

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

PANNON AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
Élelmiszertudományi Intézet

Programvezető és alprogramvezető:
DR. DR. h. c. IVÁNCICS JÁNOS
MTA doktora

Témavezető:
DR. habil. SZIGETI JENŐ
mezőgazdasági tudomány kandidátusa

MIKROELEMekkel DÚSÍTOTT
CIANOBAKTÉRIUM BIOMASSZA HATÁSA
TERMOFIL TEJIPARI SZÍNTENYÉSZETEKRE

Készítette:
VARGA LÁSZLÓ

MOSONMAGYARÓVÁR
1999

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A színtenyészetek felhasználásával készülő savanyú tejtermékeket (savanyú tej- és tejszínkészítményeket) a tejtermékek királynőinek szokás nevezni. Jótékony hatásukat csak akkor tudják maradéktalanul kifejteni, ha rendszeresen elfogyasztunk belőlük egy bizonyos mennyiséget. A fogyasztási színvonalat illetően mintegy 50-60%-kal maradunk el az e területen élenjáró nyugat-európai országoktól. Bizakodásra ad azonban okot, hogy a savanyú tejtermékek fogyasztása a hazai vásárlóerőnek az elmúlt tíz évben bekövetkezett — a tej- és tejtermékfogyasztás össz volumenében is erőteljesen tükröződő — visszaesése ellenére is dinamikus növekedést mutat.

A savanyú tejtermékek fogyasztásának intenzív növekedése világjelenség, amelynek háttérében az áll, hogy a fogyasztók felismerték e készítmények táplálkozásbiológiai és élvezeti értékét. A fejlett tejgazdasággal rendelkező országokban a minőség folyamatos javításával, a választék bővítésével, valamint egyre praktikusabb és tetszetősebb csomagolási megoldások alkalmazásával igyekeznek fenntartani ill. tovább serkenteni e kedvező folyamatokat.

A savanyú tejtermékek előnyös tulajdonságai, melyek döntően a színtenyészeteket alkotó hasznos mikroorganizmusok nagyszámú jelenlétére és a tej összetételének kedvező irányú megváltozására vezethetők vissza, az alábbiakban összegezhetők.

- A termékek jellemző mikroorganizmusai egyebek mellett tejsavat képeznek, ezáltal egyrészt toxikus hatást fejtenek ki bizonyos bélidegen, káros élesztő- és baktériumfajokra, másrészt — a béltartalom pH-jának csökkentése révén — gátolják a rothasztó mikroflóra elszaporodását a bélben.
- A színtenyészetek humán eredetű komponensei megtelepednek és elszaporodnak az ember bélcsatornájában (vékony- ill. vastagbélben) és így helyettesíthetik az antibiotikumos kezelés következtében lecsökkent számú hasznos bélbaktériumok védő hatását patogén mikroorganizmusokkal szemben.
- A bennük levő bifidogén anyagok által serkentik a bifidobaktériumok és a laktobacilluszok bélben történő elszaporodását.
- A tejhez képest javul a fehérjék emészthetősége és abszorbeálhatósága, a kazein

alvadása és a proteolitikus aktivitás következtében.

- Ugyancsak javul a tejszír emészthetősége és abszorpciója, valamint a kalcium, a foszfor és a vas reszorpciója is.
- A vérszérum koleszterin-szintjének csökkentése révén jelentős szerepet tölthetnek be a koronáriás szívbetegségek megelőzésében.
- A savanyítás (fermentálás) hatására a tej egyes táplálkozási tulajdonságai (pl. nem fehérje nitrogén-tartalom, szabad aminonitrogén-tartalom, fajlagos fehérje-hasznosulás, C-vitamin feleződési ideje stb.) kedvező irányú változáson mennek át.
- Pozitív hatást gyakorolnak a szervezet védekező-képességére.
- A mikroflóra — β -D-galaktozidáz aktivitása folytán — jelentős mértékben bontja ill. szerves savvá konvertálja a tej laktóztartalmát, így a laktózintoleránsok többsége is fogyaszthatja e termékeket.
- Bizonyos starterkultúrák antikarcinogén hatással is rendelkeznek.
- A savanyú tejtermékek vitamintartalma felülmúlhatja a tejét.
- Az alacsony pH-jú közeg kiváló stabilitást biztosít különböző, kedvező élettani hatású adalékoknak (fémkomplexek, szerves fémvegyületek, vitaminok stb.).
- E termékek fogyasztása elősegíti a nyál, az epesavak és a gyomorsósav szekrécióját.
- A különféle színtenyészetek felhasználásával változatos ízhatású termékek állíthatók elő. A választék bővítése gyakorlatilag nem korlátozott, mert számos állományjavító, ízesítő és technológia-változtatási lehetőség áll rendelkezésre.
- A tej alapanyag teljes, vagy részleges ultraszűrésével, továbbá tejfehérje-koncentrátum adagolásával és zsírbeállítással úgyszólván tetszőleges összetételű diétás-, vagy roboráló készítmények gyárthatók.
- Utóhőkezeléssel, vagy liofilezéssel igen hosszú tárolási- és stabilitási idő biztosítható e termékeknek, ha a piaci igények úgy kívánják.

A fejlett tejgazdasággal rendelkező országokban, az utóbbi időben előtérbe került a probiotikus hatású élőflóra (pl. *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* stb.) jelentősége. A probiotikus kultúrák kedvező élettani hatást gyakorolnak az emberi szervezetre. Jótéteményeik közé sorolható pl. a különféle hasmenéses, szorulásos és rotavírus okozta bántalmak megelőzése ill. mérséklése, a bélflóra antibiotikus kezelés utáni gyors regenerálódásának előmozdítása, laktózérzékenyeknél a tejcukor

bontásának elősegítése, a vérplazma koleszterin-szintjének csökkentése, valamint az immunrendszer erősítése és a rák elleni védekezés hatékonyságának fokozása. Az élőflórás savanyú tejtermékeken belül világviszonylatban számos termékcsoport különíthető el az alkalmazott savanyító kultúra összetétele alapján. A bélazonos mikroorganizmust tartalmazó színtenyészetek felhasználásával gyártott főbb savanyú tejkészítményekről ad áttekintést az 1. táblázat.

1. táblázat Bélazonos mikroorganizmust tartalmazó kultúrákkal előállított fontosabb savanyú tejkészítmények

Bélazonos	Egyéb	Termék megnevezése
mikroorganizmus a termékben		
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	—	Acidophilus tej
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> + <i>Streptococcus thermophilus</i>	Acidophilus joghurt ACO joghurt
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	—	Bifidus tej
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Bifighurt®
	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>taette</i>	Bioghurt®
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> + <i>Streptococcus thermophilus</i>	Bifidus joghurt
<i>Bifidobacterium bifidum</i> + <i>Lactobacillus acidophilus</i>	—	Fermentált AB tej Cultura®
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Fermentált ABT tej Biogarde®
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> + <i>Streptococcus thermophilus</i>	Acidophilus-bifidus joghurt

A hazai piacon sajnos még nem általánosak ezek az új típusú savanyú tejkészítmények, pedig kedvező élettani hatásukat figyelembe véve feltétlenül létjogosultsággal bírnak. Általános elterjedésükre azonban hosszabb távon, a vásárlóképes kereslet növekedésével párhuzamosan számítani lehet, hiszen Nyugat-Európa tejgazdaságilag legfejlettebb országainak (Dánia, Franciaország, Hollandia, Németország stb.) némelyikében évi 15%-os növekedési ütem tapasztalható a probiotikus termékek piacán, miközben 70%-kal nagyobb profit realizálható bizonyos funkcionális savanyú tejkészítmények esetében, a hagyományos joghurtokhoz viszonyítva. Ehhez persze nem elegendő a kitűnő termékminőség és csomagolás, hanem

tudományosan igazolt táplálkozásbiológiai előnyök is szükségeltetnek, amelyeket széleskörű reklámkampányokkal kell tudatosítani a fogyasztókban.

A savanyú tejtermékek már említett emelkedő tendenciájú fogyasztása lehetővé tenné, hogy a lakosság kevesebb, mesterséges úton előállított vitamin- és mikroelem-készítményt ill. gyógyszert fogyasszon, amennyiben e savanyú tejtermékeket természetes eredetű vitaminokkal, fehérjékkel, esszenciális zsírsavakkal, mikroelemekkel és további, speciális hatású anyagokkal egészítenénk ki. Ennek egyik lehetséges módja mikroelemekkel dúsított cianobaktérium biomassa felhasználása savanyú tejkészítmények gyártásához. A bioaktív hatóanyagok bevitele óriási jelentőséggel bír, mert tovább növeli a savanyú tejkészítmények amúgy is becses táplálkozásbiológiai értékét.

Az sem közömbös a kutató és a technológus számára, hogy egységnyi termék előállítása mennyi időráfordítást igényel. Német és japán szerzők megállapítása szerint egyes tejsavbaktérium fajok savtermelése és szaporodása zöldalga-kivonatokkal serkenthető.

Kísérleteink során arra kerestük a választ, hogy termofil tejipari színtenyészetek savtermelése és szaporodása stimulálható-e cianobaktérium biomassa adagolásával illetve, hogy a jelentkező hatás mely komponensek jelenlétére vezethető vissza.

Ennek alapján, táplálkozásélettani szempontból nélkülözhetetlen mikroelemekkel (jódd, cink, szelén) dúsított *Spirulina platensis* cianobaktérium biomasszájának savtermelő aktivitásra és szaporodási sebességre gyakorolt hatását vizsgáltuk *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* CH-1, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CH-2, *Lactobacillus acidophilus* La-5 valamint *Bifidobacterium bifidum* Bb-12 tiszta- és keverék-tenyészeinek felhasználásával, modell tejtápközegben. A cianobaktérium biomassa "aktív" komponenseinek meghatározása során mikroelemek (jódd, cink, szelén), vitaminok (B-komplex, C, A, E) és nitrogéntartalmú anyagok (pepton, adenin, hipoxantin) tesztelésére került sor.

Munkánk hézagpótló mű, hiszen ezzel a cianobaktérium fajjal ill. ezekkel a tejipari színtenyészetekkel és bioaktív komponensek ennyire széles skálájával végzett ilyen irányú kísérletsorozatokról szóló beszámolót nem találtunk a nemzetközi szakirodalomban.

Ezt követően tárolási kísérletekben vizsgáltuk egy, hagyományos gyártástechnológiával készített modelltermék (joghurt) kontroll és cianobaktériumos változatának jellemző és nemkívánatos mikroflórájában bekövetkező változásokat. A cianobaktériumos joghurt — az előzőekben leírtak alapján — a hagyományos savanyú tejkészítményeknél gazdagabb volt vitaminokban, mikroelemekben és egyéb, kedvező élettani hatású, biológiailag aktív komponensekben, vagyis funkcionális tulajdonságokkal rendelkezett.

Kísérletsorozataink, többek között, jelentős mennyiségű tej alapanyag felhasználását igényelték. A modell tejtápközegben végzett alapozó kutatásokhoz ill. ezek előkísérleteihez összesen mintegy 100 liter ultrapasztörözött tejet szereztünk be és mélyfagyasztottunk, a termékgyártási és tárolási kísérletekhez pedig 50 liter pasztörözött fogyasztói tejre volt szükségünk.

2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

2.1. Alapozó kutatások modell tejtápközegben

2.1.1. Alapanyag

Delvotest® SP MINI készülékkel ellenőrzöten antibiotikum-mentes, ultrapasztörözött, homogénezett tejet használtunk, amelyet a beszerzést követően mélyfagyasztottunk (Ultra Low Freezer U 41085, New Brunswick Scientific) és -75 °C-on tároltunk, hogy az időben elhúzódó kísérletsorozatokhoz ugyanazon gyártási tételből származó tej alapanyag álljon rendelkezésre és így az eredmények összehasonlíthatóak legyenek. Az alapanyagtej 28 g l⁻¹ zsírt, 34 g l⁻¹ fehérjét, 47 g l⁻¹ laktózt és 7 g l⁻¹ ásványi anyagot tartalmazott, és noha ultrapasztörözött tej volt, 90 °C-on 5 percig hőkezeltük, hogy a savófehérjék hődenaturációja nagyobb mértékű legyen. A kísérleteket a Pannon Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Mosonmagyaróvár Élelmiszer-tudományi Intézetében végeztük.

2.1.2. Starterkultúra-törzsek

A Chr. Hansen A/S által előállított, fagyasztva szárított törzseket a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft., Mosonmagyaróvár bocsátotta rendelkezésünkre. A kísérletek megkezdése előtt a törzseket két alkalommal, 37 °C-on 12-72 óra hosszat előszaporítottuk. A fermentációs kísérletekbe bevont egytörzstenyészeteket és törzskombinációkat a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat A fermentációs kísérletekhez felhasznált egytörzs- és többtörzstenyészetek

A színtenyészet		A színtenyészet felhasználásával készülő termék megnevezése
bélazonos	egyéb	
mikroorganizmusa		
—	<i>Strep. thermophilus</i>	—
	<i>Lact. bulgaricus</i>	—
	<i>Strep. thermophilus</i> + <i>Lact. bulgaricus</i>	Joghurt
<i>Lact. acidophilus</i>	—	Acidophilus tej
	<i>Strep. thermophilus</i>	—
	<i>Strep. thermophilus</i> + <i>Lact. bulgaricus</i> *	Acidophilus joghurt
		ACO joghurt
<i>Bifid. bifidum</i>	—	Bifidus tej
	<i>Strep. thermophilus</i>	Bifighurt®
<i>Lact. acidophilus</i> + <i>Bifid. bifidum</i>	—	Fermentált AB tej (Cultura®)
	<i>Strep. thermophilus</i>	Biogarde®
		Fermentált ABT tej

Strep. thermophilus, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* CH-1; *Lact. bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CH-2; *Lact. acidophilus*, *Lactobacillus acidophilus* La-5; *Bifid. bifidum*, *Bifidobacterium bifidum* Bb-12; *, Tekintettel arra, hogy e készítményeknél a *Lact. bulgaricus* adagolása csak a savanyodás biztonságát szolgálja, a kísérletet ezzel a kombinációval nem végeztük el

2.1.3. *Spirulina platensis* biomassza

A kísérleteinkhez felhasznált cianobaktérium biomassza Németországból, a Bergholz-Rehbrücke-i Gabonakutató Intézetből (Institut für Getreideverarbeitung GmbH, Bergholz-Rehbrücke) származott. Ez a termék Németországban engedélyezett táplálék-kiegészítő. Főbb komponenseit és azok koncentrációját a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat A *Spirulina platensis* biomassza főbb összetevői és azok koncentrációja

Összetevő	Mennyiség (1 kg biomasszában)
Eredeti összetevő	
Szárazanyag	941 g
Fehérje	576 g
Összes lipid	111 g
Hamu	114 g
Zn	515 mg
Cu	7 mg
Cd	<0,01 mg
Pb	0,05 mg
Dúsított összetevő	
KI	0,131 g
ZnCl ₂	2,052 g
Na ₂ SeO ₃ ·5H ₂ O	0,333 g

Míthogy a terméket 3 g l⁻¹ mennyiségben adagoltuk a tejhez, a dúsított összetevőket (KI, ZnCl₂ és Na₂SeO₃·5H₂O) rendre 0,393 mg l⁻¹, 6,156 mg l⁻¹ és 0,999 mg l⁻¹ koncentrációban alkalmaztuk, amikor a starterkultúra törzsek savtermelésére gyakorolt egyedi hatásukat vizsgáltuk.

A cianobaktérium biomassza 3 g l⁻¹ mennyiségben történő adagolásának gondolata egy korábbi munkánkból származott, amelyben meghatároztuk, hogy mekkora a már hatékony és gazdaságossági ill. érzékszervi szempontból még tolerálható biomassza-koncentráció.

2.1.4. További vizsgált komponensek

A jódoz, a cinkhez és a szelénhez hasonlóan, vitaminok és N-tartalmú anyagok hatását külön-külön is teszteltük: B₁-vitamin (0,5 mg l⁻¹), B₂-vitamin (2,0 mg l⁻¹), niacin (1,0 mg l⁻¹), pantoténsav (4,0 mg l⁻¹), B₆-vitamin (0,6 mg l⁻¹), B₁₂-vitamin (5,0 µg l⁻¹), C-vitamin (50 mg l⁻¹), A-vitamin (1,0 mg l⁻¹), E-vitamin (3000 NE l⁻¹), pepton (1,0 g l⁻¹), adenin (2,0 mg l⁻¹) és hipoxantin (3,5 mg l⁻¹). Emellett a peptont adeninnel, majd hipoxantinnal párosítva is megvizsgáltuk. Mindezen anyagokat — beleértve a jódot, a cinket és a szelént is — a Merck cégtől szereztük be.

2.1.5. Kísérletek körülményei

A hőkezelt, majd inkubációs hőfok közelébe visszahűtött tejet kiadagoltuk 250 ml-es Erlenmeyer-lombikokba és kiegészítettük őket a vizsgálandó anyaggal/anyagokkal (cianobaktérium biomassza ill. összetevői). Tisztatenyészetek esetében az inokulum-mennyiség 1% (v/v) volt, ez alól kivételt csak a *Bifid. bifidum* képezett (6%, v/v). A *Strep. thermophilus* és a *Lact. bulgaricus* inkubálása 42,5°C-on, a *Lact. acidophilus*-é és a *Bifid. bifidum*-é pedig 37,5°C-on történt. Keveréktenyészetek esetében előzetes kísérletekkel meghatároztuk azokat az inokulum-arányokat, amelyek az inkubálás végére nagyságrendileg azonos élősejtszámokat eredményeznek. Ennek megfelelően az egyes törzsek alkalmazott mennyiségét 0,1% (v/v) és 6,0% (v/v) között választottuk meg. A *Strep. thermophilus* és *Lact. bulgaricus* keveréktenyészetét 42,5°C-on inkubáltuk, a *Lact. acidophilus*-t és/vagy *Bifid. bifidum*-ot tartalmazó törzskombinációkat pedig 37,5°C-on. A *Bifid. bifidum* vizsgálatára szolgáló tejmintákhoz élesztőkivonatot (0,25 g l⁻¹, Merck) adagoltunk, hogy a faj speciális tápanyagigényét kielégítsük. A savtermelést óránkénti pH-mérés útján, a szaporodást pedig élősejtszám-meghatározással követtük nyomon. A párhuzamos vizsgálatok száma 3 volt.

2.1.6. pH-mérés

Az aktuális aciditást HANNA 8521 típusú laboratóriumi digitális pH-mérővel határoztuk meg, szobahőmérsékleten, kombinált üvegelektroda alkalmazásával.

2.1.7. Élősejtszám-meghatározás

Az élősejtszám-meghatározás körülményeit a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat Keveréktenyészetek összetevőinek elősejtszám-meghatározása

Keveréktenyészetek összetevői	Tápközeg	Inkubációs		
		körülmények	idő (óra)	hőfok (°C)
1. <i>Strep. thermophilus</i>	M 17 Agar	Aerob	48	37
<i>Lact. bulgaricus</i>	MRS Agar*	Anaerob	72	37
2. <i>Strep. thermophilus</i>	M 17 Agar	Aerob	48	37
<i>Lact. acidophilus</i>	MRS Agar	Anaerob	72	37
3. <i>Strep. thermophilus</i>	M 17 Agar	Aerob	48	37
<i>Bifid. bifidum</i>	MRS Agar	Anaerob	72	37
4. <i>Lact. acidophilus</i>	MRS Agar	Aerob	72	37
<i>Bifid. bifidum</i>	MRS+NNL† Agar	Anaerob	72	37
5. <i>Strep. thermophilus</i>	Lee Agar	Aerob	120	37
<i>Lact. acidophilus</i>	MRS-Maltóz Agar	Anaerob	72	37
<i>Bifid. bifidum</i>	MRS+NNLP‡ Agar	Anaerob	72	37

*, A pH 5,4-re beállítva; †, Nalidixinsav + Neomicin-szulfát + Lítium-klorid; ‡, Nalidixinsav + Neomicin-szulfát + Lítium-klorid + Paromomicin-szulfát

Mindegyik esetben a lemezöntéses módszert alkalmaztuk. Az anaerob tenyésztési körülmények biztosítására Oxoid anaerob edényeket és ANAEROGEN™ AN 25 papírtasakokat használtunk. Az NNL és NNLP oldatok komponenseit a Sigma-Aldrich cégtől, a tápközegek összes többi összetevőjét pedig a Merck cégtől szereztük be.

2.2. Termékgyártási és tárolási kísérletek

A tárolási kísérletekhez szükséges cianobaktériumos és kontroll joghurtokat a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. mosonmagyaróvári modellüzemében állítottuk elő.

Az alapanyagtej (pasztörözött fogyasztói tej) összetétele megegyezett a 2.1.1. alfejezetben leírtakkal. Homogénezését úgy végeztük, hogy megfeleljen a savanyú tejkészítményekre a szakirodalomban leírt kívánalmaknak ($d < 0,6 \mu\text{m}$, k -érték: –). A hőkezelés 90 °C-on 5 percig tartott. Az alkalmazott joghurtkultúrát (FYE-43) ugyancsak a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft., Mosonmagyaróvár bocsátotta rendelkezésünkre. Az inokulum-mennyiség 3% (v/v) volt, az inkubáció 42 °C-on történt 2,5 órán keresztül.

A cianobaktériumos joghurt esetében a *Spir. platensis* biomassza bekeverésére akkor került sor, amikor a termék pH-ja elérte az 5,2-es értéket, hőmérséklete pedig

25 °C volt. A gyártástechnológia ezt követően a hagyományos joghurtoknál megszokottak szerint zajlott. Mindkét termékből 40 pohárnyit adagoltunk ki, a poharak lezárását fóliahegesztéssel oldottuk meg. Egy napos előhűtést követően a minták felét hűthető-fűthető termosztátba helyeztük 15 °C-ra, másik felét pedig hűtőszekrénybe 4 °C-ra. A 15 °C-on tárolt cianobaktériumos és kontroll joghurt esetében 0, 3, 6, 9, 12 és 15 napos korban, a 4 °C-on tartott termékek esetében 0, 7, 14, 21, 28 és 35 napos korban 3-3 poharat felbontottunk és a Nemzetközi Tejgazdasági Szövetség szabványos módszerei alapján meghatároztuk az 5. táblázatban feltüntetett mikroorganizmus(-csoport)ok élősejtszámait.

5. táblázat Mikroorganizmusok élősejtszámának meghatározása a tárolási kísérletek során

Mikroorganizmus (csoport)	Módszer	Tápközeg*	Inkubációs	
			idő (óra)	hőfok (°C)
<i>Strep. thermophilus</i>	Lemezöntés	M 17 Agar	48	37
<i>Lact. bulgaricus</i>	Lemezöntés	MRS Agar†	72‡	37
Összes hasznos élősejtszám	Összeadás∇	—	—	—
Élesztők és penészek	Lemezöntés	YGC Agar	96	25
Kóliformok	MPN	BRILA Tápleves	24-48	37
Enterokokkuszok	Lemezöntés	KEA Agar◆	72	37

*, Az összes tápközeg Merck-termék; †, 5,4-re beállított pH; ‡, Anaerob inkubálás; ∇, *Strep. thermophilus*-szám + *Lact. bulgaricus*-szám (számított értékek); ◆, Kanamycin Esculin Azide Agar

A mikrobiológiai vizsgálatokkal egyidőben meghatároztuk a tárolt termékek pH-értékét is abból a célból, hogy az utósavanyodás mértékére vonatkozóan összehasonlító adatok álljanak rendelkezésre.

2.3. Matematikai-statisztikai értékelés

A kontroll- és a vizsgálati minták óránként mért pH-értékeit szignifikancia-vizsgálatnak vetettük alá; ehhez a MicroCal Origin 3.0 programcsomagot használtuk. A “szignifikánsan (eltérő)” vagy “szignifikáns (eltérés)” stb. kifejezések azt jelentik, hogy a kontroll- és a vizsgálati minták $P=0,05$ szinten szignifikáns különbséget mutattak.

Az egyes törzsek adott időintervallumra vonatkozó szaporodási átlagsebességét a $\mu_{i(y;x)} = (\log N_x - \log N_y) / (x-y) \cdot \log 2$ képlettel számoltuk ki, ahol $\mu_{i(y;x)}$ az “i” törzs $y-x$ időintervallum alatti szaporodási átlagsebessége; N_x az “i” törzs átlagos élősejtszáma x időpontban; N_y az “i” törzs átlagos élősejtszáma y időpontban; $x-y$ a vizsgált időintervallum órában kifejezett hossza.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A *Spirulina platensis* biomasza és néhány komponensének hatása termofil tejipari tisztatenyészetek savtermelésére modell tejtápközegben

A cianobaktérium biomasza adagolása mind a négy törzs esetében szignifikáns, bár eltérő mértékű, savtermelő aktivitás növekedést eredményezett.

A *Spir. platensis* biomasza a fermentáció 2. és 5. órája között szignifikánsan serkentette a *Strep. thermophilus* savtermelését. Ez a serkentés kisebb részben a mikroelemek, nagyobb részben a nitrogéntartalmú anyagok jelenlétének volt tulajdonítható. A C-, A- és E-vitaminok — amelyek a cianobaktériumokban jelentős mennyiségben fordulnak elő — ugyancsak számottevő pH-csökkenést eredményeztek.

A cianobaktérium biomasza intenzívebben stimulálta a vizsgált *Lact. bulgaricus*-törzs savtermelő aktivitását, mint a *Strep. thermophilus*-ét. A fő fermentációs szakaszban tapasztalt savtermelési aktivitás növekedés a nitrogéntartalmú komponensek (pepton, adenin, hipoxantin) additív hatásának volt tulajdonítható. Az egyébként mérsékelten savanyító törzs savtűrő képessége is lényegesen javult, amiben a fermentáció csillapodási szakaszában még a C-vitamin addíciónálódó aktivitásnövelő hatása is szerepet játszott. Kis mértékű, de szignifikáns tejsavtermelő aktivitás csökkenés volt viszont megfigyelhető a szervesetlen formában jelen levő szelén adalék hatására.

A *Spir. platensis* biomasza a *Lact. acidophilus* vizsgált törzsének savtermelését is szignifikánsan serkentette. Legjelentősebb aktivitás-növekedést a nitrogéntartalmú anyagok (elsősorban a pepton) valamint a C-vitamin okozott. A szelénadagolás gátló hatása *Lact. acidophilus* estében is megmutatkozott. Megállapítható, hogy a szabad gyök fogó vegyületek közül csak az elsődleges gyök fogó C-vitamin serkentett, a többi (A-, E-vitamin, szelén) gátló hatást eredményezett. A B-vitaminkomplex tejhez adott komponensei hatásának eredményeként szintén némi aktivitáscsökkenés volt tapasztalható.

Noha a *Bifid. bifidum* a *Lact. acidophilus*-tól eltérő anyagcseretípusú mikroorganizmus, a vizsgált tápkomponensek jelentős része hasonló tendenciájú

hatásokat eredményezett e két faj esetében. Lényeges különbség viszont, hogy az adenin és a hipoxantin a savképzést nem, vagy kedvezőtlenül befolyásolta. A pepton és az adenin együttes alkalmazása esetén az adenin minimális gátló hatása csekély mértékű, de szignifikáns aktivitás-növelésre módosult. A cianobaktérium biomasszáinak *Bifid. bifidum* savtermelő aktivitására gyakorolt nagyon erős pozitív hatását az általunk vizsgált adalékkomponensek eredőjeként nem magyarázhatjuk. A pepton kifejezett serkentő hatása mellett a cianobaktérium biomassza egyéb, igen hatékony aktivitásnövelő komponenssel (komponensekkel) is rendelkezik.

3.2. A *Spirulina platensis* biomassza hatása termofil tejpári keveréktenyészetek savtermelésére valamint a keveréktenyészeteket alkotó törzsek szaporodási mutatóira modell tejápközegben

A cianobaktérium biomassza törzskombinációkra gyakorolt hatása csak részben volt magyarázható a tisztatenyészeteknél tapasztaltakkal, ugyanis ez esetben különféle módosító tényezők is érvényesültek.

A *Strep. thermophilus* (0,5%) és *Lact. bulgaricus* (0,5%) alkotta keverékkultúra tejsavtermelése a cianobaktérium adalék hatására a fermentáció első három órájában a kontrollhoz képest több mint négyszeres volt. A fokozott savtermelés a cianobaktérium biomassza által a *Lact. bulgaricus* szaporodási sebességére gyakorolt stimuláló hatás következtében állt elő. Ennek eredményeként a fermentáció 3. órájára a *Lact. bulgaricus* kultúrakomponens log élősejtszám-növekménye átlagosan 0,67 volt a cianobaktérium biomasszával dúsított tejben, míg a kontroll esetében csupán 0,40. Az átlagsejtszámok ill. a szaporodási sebesség számítások alapján megállapítható, hogy a *Spir. platensis* biomassza adalék nem befolyásolta a *Strep. thermophilus* starterkomponens szaporodását e modellkísérlet során.

A 0,1% *Strep. thermophilus* és 1,0% *Lact. acidophilus* kultúrával inokulált kontroll tej pH-csökkenése a fermentáció 5. órájáig gyakorlatilag azonos volt a cianobaktérium adalékkal dúsított tejben mért értékekkel. A 6. és 10. óra közötti időintervallumban fokozódott a savtermelés, mégpedig a cianobaktériumos mintákban 2-2,5-szer akkora mértékben, mint a kontroll mintákban. Ez annak tudható be, hogy

mind a *Strep. thermophilus*, mind a *Lact. acidophilus* első tíz órára vonatkozó szaporodási átlagsebessége és — ennek megfelelően — átlagos élősejtszám-növekménye nagyobb volt a cianobaktériummal dúsított tejben, mint a kontrollban.

Az eddigiektől eltérően, a *Strep. thermophilus* (0,1%) – *Bifid. bifidum* (6,0%) kultúrakombináció esetében a cianobaktérium adalék a törzseknek sem a fermentációs aktivitását, sem a szaporodási sebességét nem befolyásolta.

A *Lact. acidophilus* (1,0%) – *Bifid. bifidum* (6,0%) keverékkultúra savtermelő aktivitására vonatkozóan — a cianobaktériummal dúsított tejben és a kontrollban is — hasonló eredményeket kaptunk, mint *Strep. thermophilus* és *Lact. acidophilus* szinkrontenyészetével. A cianobaktérium biomassza mindkét kísérletsorozatban stimulálta a *Lact. acidophilus*-törzs szaporodását. A savtermelés serkentésének hátterében ezúttal is az állt, hogy a *Spir. platensis* biomassza megnövelte mindkét kultúrakomponens első tíz órára vonatkozó szaporodási átlagsebességét.

A *Strep. thermophilus* (0,1%) – *Lact. acidophilus* (1,0%) – *Bifid. bifidum* (6,0%) törzskombinációval készített cianobaktériumos és kontroll minták pH-csökkenési görbéi között minimális különbség mutatkozott. A *Bifid. bifidum* savtermelő aktivitása elmaradt a másik két kultúra-komponensétől, ezért nem feltűnő, hogy ugyanakkor az egyes vizsgált időintervallumokra vonatkozó szaporodási átlagsebességei (átlagos élősejtszám-növekményei) szignifikánsan nagyobb értékeket mutattak a cianobaktériummal dúsított mintákban, mint a kontrollokban. A *Spir. platensis* biomassza ugyancsak szignifikánsan serkentette a *Lact. acidophilus*-törzs szaporodását, a *Strep. thermophilus*-ra viszont gyakorlatilag nem volt hatással.

Az eredmények azt mutatják, hogy a cianobaktérium biomassza különböző kultúrakombinációkban esetenként nem ugyanúgy hatott ugyanarra a törzsre. Ezt legjobban a *Strep. thermophilus* példája szemlélteti, mert amíg a *Strep. thermophilus* – *Lact. bulgaricus* kombináció esetében a *Spir. platensis* biomassza a savtermelést erőteljesen serkentette, de nem befolyásolta a *Strep. thermophilus* szaporodási sebességét, addig a *Strep. thermophilus* – *Lact. acidophilus* párosításban a savtermelést is és a *Strep. thermophilus* szaporodási sebességét is stimulálta, a *Strep. thermophilus* – *Bifid. bifidum* keverékkultúrában pedig sem a savtermelésre, sem a *Strep. thermophilus* szaporodási sebességére nem volt hatással.

Látható továbbá, hogy a cianobaktérium biomassa a *Lact. bulgaricus*-t vagy *Lact. acidophilus*-t tartalmazó keveréktenyészeteket stimulálta leginkább, azon belül is e két törzs szaporodási sebességét kivétel nélkül minden esetben gyorsította, de a *Bifid. bifidum*-ra is serkentőleg hatott, amennyiben az pálcika alakú mikroorganizmussal (*Lact. acidophilus*) volt társítva. Külön említést érdemel az egyetlen hármas törzskombináció, ahol a *Bifid. bifidum* szaporodása szignifikánsan gyorsabb volt a cianobaktériummal kiegészített mintákban, mint a kontrollokban. Minthogy a *Strep. thermophilus* – *Bifid. bifidum* keveréktenyészetnél ilyen jelenség nem mutatkozott, valószínűsíthető, hogy a *Bifid. bifidum* szaporodási sebességének növekedését a *Lact. acidophilus* egyes anyagcsere-termékeinek és a *Spir. platensis* biomassa bizonyos tápkomponenseinek együttes hatása eredményezte.

Összefoglalásképpen megállapítható, hogy a cianobaktérium biomassa nagyobb mértékben serkentette a pálcika alakú mikroorganizmusokat, mint a kokkusokat, utóbbiakra pedig aszerint hatott, hogy azokat milyen pálcikával párosítottuk, vagyis a *Spir. platensis* biomassa hatását a keverékkultúrát alkotó törzsek közötti kölcsönhatások is nagyban befolyásolták.

3.3. Tárolás során bekövetkező mikrobiológiai és fizikai-kémiai változások cianobaktériumos és kontroll joghurtokban

A termékspecifikus mikroorganizmusok száma a tárolási idő során mindvégig meghaladta a grammonkénti 10^8 értéket, úgy a cianobaktériumos, mint a kontroll joghurtokban, függetlenül a tárolási hőmérséklettől. 4°C-os tárolás esetén a termékspecifikus összes élősejtszám szignifikánsan nagyobb volt a cianobaktériumos mintákban, mint a kontrollokban.

A 15°C-os tárolási hőmérséklet jelentős utósavanyodást eredményezett a kontroll- és a cianobaktériumos joghurtban is, ezzel szemben a 4°C-on tárolt minták pH-ja egyaránt 4,0 felett maradt mindvégig.

Az élesztők és penészek száma 15°C-on a tárolás 6. napjára elérte a 10^1 g⁻¹ nagyságrendet, majd a 15. napon 10^5 g⁻¹ értékre emelkedett. E tekintetben nem mutatkozott szignifikáns különbség a cianobaktériumos és a kontroll minták között.

4°C-on viszont, egy hónapos tárolást követően, a cianobaktériumos joghurt szignifikánsan kevesebb élesztőt és penészt tartalmazott, mint a kontroll joghurt. Ez arra enged következtetni, hogy a *Spir. platensis* biomassza élesztőgomba- és penészgombagátló anyago(ka)t tartalmazott.

Enterokokkuszok vagy kóliform baktériumok nem voltak kimutathatóak egyetlen mintából sem.

Összegzésképpen elmondható, hogy a megfelelő körülmények között tárolt cianobaktériumos joghurtra hagyományos gyártástechnológia esetén is egy hónapos minőségmegőrzési időtartam volt jellemző.

4. ÚJ KUTATÁSI EREDMÉNYEK

- A *Spir. platensis* cianobaktérium biomassza — jelentős esszenciális aminosav-, mikroelem-, telítetlen zsírsav- és vitamin-tartalmának köszönhetően — táplálkozásbiológiai szempontból előnyösen egészíti ki a tehéntej tápanyagait.
- A cianobaktérium adalék szignifikánsan növeli egyes termofil tejipari színtenyészetek (*Strep. thermophilus*, *Lact. bulgaricus*, *Lact. acidophilus*, *Bifid. bifidum*) savtermelő aktivitását és szaporodási sebességét.
- Törzskombinációk esetében a *Spir. platensis* biomassza elsősorban és jelentősebb mértékben a pálcika alakú starter baktériumokat serkenti, a kokkuszokra pedig aszerint hat, hogy azokat milyen pálcikával párosítjuk. Tehát a cianobaktérium biomassza hatása függ a keverékkultúrát alkotó törzsek közötti kölcsönhatásoktól is.
- A *Spir. platensis* biomasszájának termofil tejipari színtenyészetekre gyakorolt serkentő hatása döntő részben nitrogéntartalmú anyagok (szabad aminosavak, hipoxantin, adenin) jelenlétére vezethető vissza.
- A vitamin (B-komplex, C, A, E)- és mikroelem (I, Zn, Se)-tartalom esetenként gyakorolhat gátló vagy stimuláló hatást egyes startertörzsek savtermelésére, de ezek a hatások többnyire csekély mértékűek és jelentőségűek.
- A cianobaktérium adalék egyfelől gátolja az élesztő- és penészgombák elszaporodását savanyú tejtermékekben, másfelől magas szinten tartja a termékspecifikus összes élősejtszámot, amennyiben megfelelően alacsony hőmérsékleten történik a tárolás.

5. JAVASLATOK (ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI FELHASZNÁLÁS)

A *Spir. platensis* biomaszának savanyú tejkészítmények gyártásához történő felhasználása több okból is javasolható.

Összetételének köszönhetően, adagolásával mikroelem- és vitamindúsítás érhető el tehéntejben és a zsírsavösszetétel is kedvező irányú változáson megy át. E jótétemények azonban függenek a cianobaktérium biomasza alkalmazott koncentrációjától. Ennek alapján, továbbá gazdaságossági és érzékszervi megfontolásokat figyelembe véve, tej alapanyag esetében a *Spir. platensis* biomasza 3 g l⁻¹ mennyiségben történő alkalmazását ajánljuk.

A bioaktív komponensekben való gazdagság táplálkozásbiológiai szempontból felbecsülhetetlen értékű, ennek révén a *Spir. platensis* biomasza új lehetőséget teremt funkcionális tejtermékek előállítására.

A vitamin- és mikroelem-tartalom további előnyös tulajdonsága, hogy a szintenyészetek savtermelését vagy egyáltalán nem, vagy csak elenyésző mértékben módosítja, tehát gyakorlatilag nem befolyásolja negatívan a cianobaktérium biomasza hatásmechanizmusát.

A *Spir. platensis* biomaszának termofil tejipari szintenyészetek savtermelő aktivitására (és szaporodási sebességére) gyakorolt szignifikáns serkentő hatása azért bír gyakorlati jelentőséggel, mert a gyorsabb savképződés a gyártási idő rövidülését és ezáltal a termelékenység növekedését eredményezi, továbbá megakadályozza a nemkívánatos mikroflóra elszaporodását és komoly szerepet tölt be a termék állományának, ízének kialakításában is. A szaporodás és a savképzés stimulálása különösen *Bifid. bifidum* esetében fontos, ugyanis ez a faj rendkívül lassan szaporodik és savanyút tej tápközegben. Ennek tükrében még értékesebbnek ítéltető az a tény, hogy a *Spir. platensis* biomasza nagyon jelentős mértékben serkenti a *Bifid. bifidum* Bb-12 törzset.

A felismerés, miszerint a cianobaktérium biomassza törzskombinációkban a pálcika alakú kultúrakomponenseket stimulálja erőteljesebben, szükség esetén módot adhat az optimális kokkusz-pálca arány beállítására.

A *Spir. platensis* biomassza azáltal, hogy egyrészt gátolja az élesztők és penészek elszaporodását savanyú tejtermékekben, másrészt a tárolás során magas szinten tartja a termékspecifikus összes élősejtszámot, hosszabb minőségmegőrzési időtartam garantálását teszi lehetővé. Mindennek azonban előfeltétele a megfelelően alacsony tárolási hőfok (4°C) folyamatos biztosítása.

A cianobaktérium biomasszának savanyú tejkészítmények gyártásához történő felhasználása szempontjából nem hagyhatók figyelmen kívül a kérdéskör ökonomiai aspektusai sem. Ehhez tudni kell, hogy 1 kg *Spir. platensis* biomassza jelenleg kb. 38-40 DM áron szerezhető be a világpiacon. Amennyiben hozzávetőlegesen 3 g-ot használunk fel 1 kg termék előállításához, akkor ez önmagában mintegy 0,12 DM/kg költségnövekedést jelent. Ha tekintetbe vesszük, hogy Németországban a funkcionális (probiotikus) savanyú tejkészítmények kilogrammonkénti átlagára 1995-ben 5,25 DM, 1997-ben pedig 5,40 DM volt, akkor hasonló növekedést feltételezve 1999-ben ez az ár 5,55 DM. Ennek alapján tehát 3 g cianobaktérium biomassza ára a probiotikus savanyú tejkészítmények kilogrammonkénti fogyasztói árának alig több, mint 2%-át teszi ki.

A fejlett tejgazdasággal rendelkező országokban a fogyasztó hitelt ad a tudományosan igazolt táplálkozásbiológiai előnyöknek és megfelelő promóció esetén a funkcionális termékek piaca évről-évre dinamikusan bővíthet. Az 1990-es évek első felében Dániában egy funkcionális savanyú tejkészítmény, jól reklámozott táplálkozásélettani előnyeinek köszönhetően, 70%-kal nagyobb hasznót biztosított, mint a hagyományos joghurtok. Ilyen körülmények között egy, fent említett mértékű költségnövekedés nem tekinthető jelentősnek, megfelelő marketingstratégia esetén a funkcionális termék egyre növekvő piaci részesedésre számíthat. Ha nem probiotikus savanyú tejkészítményhez, hanem hagyományos joghurtfélésegekhez használjuk fel a cianobaktérium biomasszát, akkor a költséghányada elvileg nagyobb, ez esetben viszont a cianobaktérium biomassza kedvező hatása jobban kihangsúlyozható, mint egy probiotikus termékénél, így a piacképesség végső soron itt is elérhető. Az eddig

elmondottak azonban feltételezik a tájékozott, új iránt fogékony és azért áldozni is képes vásárlót.

Magyarországon más a helyzet, mert a funkcionális tejtermékeknek még nincs olyan kialakult piacuk, mint pl. az Európai Unió, vagy Észak-Amerika egyes országaiban. A fogyasztó kevés információhoz jut, ezért kérdéses, hogy milyen mértékben hajlandó megfizetni a funkcionális savanyú tejkészítmények által nyújtott táplálkozásbiológiai előnyöket. A németországi viszonyokhoz képest, a cianobaktérium biomassza által okozott költségnövekedés aránya is jelentősebb, hiszen a hazai joghurtárak átlagosan 2-2,5 DM/kg körül alakulnak, bár bizonyos, luxus kategóriába tartozó savanyú tejkészítmények fogyasztói ára elérheti akár a 3,5-4 DM/kg-ot is. Kiszámítható tehát, hogy 3 g *Spir. platensis* biomassza ára az átlagos hazai ízesített joghurtok kilogrammonkénti fogyasztói árának mintegy 5-6%-át teszi ki. Az elmondottak alapján, a cianobaktérium biomasszát magasabb árfekvésű termékeknel célszerű alkalmazni, ahol az adott fogyasztói réteg valószínűleg jobban tolerálja az ártöbbletet. Indokolt folytatni az ismeretterjesztő munkát is, hogy a vásárlóképes kereslet növekedésével a funkcionális tejtermékeknek biztos piacuk legyen.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK; ELŐADÁSOK (KONFERENCIÁK, ÜLÉSEK)

1. TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁKON, ÜLÉSEKEN TARTOTT ELŐADÁSOK

1.1. Magyarul

- 1.1.1. Varga, L. (1993) Natúr és ízesített joghurtok hasznos élő mikrobaszámának alakulása és változása a tárolás alatt. *PATE Egyetemi Tudományos Diákköri Konferencia*. Előadás, Élelmiszeripari és Technológiai Szekció, Mosonmagyaróvár, 1993. március 17.
- 1.1.2. Krász, Á. & Varga, L. (1994) Mikrobiológiai változások hazai joghurtfélésekben. Az *MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testülete, a Bessenyei György Tanárképző Főiskola, a SCOPE Magyar Nemzeti Bizottsága (MTA Biológiai Tudományok Osztálya) és a Magyar Mikrobiológiai Társaság Mezőgazdasági és Élelmiszer-mikrobiológiai Szekciója IX. Mikrobiológiai Tudományos Ülése*. Előadás, Nyíregyháza, 1994. október 7-9.
- 1.1.3. Szigeti, J. & Varga, L. (1997) Megnövelt biológiai értékű savanyú tejkelesztmények előállítása. *Szívbarát Program Pécsi Regionális Konferenciája* a Baranyatej Rt. rendezésében. Előadás, Pécs, 1997. november 7.

1.2. Idegen nyelven

- 1.2.1. Szigeti, J. & Varga, L. (1996) Effect of a microalgal biomass and that of its bioactive components on starter cultures used in the dairy industry. *11th Microbiological Scientific Session of the Scientific Body of Szabolcs-Szatmár-Bereg County of the Hungarian Academy of Sciences, Bessenyei György Teacher's College, the National Committee of SCOPE, the Agricultural and Food*

Microbial Section of the Hungarian Society for Microbiology and University of Nancy I. Lecture, Nyíregyháza, October 4-5, 1996.

2. KONFERENCIA KIADVÁNYOK ÖSSZEFOGLALÓI (ABSTRACTS)

2.1. Magyarul

- 2.1.1. Holkovics, A. & Varga, L. (1992) Laktózmentes és galaktózszegény savanyú tejkészítmények előállításának néhány kérdése. *A MÉTE IX. Országos Tudományos Diákköri Konferenciája*. Az előadások tartalmi kivonatai, III. Mikrobiológiai és Biotechnológiai Szekció, Mosonmagyaróvár, 84-85.
- 2.1.2. Varga, L. (1993) Natúr és ízesített joghurtok hasznos élő mikrobaszámának alakulása és változása a tárolás alatt. *XXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia*. Agrártudományi Szekció előadásainak összefoglalói, Élelmiszertudományi Tagozat, Budapest, 116.
- 2.1.3. Varga, L. (1994) Adatok a savanyú tejkészítmények mikroorganizmus számához és tárolás alatti változásához. *A MÉTE X. Országos Tudományos Diákköri Konferenciája*. Az előadások összefoglalói, I. Élelmiszerkémia és Biotechnológia Szekció, Budapest, 32-33.

2.2. Magyarul és idegen nyelven is

- 2.2.1. Varga, L. (1995) Tejcukormentes joghurtkészítmények előállításának kérdései (Some aspects of manufacturing lactose-free yoghurt preparations). *I. Országos Agrár Ph.D. Konferencia és Találkozó*. Az előadások összefoglalói, III. Élelmiszeripari Szekció, Debrecen, 74-75.

3. NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁK TELJES TERJEDELEMBEN MEGJELENT ANYAGAI (PROCEEDINGS)

3.1. Idegen nyelven

- 3.1.1. Szigeti, J., Ördög, V., Varga, L. & Pulz, O. (1997) Cyanobacteria enriched with trace elements as additives for production of functional, acidified dairy products. *Mengen- und Spurenelemente*,

17. *Arbeitstagung*. Proceedings, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, 239-247.

3.2. Idegen nyelven és magyarul is

- 3.2.1. Varga, L. & Szigeti, J. (1996) Néhány, biológiailag aktív komponens hatása savanyú tejtermékek jellemző mikroflórájára (Effect of some biologically active agents on the characteristic microbial flora of fermented dairy products). *XXVI. Óvári Tudományos Napok*. Új kihívások és stratégiák az agrártermelésben. Az előadások teljes terjedelemben megjelent anyagai, II. kötet, Élelmiszer-minőség Szekció, Mosonmagyaróvár, 426-428.
- 3.2.2. Varga, L. & Szigeti, J. (1998) Megnövelt biológiai értékű savanyú tejkészítmények előállítása (Manufacture of fermented dairy products of increased biological value). *XXVII. Óvári Tudományos Napok*. Új kihívások a mezőgazdaság számára az EU-csatlakozás tükrében. Az előadások teljes terjedelemben megjelent anyagai, IV. kötet, Minőségi Élelmiszer-előállítás Szekció, Mosonmagyaróvár, 893-898.

4. TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

4.1. Idegen nyelven

- 4.1.1. Varga, L. & Szigeti, J. (1998) Microbial changes in natural and algal yoghurts during storage. *Acta Alimentaria* **27** (2), 127-135. — Ref.: *Dairy Science Abstracts* (1999) **61** (5), 314.
- 4.1.2. Varga, L., Szigeti, J. & Ördög, V. (1999) Effect of a *Spirulina platensis* biomass and that of its active components on single strains of dairy starter cultures. *Milchwissenschaft* **54** (4), 187-190. — Ref.: *Dairy Science Abstracts* (1999) **61** (8), 627.
- 4.1.3. Varga, L., Szigeti, J. & Ördög, V. (1999) Effect of a *Spirulina platensis* biomass enriched with trace elements on combinations of starter culture strains employed in the dairy industry. *Milchwissenschaft* **54** (5), 247-248. — Ref.: *Dairy Science*

5. SZABADALMAK

5.1. Nemzetközi

- 5.1.1. Springer, M., Pulz, O., Szigeti, J., Ördög, V. & Varga, L. (1998)
Verfahren zur Herstellung von biologisch hochwertigen
Sauermilcherzeugnissen. *Patent* No. DE 196 54 614 A 1, 7 pp.

6. TUDOMÁNYOS DOLGOZATOK, DIPLOMADOLGOZATOK

6.1. Magyarul

- 6.1.1. Varga, L. (1993) Natúr és ízesített joghurtok hasznos élő
mikrobaszámának alakulása és változása a tárolás alatt.
Tudományos Diákköri Dolgozat. Mosonmagyaróvár, 43 pp.
- 6.1.2. Varga, L. (1994) Joghurtfélések mikrobaszáma és változása a
tárolás során. *Diplomadolgozat*. Mosonmagyaróvár, 41 pp. — Ref.:
Tejgazdaság (1994) **54** (1), 47-48.

6.2. Magyarul és idegen nyelven is

- 6.2.1. Varga, L. (1996) Egy új lehetőség komplettált savanyú tejtermékek
előállítására (A new way of making fermented dairy products
containing various vitamins, trace elements and other beneficial
compounds by addition of a dehydrated algal biomass).
Szakmérnöki Diplomadolgozat. Mosonmagyaróvár, 72 pp.