

VYUŽITIE *LACTOBACILLUS SANFRANCISCO* PRI PRÍPRAVE FERMENTOVANÝCH CEREÁLNYCH PRODUKTOV UTILIZATION OF *LACTOBACILLUS SANFRANCISCO* FOR THE PREPARATION OF FERMENTED CEREAL PRODUCTS

Michal Magala, Zlatica Kohajdová, Jolana Karovičová, Mária Greifová, Veronika Kuchtová

Abstract: The effect of bacterial culture *Lactobacillus sanfrancisco* CCM 7699 and increased incubation temperature (40 °C) on tarhana fermentation was studied. It can be concluded, that during fermentation pH decreased and titrable acidity increased. Content of reducing saccharides declined due to consumption by lactic acid bacteria and yeasts. Concentration of lactic acid bacteria and yeasts increased during first phases of fermentation whereas in later phases decreased.

Keywords: tarhana, fermentation, yeast, lactic acid bacteria

ÚVOD

Fermentáciu možno definovať ako žiaduci proces biochemickej modifikácie primárnych potravinových produktov spôsobenú mikroorganizmami a ich enzýmami (**Aloys a Angeline, 2009**). Značná časť svetovej produkcie cereálií je pred konzumáciou spracovaná fermentačným procesom (**Nout, 2009**).

Tarhana je fermentovaný produkt na báze cereálií. Pripravuje sa z pšeničnej múky, jogurtu a ďalších surovín. Zmiešaním surovín sa získa cesto, ktoré sa nechá 1 až 7 dní fermentovať pri 25 až 30 °C. Po fermentácii nastáva sušenie a mletie na veľkosť častíc <1 mm. Fermentácia tarhany sa zvyčajne uskutočňuje použitím mliečnych baktérií jogurtovej kultúry *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* a pekárskych kvasiniek (*Saccharomyces cerevisiae*). Finálny výrobok sa vyznačuje nízkou vlhkosťou (3 – 9 %) a nízkym pH (4,0 - 4,5). Prášok z tarhany sa používa na prípravu polievky (**Erbaş et al., 2006; Lar et al., 2012; Sengun et al., 2009**).

Zložky tarhany (bielkoviny, polysacharidy a tuky) sú v priebehu fermentácie podrobené čiastočnému štiepeniu a hydrolýze mliečnymi baktériami a kvasinkami, čo má za následok lepšiu stráviteľnosť produktu (**Tamer et al., 2007**). Počas fermentácie dochádza aj k zvýšeniu obsahu riboflavínu, niacínu, kyseliny pantoténovej a folovej v tarhane (**Bilgiçli, 2009**). Tarhana je taktiež dobrým zdrojom vápnika, železa, zinku ako aj niektorých ďalších minerálnych látok (**Daglioğlu, 2000**).

V súčasnosti sa mnohé výskumy zaoberajú využitím mliečnych baktérií ako štartovacích kultúr pri príprave tarhany procesu (**Herken a Çon, 2012**). Použitie štartovacích kultúr na báze mliečnych baktérií je nevyhnutné pre zabezpečenie riadeného fermentačného procesu (**Herken a Çon, 2012**).

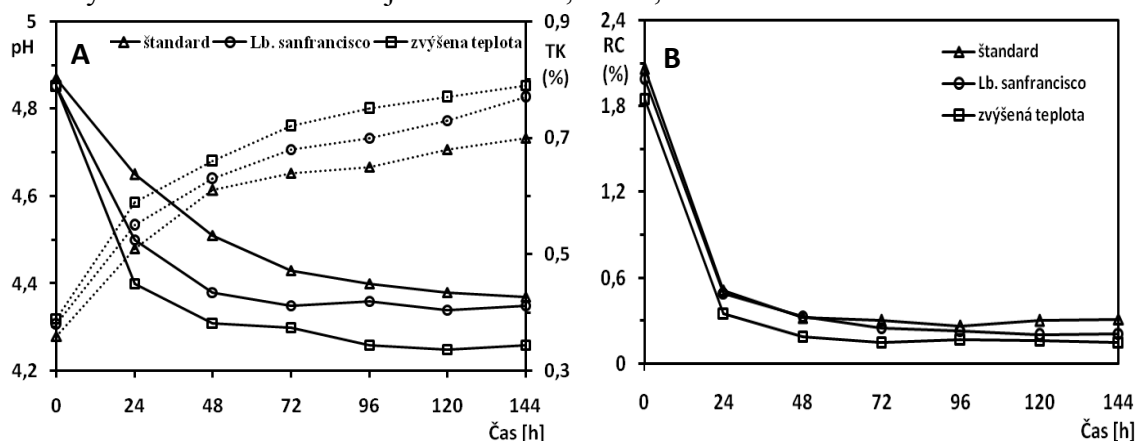
Cieľom práce bolo laboratórne pripraviť rôzne vzorky tarhany a stanoviť vybrané analytické parametre, celkové počty mliečnych baktérií a kvasiniek v priebehu fermentačného procesu.

MATERIÁL A METÓDY

Použité suroviny: pšeničná múka hladká špeciál 00 extra, paradajkový pretlak, soľ, sušené droždie, sladká mletá paprika, kôpor drvený sušený a mäta boli zakúpené v slovenskej maloobchodnej sieti. Biely jogurt bol pripravený laboratórne z plnotučného mlieka použitím sušenej jogurtovej kultúry Laktoflora® (Milcom, Praha) a inkubáciou v termostate 6 h pri 39 °C. Vzorky tarhany (štandard, s bakteriálnou kultúrou *Lactobacillus sanfrancisco* CCM 7699 a vzorka inkubovaná pri 40 °C) boli pripravené podľa modifikovanej receptúry a postupu Erkan et al. (2006) a inkubované 144 h pri teplote 30 ± 1 °C. *Lactobacillus sanfrancisco* CCM 7699 bol získaný z českej zbierky mikroorganizmov Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne. Do vzorky bolo pridané 0,5 % (w/w) inokulum s koncentráciou buniek 8×10^9 KTJ.ml⁻¹. Priebeh fermentácie bol sledovaný 144 h, odberom vzorky v 24 h časových intervaloch boli stanovené hodnoty pH na prístroji inoLab pH Level 2 (WTW, Weilheim) (Ibanoğlu et al., 1999), titračná kyslosť (TK) vyjadrená na kyselinu mliečnu (Ibanoğlu et al., 1999) a obsah redukujúcich cukrov (RC) vyjadrený na glukózu titračne podľa Schoorla (Kohajdová a Karovičová 2005). Celkové počty mliečnych baktérií (MB) a kvasiniek (KV) boli stanovené zriedňovacou kultivačnou metódou podľa príslušných noriem STN ISO 15 214 a STN ISO 7954.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V priebehu fermentácie rastlinných substrátov dochádza k poklesu pH a nárastu TK, pretože v dôsledku aktivity prítomných mikroorganizmov narastá obsah kyseliny mliečnej ako aj iných organických kyselín (Kohajdová et al., 2007). Na obr. 1A je znázornený priebeh poklesu pH a nárastu TK jednotlivých vzoriek tarhany. Bolo zistené, že najvýraznejšie zmeny hodnôt pH a TK nastali prvých 72 h fermentácie, pričom v ďalšom priebehu sa tieto hodnoty menili už len nepatrne. Namerané hodnoty pH a TK sú porovnateľné s výsledkami autorov Ibanoğlu et al. (1995) a Erbaş et al. (2006). Sacharidy (hexózy a pentózy) sú spravidla primárnym substrátom pre produkciu kyseliny mliečnej mliečnymi baktériami (Liu, 2003). Najvýraznejší pokles RC (obr. 1B) nastal v prvých 24 h fermentácie (z 1,90 – 2,06 % na 0,35 – 0,51 %), pričom ďalší priebeh spôsobil už len malé zmeny obsahu RC (0,15 – 0,31 % po 144 h). Tamer et al. (2007) uvádzajú, že obsah RC v rôznych vzorkách tarhany na konci fermentácie je v rozsahu 0,22 – 1,85 %.



Obr. 1 Priebeh zmien hodnôt pH, titračnej kyslosti (A) a poklesu obsahu redukujúcich cukrov (B) počas fermentácie vzoriek tarhany

Stanovenie koncentrácie MB (tab. 1) ukázalo, že počas prvých 72 h fermentácie štandardu a vzorky s bakteriálnou kultúrou došlo k nárastu počtu (približne o 1 logaritmickej poriadok), avšak v nasledujúcich dňoch počty MB klesali. Rovnaký trend nárastu koncentrácie MB v prvých troch dňoch fermentácie tarhany a následný pokles v neskorších fázach zaznamenali

aj **Daglioglu et al. (2002)**. Najvyššie koncentrácie buniek MB boli zistené v 72 h a to $1,80 \times 10^8$ KTJ.g⁻¹ (štandard) resp. $1,24 \times 10^9$ KTJ.g⁻¹ (*Lb. sanfrancisco*). Vo vzorke inkubovanej pri teplote 40 °C bol zaznamenaný nárast počtu MB v prvých 24 h avšak následný výrazný pokles až na $8,96 \cdot 10^5$ KTJ.g⁻¹ po 144 h. Stanovené počty MB vo vzorkách tarhany v jednotlivých fázach fermentácie sú porovnateľné s výsledkami publikovanými autormi **Settanni et al. (2011)**. **Sengun et al. (2009)** uvádzajú, že zmeny množstva MB závisia od druhu vzorky, podmienkach a čase fermentácie ako aj na použitej inkubačnej teplote. Počty KV v štandarde a vo vzorke s bakteriálnou kultúrou narastali počas prvých 48 h s následným poklesom, avšak vo vzorke inkubovanej pri zvýšenej teplote počty KV klesali od začiatku fermentácie v dôsledku nepriaznivej teploty (40 °C) pre rast a metabolizmus kvasiniek. Podobné zastúpenie kvasiniek v tarhane uvádzajú **Erbaş et al. (2005)**.

Tab. 1 Množstvo mliečnych baktérií (MB) a kvasiniek (KV) počas fermentácie tarhany

Čas [h]	Štandard		<i>Lb. sanfrancisco</i>		Zvýšená teplota	
	MB [KTJ.g ⁻¹]	KV [KTJ.g ⁻¹]	MB [KTJ.g ⁻¹]	KV [KTJ.g ⁻¹]	MB [KTJ.g ⁻¹]	KV [KTJ.g ⁻¹]
0	$1,54 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^6$	$1,49 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^6$
24	$9,45 \cdot 10^7$	$1,50 \cdot 10^6$	$1,84 \cdot 10^8$	$1,91 \cdot 10^6$	$2,36 \cdot 10^7$	$8,50 \cdot 10^5$
48	$1,55 \cdot 10^8$	$2,09 \cdot 10^6$	$9,95 \cdot 10^8$	$2,18 \cdot 10^6$	$1,27 \cdot 10^7$	$6,18 \cdot 10^5$
72	$1,80 \cdot 10^8$	$1,55 \cdot 10^6$	$1,24 \cdot 10^9$	$2,05 \cdot 10^6$	$8,35 \cdot 10^6$	$2,91 \cdot 10^5$
96	$1,06 \cdot 10^8$	$1,31 \cdot 10^6$	$1,31 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^6$	$5,72 \cdot 10^6$	$9,45 \cdot 10^4$
120	$9,85 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^6$	$1,16 \cdot 10^8$	$1,53 \cdot 10^6$	$9,85 \cdot 10^5$	$4,76 \cdot 10^4$
144	$8,96 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^6$	$7,68 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^6$	$8,96 \cdot 10^5$	$1,67 \cdot 10^4$

Vysvetlivky: MB – mliečne baktérie, KV - kvasinky

ZÁVER

V priebehu mliečnej fermentácie vzoriek tarhany došlo k poklesu pH a nárastu titračnej kyslosti, pričom najvýraznejšie zmeny nastali v prvých 72 h. Ďalej bol zaznamenaný pokles obsahu redukujúcich cukrov. Mikrobiologickým rozborom bolo zistené, že koncentrácia mliečnych baktérií narastala prvých 72 h s následným poklesom. Vzorka inkubovaná pri 40 °C vykazovala len mierny nárast počtu mliečnych baktérií počas 24 h a následný značný pokles. Zmeny počtu kvasiniek vykazovali prvých 48 h rastúci trend s následným poklesom, no vo vzorke inkubovanej pri 40 °C bol od začiatku zaznamenaný pokles.

LITERATÚRA

- ALOYS N., ANGELINE, N. 2009. Traditional fermented foods and beverages in Burundi. In *Food Research Interanational*, roč. 42, 2009, č. 5-6, s. 588-594.
- BILGIÇLI, N. 2009. Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. In *LWT – Food Science and Technology*, roč. 42, 2009, č. 2, s. 514-518.
- DAGLIOĞLU, O. 2000. Tarhana as a traditional turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition. In *Food/Nahrung*, roč. 44, 2000, č. 2, s. 85-88.
- DAGLIOĞLU, O., ARICI, M., KONYALI, M., GUMUS, T. 2002. Effects of tarhana fermentation and drying methods on the fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus*. In *European Food Research and Technology*, roč. 215, 2002, č. 6, s. 515-519.
- ERBAŞ, M., CERTEL, M., USLU, M. K. 2005. Microbiological and chemical properties of Tarhana during fermentation and storage as wet-sensorial properties of Tarhana soup. In *LWT – Food Science and Technology*, roč. 38, 2005, č. 4, s. 409-416.
- ERBAŞ, M., USLU, M. K., ERBAŞ, M. O., CERTEL, M. 2006. Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana, a Turkish fermented cereal food. In *Journal of Food Composition and Analysis*, roč. 19, 2006, č. 4, s. 294-301.
- ERKAN, H., ÇELİK, S., BILGI, B., KÖKSEL, H. 2006. A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. In *Food Chemistry*, roč. 97, 2006, č. 1, s. 12-18.
- HERKEN, E. N., ÇON, A. H. 2012. Use of different lactic starter cultures in the production of tarhana. In *Journal of Food Processing and Preservation*, doi: 10.1111/j.1745-4549.2012.00744.x.

- IBANOĞLU, Ş., IBANOĞLU, E., AINSWORTH, P. 1999. Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana. In *Food Chemistry*, roč. 64, 1999, č. 1, s. 103-106.
- IBANOĞLU, Ş., AINSWORTH, P., WILSON, G., HAYES, G. D. 1995. The effect of fermentation conditions on the nutrients and acceptability of tarhana. In *Food Chemistry*, roč. 53, 1995, č. 2, s. 143-147.
- KOHAJDOVÁ, Z., KAROVIČOVÁ, J. 2005. Sensory and chemical evaluation of lactic acid-fermented cabbage-onion juices. In *Chemical Papers*, roč. 59, 2005, č. 1, s. 55-61.
- KOHAJDOVÁ, Z., KAROVIČOVÁ, J., GREIFOVÁ, M. 2007. Analytical and organoleptic profiles of lactic acid-fermented cucumber juice with addition of onion juice. In *Journal of Food and Nutrition Research*, roč. 46, 2007, č. 3, s. 105-111.
- LAR, A. Ç., EROL, N., ELGÜN, M. S. 2012. Effect of carob flour substitution on chemical and functional properties of tarhana. In *Journal of Food Processing and Preservation*, 2012, DOI: 10.1111/j.1745-4549.2012.00744.x., ISSN 1745-4549.
- LIU, S. Q. 2003. Practical implications of lactate and pyruvate metabolism by lactic acid bacteria in food and beverage fermentations. In *International Journal of Food Microbiology*, roč. 83, 2003, č. 2, s. 115-131.
- NOUT, M. J. R. 2009. Rich nutrition from the poorest – Cereal fermentations in Africa and Asia. In *Food Microbiology*, roč. 26, 2009, č. 7, s. 685-692.
- SENGUN, I. Y., NIELSEN, D. S., KARAPINAR, M., JAKOBSEN, M. 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food. In *International Journal of Food Microbiology*, roč. 135, 2009, č. 2, s. 105-111.
- SETTANNI, L., TANGULER, H., MOSCHETTI, G., REALE, S., GARGANO, V., ERTEN, H. 2011. Evolution of fermenting microbiota in tarhana produced under controlled technological conditions. In *Food Microbiology*, roč. 28, 2011, č. 7, s. 1367-1373.
- STN ISO 15 214, 2002. Mikrobiológia potravín a krmív: Horizontálna metóda stanovenia mezofilných baktérií mliečného kysnutia. Metóda počítania kolónií kultivovaných pri 30 °C. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2002.
- TAMER, C. E., KUMRAL, A., AŞAN, M., ŞAHİN, I. 2007. Chemical compositions of traditional tarhana having different formulations. In *Journal of Food Processing and Preservation*, roč. 31, 2007, č. 1, s. 116-126.

Kontaktná adresa: Ing. Michal Magala, Ústav biotechnológie a potravinárstva, Oddelenie potravinárskej technológie, FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, e-mail: michal.magala@stuba.sk