülmények között legyártott és 6 héten keresztül hűtve tárolt termékek összes megvizsgált mintája megfelelő – 10^6 CFU/cm³ és 10^7 CFU/cm³ közötti – számú probiotikus laktobacillusz és bifidobaktérium élősejttel volt jellemezhető, a nem probiotikus tejsavbaktériumokból (*S. thermophilus*) pedig a Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó minimum előírásait 1-2 nagyságrenddel meghaladó mennyiséget tartalmazott.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok konzulensemnek, Dr. Varga László egyetemi tanár úrnak munkám irányításáért, továbbá Süle Judit PhD hallgatónak a vizsgálatok során nyújtott gyakorlati segítségéért.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- AGRAWAL, V., USHA, M.S., MITAL, B.K. (1986): Preparation and evaluation of acidophilus milk. *Asian Journal of Dairy Research* 5 33-38.
- AHMED, B., MITAL, B.K., GARG, S.K. (1990): Effect of magnesium and manganese ions on the growth of *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Science and Technology* 27 228-229.
- ALM, L., RYD-KJELLEN, E., SETTERBERG, G., BLOMQUIST L. (1993): Effect of a new fermented milk product "Cultura" on constipation in geriatric patients. *1st Lactic Acid Bacteria Computer Conference*, Stockholm, May 1 - June 30, 4 pp.
- ANADÓN, A., MARTÍNEZ-LARRAÑGA, M.R., MARTÍNEZ, M.A. (2006): Probiotics for animal nutrition in the European Union: regulation and safety assessment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 45 91-95.
- BIRÓ, L., ANTAL M. (2009): A tejfogyasztás élettani hatásai. In: *A Tej Szerepe a Humán Táplálkozásban*, KUKOVICS, S. (Szerk.) pp. 281-282. Melánia Kiadó, Budapest.
- BYLUND, G. (1995): *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems, Lund.
- CHANDAN, C.R., WHITE, H.C., KILARA, A., HUI, H. Y. (2006): *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*, Blackwell Publishing, Oxford.
- CSAPÓ, J., CSAPÓNÉ, K.ZS. (2002): *Tej és Tejtermékek a Táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- CSAPÓ, J., CSAPÓNÉ, K.ZS. (2009): A tehéntej táplálkozástudományi szempontból legfontosabb összetevői. II. Laktóz-, ásványi anyag- és vitamin-tartalom. In: *A Tej Szerepe a Humán Táplálkozásban*, KUKOVICS, S. (Szerk.) pp. 177-179. Melánia Kiadó, Budapest.
- CSAPÓNÉ, K.ZS., KUKOVICS, S., CSAPÓ, J. (2009): A juh- és a kecsketej táplálkozástudományi szempontból legfontosabb összetevői. In: *A Tej Szerepe a Humán Táplálkozásban*, KUKOVICS, S. (Szerk.) pp. 187-203. Melánia Kiadó, Budapest.
- FAO/WHO (2002): Guidelines for the evaluation of probiotics in food. *Report of a Joint FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food*. FAO/WHO, London, Ontario.
- FIGLER, M., MÓZSIK, GY., SCHÄFFER, B., ZSINKÓ, M., SZILI, B., SZAKÁLY, S., RAB, R. (2005): A probiotikus kefir hatása a széklet mikroflórájára. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing* 2 (1-2) 17-20.
- GILLILAND, S.E. (1975): *Bacterial Starter Cultures for Foods*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

- GORBACH, S.L. (1990): Lactic acid bacteria and human health. *Annals of Medicine* **22** 37-41.
- GUNDEL, J. (2009): A tej mint emberi táplálék. In: *A Tej Szerepe a Humán Táplálkozásban*, KUKOVICS, S. (Szerk.) p. 273. Melánia Kiadó, Budapest.
- HASHIM, I.B., KHALIL, A.H., HABIB, H. (2009): Quality and acceptability of a set-type yogurt made from camel milk. *Journal of Dairy Science* **92** 857-862.
- JUHÁSZ, J., NAGY, P. (2012): A nagyüzemi tevetej-termelési rendszer kifejlesztése és működtetése: kihívások, tapasztalatok és eredmények. *Magyar Állatorvosok Lapja* **134** 52-62.
- KÁDAS, L., ZAJKÁS, G. (2006): *Táplálkozási Fogalomtár*. Kossuth Kiadó, Budapest.
- KAILASAPATHY, K. (2006): Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT- Food Science and Technology* **39** 1221-1227.
- KHERASKOV, S.G. (1953): Camels' milk and its products, *Konevodstro* **23** 35-37.
- KOVÁCS, Á. (1997): *Az Élelmiszertudomány Alapjai III. – Az Élelmiszerek Mikrobiológiája és Mikroökológiája*. Pécsi Orvostudományi Egyetem, Egészségügyi Főiskolai Kar, Pécs.
- MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV BIZOTTSÁG (2004): Savanyú tejtermékek. In: *Magyar Élelmiszerkönyv – 2-51/03 Tej és Tejtermékek*, pp. 21-24. Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság, Budapest.
- MARSHALL, V.M., TAMIME, A.Y. (1997): Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. *International Journal of Dairy Technology* **50** 35-41.
- MILLER, B., PUHAN, Z. (1980): Möglichkeiten zur Verkürzung der Fermentation bei *Acidophilus* Milch. *Schweizerische Milchwirtschaftliche Forschung* **9** 49-56.
- MOLNÁR, A., MOLNÁR, J. (2000): *Kecskenyésztés*. Gaia Alapítvány, Galgahévíz.
- MYERS, D. (2007): Probiotics: therapeutic review. *Journal of Exotic Pet Medicine* **16** 195-197.
- OHRIS, S.P., JOSHI, B.K. (1961): Composition of camel milk. *The Indian Veterinary Journal* **38** 514-516.
- ONGOL, M.P., TANAKA, M., SONE, T., ASANO, K. (2009): A real-time PCR method targeting a gene sequence encoding 16S rRNA processing protein, *rimM*, for detection and enumeration of *Streptococcus thermophilus* in dairy products. *Food Research International* **42** 893-898.
- PULAY, G. (1972): A tej és tejtermékek fontosabb mikroorganizmusai. In: *A Tejgazdasági Mikrobiológia*, PULAY, G. (Szerk.) pp. 30-58. Agrártudományi Egyetem, Gödöllő.
- QUIGLEY, E.M.M. (2010): Prebiotics and probiotics; modifying and mining microbiota. *Pharmacological Research* **61** 213-218.

- RAO, M.B., GUPTA, R.C., DASTUR, N.N. (1970): Camels' milk and milk products. *Indian Journal of Dairy Science* **23** 71-78.
- RAŠIĆ, J.L., KURMANN, J.A. (1978): *Yoghurt – Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations*. Technical Dairy Publishing House, Vanløse, Copenhagen.
- RIGÓ, J. (2009): A tejfogyasztás jelentősége gyermek- és időskorban. In: *A Tej Szerepe a Humán Táplálkozásban*, KUKOVICS, S. (Szerk.) pp. 344-345. Melánia Kiadó, Budapest.
- SALMINEN, S., ISOLAURI, E., ONNELA, T. (1995): Gut flora in normal and disordered states. *Chemotherapy* **41** (Suppl.1) 5-15.
- SCHANDL J. (1966): *Juhtenyésztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- SHAH, N.P. (1997a): Bifidobacteria: characteristics and potential for application in fermented milk products. *Milchwissenschaft* **52** 16-21.
- SHAH, N.P. (1997b): Isolation and enumeration of bifidobacteria in fermented milk products: a review. *Milchwissenschaft* **52** 72-76.
- SHALASH, M.R. (1979): Utilisation of camel meat and milk in human nourishment. *IFS Symposium: Camels*, Sudan, pp. 285-306.
- SPECK, M.L. (1980): Preparation of lactobacilli for dietary uses. *Journal of Food Protection* **43** 65-67.
- SZAKÁLY, S. (2001): *Tejgazdaságtan*. Dinasztia Kiadó, Budapest.
- SZAKÁLY, S. (2004): *Probiotikumok és humánegészség: vissza a természethez!* Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, Mosonmagyaróvár.
- SZAKÁLY, S. (2009): A pro- és prebiotikumok kérdése és jelentősége. In: *A Tej Szerepe a Humán Táplálkozásban*, KUKOVICS, S. (Szerk.) pp. 207-215. Melánia Kiadó, Budapest.
- TAMIME, A.Y., MARSHALL, V.M.E., ROBINSON, R.K. (1995): Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria. *Journal of Dairy Research* **62** 151-187.
- VARGA, L., SZIGETI, J., ÖRDÖG, V. (1999a): Effect of a *Spirulina platensis* biomass and that of its active components on single strains of dairy starter cultures. *Milchwissenschaft* **54** 187-190.
- VARGA, L., SZIGETI, J., ÖRDÖG, V. (1999b): Effect of a *Spirulina platensis* biomass enriched with trace elements on combinations of dairy starter culture strains employed in the dairy industry. *Milchwissenschaft* **54** 247-248.
- WERNERY, U. (2007): Camel milk – new observations. In: *Proceedings of the International Camel Conference “Recent Trends in Camelids Research and Future Strategies for Saving Camels”*, GAHLOT, T.K. (Ed.) pp. 200-204. Veterinary Research Laboratory, Dubai.

YAGIL, R., ETZION, Z. (1980): The effect of drought conditions on the quality of camels' milk.
Journal of Dairy Research **47** 159-166.

URL¹: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Probiotikum>



A TDK-dolgozat a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0018 (TALENTUM – hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen) projekt támogatásával valósult meg.

TALENTUM
TÁMOP 4. 2. 2. B – 10/1 – 2010 - 0018



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.