

INULIN HATÁSA EGY PROBIOTIKUS SAVANYÚ TEJTERMÉK MIKROFLÓRÁJÁNAK TÁROLÁS ALATTI ALAKULÁSÁRA

GYENIS B. – VARGA L.

Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar
Élelmiszer-tudományi Intézet – 9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

Összefoglalás

Kísérleteink során arra kerestük a választ, hogy különböző koncentrációkban adagolva az inulin milyen hatást gyakorol egy laboratóriumi körülmények között előállított, *Lactobacillus acidophilus*-t (A), bifidobaktériumokat (B) és *Streptococcus thermophilus*-t (T) tartalmazó, ún. ABT-típusú probiotikus savanyú tejtermék mikroflórájának tárolás alatti alakulására. A tárolási kísérletet 4°C-on, 6 héten keresztül végeztük, a mikrobiológiai és kémiai vizsgálatokat heti rendszerességgel hajtottuk végre. Eredményeink azt mutatták, hogy az 1,0-5,0%-os inulinadagolás nem befolyásolta szignifikánsan ($P > 0,05$) sem a *S. thermophilus*, sem a *L. acidophilus* tárolás alatti élősejtszám-változását. A savas kémhatású közeg jelentősen pusztítóbb hatást gyakorolt a tárolás során a bifidobaktériumokra, mint a sztreptokokkuszosokra vagy a laktobacillusokra. Viszont, eltérően a tejsavbaktériumoknál tapasztaltaktól, 5% inulin adagolása szignifikánsan ($P < 0,05$) késleltette a bifidobaktériumok pusztulását, bár ez a jótékony hatás csak a 4. héttől kezdődően mutatkozott meg. A termékgyártási és tárolási kísérletek magas higiéniai színvonalát bizonyítja az a tény, hogy szennyező mikroorganizmus egyetlen vizsgálati időpontban sem volt kimutatható a mintákból. Összegzésképpen megállapítható, hogy a vizsgált inulintermék prebiotikus tulajdonsággal rendelkezik, ezért célszerűen alkalmazható probiotikus savanyú tejtermékek előállításához, bifidobaktériumok szelektív táplálékául.

Bevezetés

A fejlett tejgazdasággal rendelkező országokban, az utóbbi időben előtérbe került a probiotikus hatású élőflóra (laktobacillusok, bifidobaktériumok), valamint a prebiotikumok (oligofruktóz, inulin) jelentősége. A probiotikus kultúrák kedvező élettani hatást gyakorolnak az emberi szervezetre, a prebiotikumok pedig szelektív táplálékul szolgálnak e hasznos mikroorganizmusok számára. Szinbiotikumokról akkor beszélünk, ha a pro- és prebiotikumokat együtt alkalmazzuk, és így a jótétemények fokozottan jelentkeznek. A szinbiotikumokat tartalmazó élelmiszereket a funkcionális termékek közé soroljuk.

A kutatások a bifidobaktériumok és a laktobacillusok egészségvédő tulajdonságainak egész sorára derítettek fényt az elmúlt években, ezért a tejipar egyre elterjedtebben alkalmazza e mikroorganizmusokat termékeiben (Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001). A bifidobaktériumok és a *L. acidophilus* probiotikus tulajdonságai közé sorolható a különféle emésztési és rotavírus okozta bántalmak megelőzése ill. mérséklése, a bélflóra antibiotikus kezelés utáni regenerálódásának előmozdítása, laktózérzékenyeknél a tejcukor bontásának elősegítése, a vérplazma koleszterinszintjének csökkentése, valamint az immunrendszer erősítése és a rák elleni védekezés hatékonyságának fokozása.

A prebiotikumok rendkívül széles körben elterjedtek a természetben, több ezer növényben megtalálhatóak. Összetételükre nézve fruktánok. Ez azt jelenti, hogy β (2,1) kötésekkel összekapcsolódó fruktóz molekulákból épülnek fel. Inulin esetében 2-60

Gyenis, B. & Varga, L. (2004) Inulin hatása egy probiotikus savanyú tejtermék mikroflórájának tárolás alatti alakulására. XXX. Óvári Tudományos Napok "Agrártermelés – harmóniában a természettel". Az előadások és poszterek teljes terjedelemben megjelent anyagai. Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar, Mosonmagyaróvár, Compact Disc, 5 pp. [ISSN: 0237-9902]

(átlagosan 10 körüli) fruktóz egység alkotja a lineáris láncot, amelyet egy glükóz molekula zár le. Jelentőségük abban áll, hogy az emésztőcsatorna felső szakaszában egyáltalán nem hidrolizálódnak, csak a vastagbélben bomlanak le monoszaharid építőegységeikre (Niness, 1999). Szelektíven hatnak a bélmikroflórára, lehetővé teszik, hogy egyfelől a vastagbélbe jutott bifidobaktériumok ott elszaporodjanak és jelentős részarányt (15-20% helyett akár 70-80%-ot) érjenek el, másfelől a káros bélbaktériumok számbelileg visszaszoruljanak. A prebiotikumok tehát olyan élelmiszerek ill. élelmiszer-kiegészítők, amelyek elősegítik a kedvező összetételű bélmikroflóra kialakulását.

A *Lactobacillus*-ok megfelelő számú jelenlétének biztosítása a savanyú tejtermékekben általában nem okoz gondot, ezzel szemben a bifidobaktériumok savtűrése meglehetősen gyenge. Szaporodásuk 5-ös pH-érték alatt jelentősen gátolt (Scardovi, 1986), ezért a termék végső pH-ját nem célszerű túl alacsony szintre beállítani, mert a bifidobaktériumok ugrásszerű pusztulása következhet be a tárolás során.

Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy az inulin milyen hatást gyakorol egy laboratóriumi körülmények között előállított, *Lactobacillus acidophilus*-t (A), bifidobaktériumokat (B) és *Streptococcus thermophilus*-t (T) tartalmazó probiotikus savanyú tejtermék mikroflórájának tárolás alatti alakulására.

Vizsgálati anyagok és módszerek

Az alapanyag 4x1 liter, 3,6% zsírtartalmú, ultrapasztörözött, homogénezett tej volt, amelyhez a szárazanyag-tartalom növelése érdekében 1% sovány tejpport adtunk.

A 90°C-on 10 percg végzett hőkezelés előtt 1,0, 3,0 és 5,0%-nyi (w/v) mennyiséget kevertünk be 1-1 liter tejbe a Raftiline® GR (Orafti, Tienen, Belgium) márkanévű, 90% feletti inulintartalmú termékből. A negyedik egység (1 L) töltötte be a kontroll szerepét, ehhez nem adagoltunk inulint.

A fenti módon előkészített alapanyag-tejeket a hőkezelést követően 40°C-ra hűtöttük vissza és beoltottuk az ABT-5 jelű, fagyasztva szárított DVS kultúrával (Chr. Hansen, Hørsholm, Dánia). Az inkubálás 37°C-on történt 6 órán keresztül, 4,5-4,6-es pH eléréséig. Ezután gyors, jegesvízes hűtés következett 15°C-ig. Mind a négy termékből 21 egységnyit adagoltunk ki 50 mL-es, steril, jól zárható centrifugacsövekbe. 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 nap elteltével 3-3 egységet elővettünk és meghatároztuk az **1. táblázatban** feltüntetett mikroorganizmusok élősejt-számait.

1. táblázat Mikroorganizmusok élősejt-számának meghatározása

Mikroorganizmus (csoport)	Módszer	Tápközeg	Inkubációs		
			körülmények	idő (óra)	hőfok (°C)
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Lemezöntés	M17 agar	Aerob	48	37
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Lemezöntés	MRS-maltóz agar	Anaerob*	72	37
Bifidobaktériumok	Lemezöntés	MRS agar + NNLP†	Anaerob*	120	37
Élesztők-penészek	Lemezöntés	YGC agar	Aerob	96	25
Kóliformok (<i>Escherichia coli</i>)	MPN	Lauril-szulfát leves (+ triptofán és MUG‡)	Aerob	24-48	37

*, Oxoid anaerob edények (2,5 L) és AnaeroGen AN 25 tasakok használatával; †, Nalidixsav + neomicin-szulfát + lítium-klorid + paromomicin-szulfát; ‡, 4-metilumbelliferil-β-D-glükuronid

A mikrobiológiai vizsgálatokkal egyidejűleg megmértük a tárolt termékek pH-értékét is, hogy az utósavanyodás mértékére vonatkozóan összehasonlító adatok álljanak rendelkezésre. A kísérletet három ismétléssel végeztük.

Eredmények

A **2. táblázat** a *S. thermophilus* élősejtszámában 4°C-os tárolás során bekövetkezett változásokat szemlélteti. Az inulin adagolásnak nem volt szignifikáns hatása ($P > 0,05$) a kokkus alakú starter baktériumokra sem a fermentáció, sem azt követően a 42 napos tárolási idő alatt. A *S. thermophilus* volt a tárolás kezdetén legjelentősebb számban jelenlévő és a tárolás végén legnagyobb részarányban megmaradó kultúrakomponens. A *S. thermophilus*-szám mindvégig, önmagában véve is meghaladta a Magyar Élelmiszerkönyv (Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság, 1999) által savanyú tejtermékektől megkövetelt, grammonkénti 10^7 , kultúrából származó tejsavbaktérium értéket.

2. táblázat Különböző koncentrációkban adagolt inulin hatása *Streptococcus thermophilus* élősejt-számának alakulására 4°C-os tárolás során

Tárolási idő (nap)	Kontroll		inulin tartalmú termék					
			1,0%		3,0%		5,0%	
	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%
0	8,72 ± 0,30	100,0	8,65 ± 0,22	100,0	8,68 ± 0,22	100,0	8,78 ± 0,16	100,0
7	8,69 ± 0,15	93,3	8,69 ± 0,18	109,6	8,72 ± 0,21	109,6	8,75 ± 0,27	93,3
14	8,55 ± 0,14	67,6	8,68 ± 0,19	107,2	8,71 ± 0,18	107,2	8,53 ± 0,08	56,2
21	8,60 ± 0,17	75,9	8,55 ± 0,22	79,4	8,74 ± 0,12	114,8	8,55 ± 0,18	58,9
28	8,68 ± 0,16	91,2	8,57 ± 0,11	83,2	8,64 ± 0,14	91,2	8,64 ± 0,19	72,4
35	8,64 ± 0,23	83,2	8,54 ± 0,16	77,6	8,69 ± 0,13	102,3	8,59 ± 0,09	64,6
42	8,57 ± 0,12	70,8	8,55 ± 0,10	79,4	8,61 ± 0,16	85,1	8,63 ± 0,18	70,8

*Minden egyes érték 9 minta (3 párhuzamos x 3 ismétlés) átlagát jelöli; az inulin tartalmú termékek aláhúzás nélküli log cfu/g átlagértékei nem különböznek szignifikánsan ($P > 0,05$) a nekik megfelelő kontrolltól.

A *L. acidophilus* kiindulási csíraszám mintegy másfél nagyságrenddel alacsonyabbnak mutatkozott, mint a *S. thermophilus*-é (**3. táblázat**). A kezdeti stagnálás után itt is lassú, egyenletes csökkenés következett be, és az inulinnak ez esetben sem volt szignifikáns hatása ($P > 0,05$) a laktobacillusok élősejt-szám változására.

3. táblázat Különböző koncentrációkban adagolt inulin hatása *Lactobacillus acidophilus* élősejt-számának alakulására 4°C-os tárolás során

Tárolási idő (nap)	Kontroll		inulin tartalmú termék					
			1,0%		3,0%		5,0%	
	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%
0	7,05 ± 0,28	100,0	7,15 ± 0,27	100,0	7,11 ± 0,16	100,0	7,35 ± 0,36	100,0
7	7,01 ± 0,27	91,2	7,13 ± 0,24	95,5	7,16 ± 0,17	112,2	7,25 ± 0,27	79,4
14	6,95 ± 0,25	79,4	7,07 ± 0,19	83,2	7,08 ± 0,19	93,3	7,18 ± 0,23	67,6
21	7,00 ± 0,17	89,1	7,02 ± 0,09	74,1	7,11 ± 0,18	100,0	7,06 ± 0,28	51,3
28	7,03 ± 0,18	95,5	7,05 ± 0,19	79,4	7,10 ± 0,17	97,7	7,07 ± 0,19	52,5
35	6,88 ± 0,22	67,6	6,88 ± 0,06	53,7	6,86 ± 0,15	56,2	6,87 ± 0,13	33,1
42	6,68 ± 0,24	42,7	6,57 ± 0,17	26,3	6,57 ± 0,19	28,8	6,92 ± 0,26	37,2

*Minden egyes érték 9 minta (3 párhuzamos x 3 ismétlés) átlagát jelöli; az inulin tartalmú termékek aláhúzás nélküli log cfu/g átlagértékei nem különböznek szignifikánsan ($P > 0,05$) a nekik megfelelő kontrolltól.

A bifidobaktériumok kezdeti élősejt-száma némileg elmaradt a táplálkozás-élettani szempontból kívánatosnak tartott 10^6 /g értéktől (**4. táblázat**). Elmondható továbbá, hogy a savas kémhatású közeg jelentősen pusztítóbb hatást gyakorolt a tárolás során a bifidobaktériumokra, mint a másik két tejsavbaktérium fajra. Viszont, eltérően a tejsavbaktériumoknál tapasztaltaktól, 5%-nyi inulin adagolása szignifikánsan ($P < 0,05$) késleltette a bifidobaktériumok pusztulását, bár ez a jótékony hatás csak a 4. héttől kezdődően mutatkozott meg.

Gyenis, B. & Varga, L. (2004) Inulin hatása egy probiotikus savanyú tejtermék mikroflórájának tárolás alatti alakulására. XXX. Óvári Tudományos Napok "Agrártermelés – harmóniában a természettel". Az előadások és poszterek teljes terjedelemben megjelent anyagai. Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar, Mosonmagyaróvár, Compact Disc, 5 pp. [ISSN: 0237-9902]

4. táblázat Különböző koncentrációkban adagolt inulin hatása bifidobaktériumok élősejt-számának alakulására 4°C-os tárolás során

Tárolási idő (nap)	Kontroll		inulin tartalmú termék					
			1,0%		3,0%		5,0%	
	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%	Log cfu/g*	%
0	5,46 ± 0,22	100,0	5,46 ± 0,24	100,0	5,48 ± 0,18	100,0	5,46 ± 0,17	100,0
7	5,35 ± 0,10	77,3	5,37 ± 0,30	80,4	5,40 ± 0,09	83,1	5,41 ± 0,24	88,2
14	5,20 ± 0,26	54,8	5,22 ± 0,19	57,8	5,27 ± 0,22	62,3	5,29 ± 0,24	67,5
21	4,97 ± 0,20	32,5	5,01 ± 0,09	35,3	5,08 ± 0,19	39,6	5,11 ± 0,21	44,8
28	4,48 ± 0,27	10,5	4,55 ± 0,16	12,3	4,69 ± 0,22	16,3	4,86 ± 0,25	25,2
35	4,25 ± 0,18	6,2	4,34 ± 0,12	7,7	4,47 ± 0,30	9,7	4,57 ± 0,21	12,8
42	4,04 ± 0,25	3,8	4,11 ± 0,28	4,5	4,27 ± 0,24	6,2	4,38 ± 0,19	8,3

*Minden egyes érték 9 minta (3 párhuzamos x 3 ismétlés) átlagát jelöli; az inulin tartalmú termékek aláhúzással jelölt log cfu/g átlagértékei szignifikánsan ($P > 0.05$) eltérnek a nekik megfelelő kontrolltól.

Az élesztők és penészek ill. a kóliform baktériumok valamint az *Escherichia coli* kimutatására végzett vizsgálatok minden minta esetében, minden vizsgálati időpontban negatív eredményt ($<10^1/g$ ill. $<0,3/g$) hoztak.

A pH-értékek (**5. táblázat**) arról tanúskodtak, hogy a 4°C-os tárolási hőmérséklet gyakorlatilag megakadályozta az utósavanyodás bekövetkezését.

5. táblázat Különböző koncentrációkban adagolt inulin hatása a vizsgált probiotikus savanyú tejtermék pH-jának alakulására 4°C-os tárolás során

Tárolási idő (nap)	Kontroll		inulin tartalmú termék					
			1,0%		3,0%		5,0%	
	pH		pH		pH		pH	
0	4,39 ± 0,06		4,39 ± 0,05		4,41 ± 0,06		4,38 ± 0,04	
7	4,27 ± 0,05		4,26 ± 0,04		4,22 ± 0,05		4,26 ± 0,06	
14	4,21 ± 0,07		4,22 ± 0,04		4,19 ± 0,04		4,21 ± 0,06	
21	4,14 ± 0,07		4,15 ± 0,05		4,12 ± 0,06		4,15 ± 0,06	
28	4,11 ± 0,04		4,11 ± 0,03		4,09 ± 0,05		4,10 ± 0,06	
35	4,16 ± 0,06		4,19 ± 0,06		4,14 ± 0,05		4,20 ± 0,06	
42	4,24 ± 0,07		4,24 ± 0,04		4,17 ± 0,11		4,23 ± 0,05	

*Minden egyes érték 9 minta (3 párhuzamos x 3 ismétlés) átlagát jelöli; az inulin tartalmú termékek aláhúzás nélküli pH-átlagértékei nem különböznek szignifikánsan ($P > 0.05$) a nekik megfelelő kontrolltól.

Következtetések

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az inulin 1,0-5,0%-nyi adagolása nem befolyásolta a *S. thermophilus* és a *L. acidophilus* élősejt-számának alakulását, viszont a tárolás 28. napját követően szignifikánsan ($P < 0,05$) késleltette a bifidobaktériumok pusztulását a vizsgált savanyú tejkészítményben. A Raftiline® GR márkanevű inulin termék alkalmas prebiotikumként való felhasználásra, bifidobaktériumok szelektív táplálékául.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás megvalósulását az Oktatási Minisztérium a Felsőoktatási Kutatási és Fejlesztési Pályázat (FKFP – 0197/2001) keretében támogatta. Varga László köszönetét fejezi ki a Magyar Tudományos Akadémiának, hogy munkáját Bolyai János Kutatási ösztöndíjjal segítette.

Gyenis, B. & Varga, L. (2004) Inulin hatása egy probiotikus savanyú tejtermék mikroflórájának tárolás alatti alakulására. *XXX. Óvári Tudományos Napok "Agrártermelés – harmóniában a természettel"*. Az előadások és poszterek teljes terjedelemben megjelent anyagai. Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar, Mosonmagyaróvár, Compact Disc, 5 pp. [ISSN: 0237-9902]

Irodalomjegyzék

- Lourens-Hattingh, A. & Viljoen, B. C. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal* **11** 1–17.
- Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság. 1999. Savanyú tej- és savanyú tejszínkészítmények. pp. 19–22 in Magyar Élelmiszerkönyv. Tej és Tejtermékek. 2-51 számú irányelv. Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság, Budapest.
- Niness, K. R. (1999) Inulin and oligofructose: what are they? *Journal of Nutrition* **129** (Suppl. S) 1402S–1406S.
- Scardovi, V. 1986. Genus *Bifidobacterium*. pp. 1418–1434 in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 2. P. H. A. Sneath, N. S. Mair, M. E. Sharpe, & J. G. Holt, ed. Williams and Wilkins, Baltimore, MD.