

Literatura

- APONTE M., PEPE O., BLAIOTTA G. (2010): Identification and technological characterization of yeast strains isolated from samples of water buffalo Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 93, s. 2358-2361.
- BARUZZI F., LAGONIGRO R., QUINTIERI L., MOREA M., CAPUTO L. (2012): Occurrence of non-lactic acid bacteria populations involved in protein hydrolysis of cold-stored high moisture Mozzarella cheese. *Food Microbiology*, 30, s. 37-44.
- CONTE A., SCROCCO C., SINIGAGLIA M., DEL NOBILE M.A. (2007): Innovative active packaging systems to prolong the shelf life of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 90, s. 2126-2131.
- FARNWORTH E. R. (edit.) (2008): *Handbook of fermented functional foods*. 2. vyd., Boca Raton, CRC Press, 581 s. ISBN 978-1-4200-5326-5.
- FOX P.F., McSWEENEY P.L.H., COGAN T.M., GUINEE T.P. (edit.) (2004): *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. 3. vyd., Amsterdam, Elsevier, Dostupné z: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1891&VerticalID=0
- GERNIGÓN G., SCHUCK P., JEANTET R. (2010): Processing of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters: A preliminary review. *Dairy Science*, 90, s. 27-46.
- HUI Y.H., MEUNIER-GODDIK L., HANSEN A.S., JOSEPHSEN J., NIP W.K., STANFIELD P.S., TOLDRÁ F. (edit.) (2004): *Handbook of food and beverage fermentation technology*. New York, Marcel Dekker, 919 s.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (2005): *Microbial ecology of food commodities*. 2. vyd., New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 763 s. ISBN 03-064-8675-X.
- MOREA M., BARUZZI F., COCCONCELLI P.S. (1999): Molecular and physiological characterization of dominant bacterial populations in traditional Mozzarella cheese processing. *Journal of Applied Microbiology*, 87, s. 574-582.
- MUCCHETTI G., BONVINI B., REMAGNI M.C., GHIGLIETTI R., LOCCI F., BARZAGHI S., FRANCOLINO S., PERRONE A., RUBILONI A., CAMPO P., GATTI M., CARMINATI D. (2008): Influence of cheese-making technology on composition and microbiological characteristics of Vastedda cheese. *Food Control*, 19, s. 119-125.
- PLUTA A., ZIARNO M., KRUK M. (2005): Impact of modified atmosphere packing on the quality of grated Mozzarella Cheese. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 14/55, s. 117-122.
- ROBINSON R. (2002): *Dairy microbiology handbook*. 3. vyd. New York: Wiley Interscience, 765 s. ISBN 04-713-8596-4.

Přijato do tisku 20. 4. 2012

Lektorováno 15. 5. 2012

FERMENTACE KOMERČNÍCH FRUKTANŮ INULINOVÉHO TYPU LAKTOBACILY A ENTEROKOKY

Bohačenko, I.¹, Pinkrová, J.¹, Kopicová, Z.¹, Kunová, G.², Peroutková, J.², Pechačová, M.²

¹ Výzkumný ústav potravinářský Praha v.v.i.,

² Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o.

Fermentability of commercial inulin type fructans by lactobacilli and enterococci

Abstrakt

Sledováno bylo využití tří druhů komerčních fruktanů inulinového typu Orafiti GR, Orafiti Synergy1 a Orafiti P95 (BENEOTM, Belgie) při jejich fermentaci probiotickými kulturami *Lactobacillus acidophilus* CCDM 151, *Lacto-*

bacillus rhamnosus CCDM 150, *Enterococcus durans* CCDM 922 a *Enterococcus faecium* CCDM 945 (Sbírka mlékařských mikroorganismů Laktoflora®, ČR). Na začátku a na konci 16 hodinové fermentace při optimálních podmínkách pro daný mikroorganismus byly určovány: obsah fruktanů (metodou HPLC s RI detekcí), počet mikroorganismů (klasickou plotnovou metodou) a pH substrátu. Z experimentálních výsledků byl zjištěn významný rozdíl mezi fermentací fruktanů laktobacily a enterokoky, přičemž obecně lze hodnotit využívání fruktanů laktobacily jako vyšší než využívání v případě enterokoků.

Klíčová slova: fruktany, fermentace, laktobacily, enterokoky

Abstract

Fermentability of three commercial inulin type fructans Orafiti GR, Orafiti Synergy1 and Orafiti P95 (BENEOTM, Belgium) by probiotic cultures *Lactobacillus acidophilus* CCDM 151, *Lactobacillus rhamnosus* CCDM 150, *Enterococcus durans* CCDM 922 and *Enterococcus faecium* CCDM 945 (Culture Collection of Dairy Microorganisms Laktoflora®, Czech Republic) was evaluated. The content of fructans (HPLC Method with RI detection), the bacterial counts (by plate method) and pH of substrate were determined at the beginning and at the end of 16 hours fermentation. The significant differences between both fructan fermentations with lactobacilli or with enterococci were found and the utilization by lactobacilli might be classified as higher.

Key words: fructans, fermentation, lactobacilli, enterococci

Úvod

Fruktany jsou polysacharidy, resp. oligosacharidy, složené z řetězců D-fruktosy spojených vazbou β -(1 \rightarrow 2) a zakončených jednotkou D-glukosy (Velíšek 1999). Podle původu je možné je rozdělit do dvou skupin, a to

- přírodní fruktany inulinového typu vyskytující se v rostlinných materiálech (inulin a fruktooligosacharidy vznikající jeho hydrolýzou) a
- enzymově syntetizované fruktooligosacharidy, vznikající ze sacharosy transfruktosylační reakcí enzymem β -fruktosidasou.

Jeich chemická struktura, výskyt v přírodních materiálech, enzymová příprava a průmyslová výroba jsou popsány v četných publikacích (Crittenden a Playne 1996; Roberfroid a Delzenne 1998; Yun 1996; Hidaka a kol. 1986; Boháčenko a kol. 2010).

Fruktany, tj. inulin a fruktooligosacharidy (FOS) nejsou hydrolyzovány trávicími enzymy v horní části lidského zažívacího traktu a jsou klasifikovány jako nestravitelné sacharidy (Cummings a Roberfroid 1997). Při dalším průchodu zažívacím traktem jsou metabolizovány mikroflórou osídlující tlusté střevo, přičemž jako koncové produkty vznikají kyseliny mléčná, octová, propionová, máselná,

jantarová a pyrohroznová, příp. další v závislosti na bakteriálním druhu a dále stěvní plyny, především vodík, sirovodík, oxid uhličitý a methan. Studiemi "in vitro" s inokulací fruktanů humánními exkrementy (Hidaka a kol. 1991; Rycroft a kol. 2001) a "in vivo" klinickými studiemi s lidskými dobrovolníky (Gibson a kol. 1995) bylo jednoznačně prokázáno, že současně dochází k pozitivní stimulaci růstu populace bifidobakterií, tj. že fruktany vykazují tzv. "bifidogenní efekt" (Roberfroid a kol. 1998).

Z výše uvedených důvodů byly již v roce 1995 klasifikovány jako "prebiotika" (Gibson a Roberfroid 1995), tj. látky resistantní ke gastrické aciditě a hydrolyze zažívacími enzymy, které jsou fermentovány mikroflórou tlustého střeva, přičemž selektivně stimulují růst a/nebo aktivitu vybraných bakterií, což jest spojeno se zlepšením zdraví a "wellbeing" hostitele. Tento status si, společně s galaktooligosacharidy a laktulosou (Macfarlane a kol. 2006), zachovaly i v dalších dvou revisích konceptu prebiotik (Gibson a kol. 2004; Roberfroid 2007).

Fermentace fruktanů čistými probiotickými kulturami byla hlouběji studována u dvou nejvíce frekventovaných probiotik, a to laktobacilů (Kaplan a Hutkins 2000; Makras a kol. 2005; Garcia a kol. 2007) a bifidobakterií (Perrin a kol. 2002; Rossi a kol. 2005). Těmito studiemi, při kterých již byly v některých případech analyticky sledovány i změny obsahu fruktanů během fermentace, bylo potvrzeno, že schopnost metabolizovat fruktany je nejen druhově, ale i kmenově specifická, což se více projevuje u laktobacilů než u bifidobakterií. Současně byly též pozorovány rozdíly v průběhu jejich využívání, kdy fruktooligosacharidy s nižším polymeračním stupněm byly fermentovány více, resp. rychleji než inuliny s vysokým stupněm polymerace.

Na základě výsledků předchozích studií vyvozují výše uvedení autoři závěr, že různá schopnost využívání prebiotik čistými probiotickými kulturami je jejich důležitou charakteristikou, které by měla být v budoucích výzkumných pracích věnována zvýšená pozornost. Tato charakteristika by pak měla být respektována při výběru optimální kombinace pro- a prebiotik, zvláště při návrzích nových funkčních potravin se synbiotickými vlastnostmi.

Cílem naší práce bylo sledovat využití tří druhů komerčních fruktanů inulinového typu při jejich fermentaci dvěma probiotickými kulturami laktobacilů a dále dvěma kulturami enterokoků, u kterých byly též prokázány jejich probiotické vlastnosti (Nueno-Palop a Narbad 2011).

Materiál a přístroje

Prebiotické preparáty (BENEOTM, Belgie)

Orafti GR, čekankový inulin s polymeračním stupněm (DP) 2 až 60 (průměrný DP > 10),

inulin: > 90 %/suš., volná glukosa + fruktosa: ≤ 4 %/suš., volná sacharosa: ≤ 8 %/suš.

Orafti P95, produkt parciální enzymové hydrolyzy čekankového inulinu (též oligofruktosa), DP 2 - 8, FOS: ≥ 93,2 %/suš., volná glukosa + fruktosa + sacharosa: ≤ 6,8 %/suš.

Orafti Synergy1, kombinace inulinu se selektivní délkou řetězců a specifické frakce oligofruktosy, inulin + FOS: 90-94 %/suš., volná glukosa + fruktosa + sacharosa: 6-10 %/suš.

Enzymové preparáty

Fructanase mixture (exo-inulase 2000U/ml, endo-inulase 200 U/ml), (Megazyme, Irsko)

Probiotické kultury (Sbírka mlékařských mikroorganismů Laktoflora®, ČR)

Lactobacillus rhamnosus CCDM 150 (zdroj: tvaroh, ČR), využití: výroba tvrdých sýrů

Lactobacillus acidophilus CCDM 151 (zdroj: tableta Biolacta - Texel, Francie)

Enterococcus durans CCDM 922 (zdroj: izolát, ČR), zvláštní znaky: tvorba extracelulárních polysacharidových substancí - EPS, snižuje cholesterol v krvi

Enterococcus faecium CCDM 945 (zdroj: sušená kultura EFI-SACCO, Itálie)

Živné půdy

MRS bujón pH 5,7 (Merck, SRN)

MRS agar pH 5,7 (MILCOM Tábor, ČR)

M17 bujón dle Terzaghi (Merck, SRN)

M17 agar (MILCOM Tábor, ČR)

Deпротеinační činidlo

Složení: 91,0 g octan zinečnatý dihydrát, 54,6 g kyselina fosfowolframová 24-hydrát, 58,1 g ledová kyselina octová, vše rozpuštěno v 1000 ml destilované vody

Chromatografický materiál

Kolona: Prevail Carbohydrate ES HPLC Polymer Column-W, 250 x 4,6 mm, 5 μm (Grace, USA)

Předkolona: Prevail Carbohydrate ES All-Guard Cartridge (Grace, USA)

SPE kolonky Chromabond SB (Machary Nagel, SRN) mikrofiltry 0,22 μm.

Chemikálie

glukosa, fruktosa, sacharosa, vše čistoty p.a. (Fluka, Švýcarsko)

acetonitril gradient grade (J.T.Baker, Holandsko)

univerzální pepton M66 pro mikrobiologii (Merck, SRN)

kvasničný extrakt sušený (MILCOM Tábor, ČR)

masový extrakt (MILCOM Tábor, ČR)

β-glycerolfosfát (disodná sůl) (Sigma-Aldrich, Švýcarsko)

enzymaticky natrávený kasein (Imuna Pharm, SR)

polyoxyethylensorbitan monooleát (Tween 80), (Carl Roth GmbH, SRN)

Přístroje

Sestava HPLC Waters, (pumpa 515, In-line Degasser AF, termostat kolon, autosampler Waters 717 plus, Refractive Index Detector Waters 2414)

pH metr inoLab (WTW, SRN)

elektro-magnetické míchadlo se záhřevem MST digital (IKA, SRN)

třepací vodní lázeň (Memmert, SRN)

Minishaker MS2 (IKA SRN)

inkubátor EN 055 s teplotou udržovanou na $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$

inkubátor BT 120M s teplotou udržovanou na $30\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$

autokláv Tuttnauer

pH metr HACH, skleněná elektroda Hamilton

Stanovení fruktanů metodou HPLC

Princip stanovení fruktanů je založen na chromatografickém určení sumy glukosy a fruktosy v extraktu vzorku před a po jeho hydrolyze fruktanasou.

Příprava vzorku

K 10,0 g rozmraženého fermentovaného/nefermentovaného vzorku fruktanů v bujóněch bylo v 25 ml odměrné baňce přidáno 2,5 ml deproteinačního činidla a doplněno demineralizovanou vodou po značku. Po promíchání a 1 hodině stání při pokojové teplotě byl vzorek přefiltrován papírovým filtrem. Ze získaného čirého roztoku byly prováděny dvě analýzy, a to

- stanovení obsahů volné glukosy, fruktosy a sacharosy před enzymovou hydrolyzou,
- stanovení obsahů glukosy a fruktosy po hydrolyze fruktanasou.

Ad a) K 3-5 ml deproteinovaného filtrátu byl přidán čistý acetonitril (cca 25 % objemu filtrátu) a směs přefiltrována SPE kolonkou Chromabond SB, případně i mikrofiltrem 0,22 μm . Čirý vzorek byl použit k chromatografické analýze pro stanovení volných sacharidů před hydrolyzou.

Ad b) K 1,25 ml deproteinovaného vzorku bylo přidáno 0,25 ml enzymu fruktanasy. Směs byla inkubována 30 minut při 40 °C v třepací vodní lázni za mírného míchání. Po vyjmutí z lázně a ochlazení byl přidán čistý acetonitril (cca 25 % objemu vzorku). Po přefiltrování SPE kolonkou Chromabond SB, případně i mikrofiltrem 0,22 μm , byl vzorek použit k chromatografické analýze pro stanovení sacharidů po hydrolyze.

Chromatografické podmínky

sestava HPLC fy Waters s RI detektorem,

kolona: Prevail Carbohydrate ES s předkolonou Prevail Carbohydrate ES

nástřík: 10 μl

průtok: 0,7 ml/min

teplota: 30 °C

mobilní fáze: acetonitril-demin. voda 75 : 25 (% obj.)

Rozšířená nejistota stanovení: $\pm 0,2\%$

Příprava růstových substrátů, stanovení počtu MO a stanovení pH

Před vlastním očkovaním substrátů s prebiotiky byly nakultivovány matečné kultury v bujóněch připravených z komerčních dehydratovaných médií. Kmeny CCDM 150 a 151 byly kultivovány v MRS bujónu pH 5,7 a kmeny

CCDM 922 a 945 v M17 bujónu. Pro vlastní pokusy s využíváním fruktanů, resp. vybraných základních sacharidů, probiotickými kulturami pak byly použity růstové substráty připravené z jednotlivých komponent výše uvedených bujónů, přičemž původní cukerná složka byla nahrazena buď základními cukry (glukosa, fruktosa a sacharosa), nebo komerčními preparáty fruktanů. Substráty byly sterilovány při teplotě 114 °C po dobu 15 minut, poté byly zchlazeny na kultivační teplotu dle použitých kmenů a byly očkovány 1 % matečné kultury.

Kultivační podmínky: $37\text{ °C}/16$ hodin pro kmeny CCDM 150, 151, 922, 945.

Stanovení počtu mikroorganismů bylo provedeno klasickou plotnovou metodou:

stanovení laktobacilů: CCDM 150 a 151 na MRS agaru pH 5,7, kultivační podmínky $37\text{ °C}/72$ h;

stanovení enterokoků: CCDM 922 a 945 na M17 agaru, kultivační podmínky $37\text{ °C}/48$ h.

U vzorků bylo měřeno pH substrátů před kultivací a na konci fermentace potenciometricky.

Výsledky a diskuze

Změny obsahu fruktanů v komerčních prebiotických preparátech, přírůstek počtu mikroorganismů a snížení pH na konci 16 hodinové fermentace za optimálních podmínek pro jednotlivé druhy použitých probiotických laktobacilů a enterokoků jsou uvedeny v Tab. 1 - 3. Z prezentovaných výsledků je pak patrný významný rozdíl mezi fermentací fruktanů laktobacily a enterokoky, přičemž obecně lze hodnotit využívání fruktanů laktobacily jako vyšší než u enterokoků.

Pokud se týká laktobacilů, pak kmen *Lactobacillus acidophilus* CCDM 151 využíval fruktany více (cca 28 % inulinu v Orafti GR, cca 30 % FOS v Orafti P95 a cca 28 % směsi inulinu a FOS v Orafti Synergy1). Kmen *Lactobacillus rhamnosus* CCDM 150 vykazoval v obdobném případě využívání fruktanů nižší, a to cca 23 % inulinu, cca 21 % FOS a cca 24 % směsi inulinu a FOS. Tento námi nalezený rozdíl je podporován již publikovanými údaji o specifickém využívání prebiotik různými kmeny probiotických bakterií. Tak např. Kaplan a Hutkins (2000) uvádějí, že pouze 12 z 16 testovaných kmenů laktobacilů bylo schopno fermentovat FOS. Podobně Markas a kol. (2005) při zkoumání 10 kmenů laktobacilů našli 4 kmeny, které využívaly FOS a jen jeden kmen, který využíval i inulin. Zde podotýkáme, že oba citovaní autoři používali k průkazu fermentace fruktanů pouze screeningovou metodu vybarvování na specifické agarové půdě (Agar plate assay).

Současně nebyl u jednotlivých kmenů laktobacilů pozorován významný rozdíl mezi využíváním fruktanů s rozdílnou délkou řetězce, tj. inulinu s vysokým DP v Orafti GR, resp. Orafti Synergy 1, a FOS s nízkým DP v Orafti P95, který je zmiňován některými autory (Markas a kol. 2005; Rossi a kol. 2005).

Změny počtu mikroorganismů, vyjádřené jako přírůstek log KTJ/ml na konci fermentace komerčních preparátů obsahujících inulin nebo FOS, nevykazovaly v případě

Tab. 1 Fermentace ORAFI GR kmeny rodů *Lactobacillus* a *Enterococcus*

Parametr	Mikrobiální kmen			
	<i>L. acidophilus</i> CDM 151	<i>L. rhamnosus</i> CCDM 150	<i>Ent. faecium</i> CCDM 945	<i>Ent. durans</i> CCDM 922
Obsah inulinu - 0 h [% hm.]	4,52	4,59	4,75	4,32
Obsah inulinu - 16 h [% hm.]	3,27	3,52	4,45	4,03
Δ_{abs} INULIN [% hm.]	1,25	1,07	0,30	0,29
Δ_{rel} INULIN [%]	27,65	23,31	-	-
Počet MO 0 h [log KTJ/ ml]	5,60	5,40	5,45	5,11
Počet MO 16 h [log KTJ/ ml]	8,91	8,85	8,48	8,04
Δ počtu MO [log KTJ/ ml]	3,31	3,45	3,03	2,93
pH 0 h	6,13	6,13	7,19	7,19
pH 16 h	4,34	4,10	5,75	5,93
Δ pH	1,79	2,03	1,44	1,26

Pozn.: Δ_{abs} INULIN....absolutní spotřeba inulinu = obsah inulinu v 0 hod. - obsah inulinu po 16 hod. fermentace

Δ_{rel} INULIN....relativní spotřeba inulinu = $100 \times \Delta_{\text{abs}}$ INUL / obsah inulinu v 0 hod

Uvedené výsledky jsou průměrné hodnoty ze dvou pokusů

Tab. 2 Fermentace ORAFI Synergy1 kmeny rodů *Lactobacillus* a *Enterococcus*

Parametr	Mikrobiální kmen			
	<i>L. acidophilus</i> CDM 151	<i>L. rhamnosus</i> CCDM 150	<i>Ent. faecium</i> CCDM 945	<i>Ent. durans</i> CCDM 922
INUL.+ FOS 0 h [% hm.]	4,53	4,36	4,59	4,41
INUL.+ FOS 16 h [% hm.]	3,28	3,34	4,25	4,08
Δ_{abs} INUL.+FOS [% hm.]	1,25	1,02	0,34	0,33
Δ_{rel} INUL.+FOS [%]	27,59	23,39	-	-
Počet MO 0 h [log KTJ/ ml]	5,63	5,40	5,45	5,30
Počet MO 16 h [log KTJ/ ml]	8,87	9,00	8,55	8,30
Δ počtu MO [log KTJ/ ml]	3,24	3,60	3,10	3,00
pH 0 h	6,06	6,03	6,74	6,70
pH 16 h	4,25	4,00	5,34	5,39
Δ pH	1,81	2,03	1,40	1,31

Pozn.: Δ_{abs} INUL.+FOS....absolutní spotřeba inulinu +FOS = obsah INUL.+FOS v 0 hod. - obsah INUL.+FOS po 16 hod. fermentace

Δ_{rel} INUL.+FOS....relativní spotřeba inulinu +FOS = $100 \times \Delta_{\text{abs}}$ INUL.+FOS / obsah INUL.+FOS v 0 hod

Uvedené výsledky jsou průměrné hodnoty ze dvou pokusů

Tab. 3 Fermentace ORAFI P95 kmeny rodů *Lactobacillus* a *Enterococcus*

Parametr	Mikrobiální kmen			
	<i>L. acidophilus</i> CDM 151	<i>L. rhamnosus</i> CCDM 150	<i>Ent. faecium</i> CCDM 945	<i>Ent. durans</i> CCDM 922
FOS 0 h [% hm.]	4,44	4,43	4,37	4,36
FOS 16 h [% hm.]	3,12	3,51	3,65	3,80
Δ_{abs} FOS [% hm.]	1,32	0,92	0,72	0,56
Δ_{rel} FOS [%]	29,73	20,77	16,48	12,84
Počet MO 0 h [log KTJ/ ml]	5,48	5,40	5,40	5,04
Počet MO 16 h [log KTJ/ ml]	9,04	8,72	8,77	8,49
Δ počtu MO [log KTJ/ ml]	3,56	3,32	3,37	3,45
pH 0 h	5,97	5,95	6,49	6,48
pH 16 h	4,29	4,04	4,70	4,85
Δ pH	1,68	1,91	1,79	1,63

Pozn.: Δ_{abs} FOS....absolutní spotřeba FOS = obsah FOS v 0 hod. - obsah FOS po 16 hod. fermentace

Δ_{rel} FOS....relativní spotřeba FOS = $100 \times \Delta_{\text{abs}}$ FOS / obsah FOS v 0 hod

Uvedené výsledky jsou průměrné hodnoty ze dvou pokusů

použití jednotlivých kmenů laktobacilů významné rozdíly a činily v průměru 3,4 log KTJ/ml. Tomu odpovídaly i nevýrazné rozdíly mezi počáteční a konečnou hodnotou pH substrátů na začátku a konci fermentace, které se pohybovaly v rozmezí hodnot cca 1,7 - 2,0.

Pokud se týká fermentace fruktanů enterokoků, byla při jejich využívání prokázána závislost na použitém prebiotickém preparátu s rozdílnou délkou sacharidového řetězce. Fruktany (inulin) s vysokým stupněm DP fermentovány nebyly, neboť rozdíly jejich obsahů v Orafi GR,

resp. Orafi Synergy 1, na začátku a konci fermentace s oběma kmeny enterokoků se pohybovaly v rozmezí nejistoty stanovení $\pm 0,3$ %. Signifikantně byly fermentovány pouze FOS přítomné v Orafi P95, a to více kmenem *Enterococcus faecium* CCDM 945 (cca 16 %) a méně kmenem *Enterococcus durans* CCDM 922 (cca 13 %).

Změny počtu mikroorganismů na začátku a konci fermentace s oběma druhy enterokoků vykazovaly u inulinu (Orafi GR a Orafi Synergy1) poněkud nižší přírůstek cca 2,9 - 3,1 log KTJ/ml než v případě FOS (Orafi P95), kde

Tab. 4 Spotřeba glukosy, fruktosy a sacharosy při fermentaci kmeny rodů *Lactobacillus* a *Enterococcus*

Mikrobiální kmen	Δ sacharidu [%]		
	glukosa	fruktosa	sacharosa
<i>L. acidophilus</i> CCDM 151	44,4	78,1	75,9
<i>L. rhamnosus</i> CCDM 150	43,8	46,7	32,6
<i>Ent. faecium</i> CCDM 945	53,2	45,1	29,3
<i>Ent. durans</i> CCDM 922	50,4	26,2	31,3

Pozn.: Δ sacharidu [%]relativní spotřeba sacharidu při fermentaci dle vzorce
 $\Delta \text{sach.} = 100(a - b) / a$

a....obsah sacharidu před fermentací [%]

b....obsah sacharidu po fermentaci [%]

Uvedené výsledky jsou průměrné hodnoty ze dvou pokusů.

byl zaznamenán přírůstek cca 3,4 log KTJ/ml. Taktéž změna (pokles) pH byl při fermentaci oběma druhy enterokoků u inulinu nižší (v průměru 1,3) než u fermentace FOS (v průměru 1,7).

Na tomto místě též dodáváme, že výsledky změn obsahu fruktanů jako takových mohou být částečně ovlivněny přítomností zbytkové glukosy, fruktosy a sacharosy (celkem 6-9 %) v jejich komerčních preparátech. Tyto sacharidy jsou probiotickými kulturami taktéž velmi dobře využívány (Tab. 4), což se může projevit na průběhu fermentace komerčních prebiotik na bázi fruktanů.

Závěrem lze konstatovat, že námi dosažené výsledky týkající se fermentace fruktanů laktobacily, jsou v dobré shodě s již publikovanými údaji (viz. diskuze). V případě fermentace fruktanů enterokoky podobné srovnání provedeno být nemohlo, neboť nebyl nalezen žádný relevantní literární odkaz s touto problematikou. Z tohoto pohledu lze pak tyto naše výsledky považovat za originální.

Práce byly provedeny v rámci projektu NAZV Ministerstva zemědělství ČR č. QI 91B274

LITERATURA

- BOHAČENKO I., KOMÁRKOVÁ J., KOPIČOVÁ Z., ROUBAL P. (2010): Stanovení inulinu a fruktooligosacharidů v mlékařských výrobcích s použitím kitzů Megazyme K-Fruc a HK-Fruc. *Mlékařské listy*, 123, s. I-IV.
- CRITTENDEN R.G., PLAYNE M.J. (1996): Production, properties and application of food grade oligosaccharides. *Trends in Food Science & Technology*, 7, s. 353-361.
- CUMMINGS J.H., ROBERFROID M.B. (1997): A new look at dietary carbohydrate: chemistry, physiology and health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, s. 417-423.
- GARCIA Y., BOUCOURT R., ALBELO N., NUNEZ O. (2007): Inulin fermentation by lactic acid bacteria with probiotic characteristics. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 41, s. 251-254.
- GIBSON G.R., BEATTY E.R., WANG X., CUMMINGS J.H. (1995): Selective stimulation of Bifidobacteria in human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, 108, s. 975-982.
- GIBSON G.R., PROBERT H.M., VAN LOO J., RASTALL R.A., ROBERFROID M.B. (2004): Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Updating the Concept Prebiotic. *Nutrition Research Review*, 17, s. 259-275.
- GIBSON G.R., ROBERFROID M.B. (1995): Dietary modulation of the human colonic Microbiota: Updating the Concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125, s. 1401-1412.
- HIDAKA H., EIDA T., TAKIZAWA T., TOKUNAGA T., TASHIRO Y. (1986): Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobact. Microflora*, 10, s. 37-50.

- HIDAKA H., TASHIRO Y., EIDA T. (1991): Proliferation of bifidobacteria by oligosaccharides and their useful effect on human health. *Bifidobact. Microflora*, 10, s. 65-79.
- KAPLAN H., HUTKINS R.W. (2000): Fermentation of Fructooligosaccharides by Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria. *Applied Environmental Microbiology*, 66, s. 2682-2684.
- MACFARLANE S., MACFARLANE G.T., CUMMINGS J.H. (2006): Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 24, s. 701-714.
- MARKAS L., VAN ECKER G., DeVUYST L. (2005): Lactobacillus paracasei subsp. paracasei 8700:2 Degrades Inulin-Type Fructans Exhibiting Different Degree of Polymerization. *Applied Environmental Microbiology*, 71, s. 6531-6537.
- NUENO-PALOP C., NARBAD A. (2011): Probiotic assessment of Enterococcus faecalis CP58 isolated from human gut. *International Journal of Food Microbiology*, 145, s. 390-394.
- PERRIN S., FOUNGIES C., GRILL J.P., JACOBS H., SCHNEIDER F. (2002): Fermentation of chicory fructo-oligosaccharides in mixtures of different degree of polymerization by three strains of bifidobacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 48, s. 759-763.
- ROBERFROID M. (2007): Prebiotics: The Concept Revisited. *Journal of Nutrition*, 137, 830S-837S.
- ROBERFROID M.B., DELZENNE N.M. (1998): Dietary fructans. *Annual Review of Nutrition*, 18, s. 117-143.
- ROBERFROID M.B., VAN LOO J.A., GIBSON G.R. (1998): The Bifidogenic Nature of Chicory Inulin and Its Hydrolysis Products. *Journal of Nutrition*, 128, s. 11-19.
- ROSSI M., CORRADINI C., AMARETTI A., NICOLINI M., POMPEI A., ZANONI S., MATTEUZZI D. (2005): Fermentation of Fructooligosaccharides and Inulin by Bifidobacteria: a comparative Study of Pure and Fecal Cultures. *Applied Environmental Microbiology*, 71, s. 6150-6158.
- RYCROFT C.E., JONES M.R., GIBSON G.R., RASTALL R.A. (2001): A comparative in vitro evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. *Journal of Applied Microbiology*, 91, s. 878-887.
- VELÍŠEK J. (1999): Chemie potravin 1, OSSIS Tábor, s. 215-216.
- YUN J.W. (1996): Fructooligosaccharides-occurrence, preparation and application. *Enzyme and Microbial Technology*, 19 (2), s. 107-117.

Přijato do tisku 5. 4. 2012

Lektorováno 10. 5. 2012

JAK VNÍMÁ MLADÁ GENERACE V ČR PRODEJ TUZEMSKÝCH SÝRŮ?

Renata Hrubá¹, Jitka Kozelková², Klára Kecseiová²

¹ ČZU, Katedra obchodu a financí, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13,

370 05 České Budějovice

Renata Hrubá: hrenata@post.cz

What teenagers think about buying domestic cheese?

Abstrakt

Studenti mají pozitivní přístup k široké nabídce tuzemské provenience a podpoře podnikatelské činnosti výroby sýrů v ČR. Eidam je patrně nejoblíbenějším sýrem, bohužel