

VPLYV FERMENTÁCIE BAKTÉRIAMI MLIEČNEHO KYSNUTIA NA CHEMICKÚ KOMPOZÍCIU POTRAVÍN

MILADA RAKICKÁ, ANDREA MARKO,
ERNEST ŠTURDÍK, MARTINA DANIHELOVÁ,
SILVIA MOŠOVSKÁ a LUCIA JURÍKOVÁ

*Oddelenie výživy a hodnotenia potravín, Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava
milada.rakicka@gmail.com, andrea.holubkova@stuba.sk*

Došlo 5.3.14, prijaté 27.3.14.

Kľúčové slová: fermentácia, biochemické zmeny, baktérie mliečneho kysnutia, probiotické baktérie

Obsah

1. Úvod
2. Biochemické zmeny pri fermentácii
 - 2.1. Metabolizmus sacharidov
 - 2.2. Metabolizmus proteínov
3. Baktérie mliečneho kysnutia ako probiotické mikroorganizmy
4. Probiotiká a ich zdravotný efekt
5. Záver

1. Úvod

Stále sa zvyšujúca informovanosť spotrebiteľov o zdravom spôsobe stravovania a s tým súvisiace zmeny stravovacích návykov vedú v dôsledku urbanizácie k vývoju nových potravín so zdraviu prospešným efektom, tzv. funkčných potravín. Funkčné potraviny sú potraviny obsahujúce mikroby, ich časti, živočíšne či rastlinné súčasti, ktoré dokázateľne pozitívne ovplyvňujú zdravie človeka alebo znižujú riziko výskytu a priebeh chronických chorôb¹. Funkčné potraviny by nemali obsahovať žiadne chemické stabilizačné, konzervačné a ani iné látky, ktoré môžu ich účinok znižovať². Medzi funkčné potraviny zaraďujeme aj potraviny, ktorých kvalita sa zlepšuje podrobným fermentačným procesom.

Fermentácia, z latinského slova *fervere*, bola definovaná Louis Pasteurom ako „*La vie sans l'air*“ (život bez vzduchu). Z biochemického hľadiska je fermentácia metabolický proces získavania energie z organických zlúčenín bez zapojenia exogénnych oxidačných faktorov. Proces fermentácie predstavuje dôležitý nástroj pri výrobe a spracovaní potravín³.

Výroba fermentovaných potravín bola v minulosti založená na spontánnej fermentácii tzv. pôvodnou alebo autochtónnou mikroflórou nachádzajúcou sa v surovinách. Tento spôsob bol neskôr vylepšený pridávaním časti fermentovanej potraviny z predchádzajúcej dávky, čo bolo charakteristické pre výrobu chleba a syrov. V súčasnosti sa priemyselne výroba nezaobíde bez priemyselne pripravovaných špeciálnych mikrobiálnych kultúr. Tieto na jednej strane obsahujú vyššie počty buniek, skracujú proces fermentácie a na strane druhej znižujú riziko zlyhania procesu, vrátane vzniku chýb vyplývajúcich z kontaminácie, ktoré by mohol personál pri príprave kultúr spôsobiť^{4,5}.

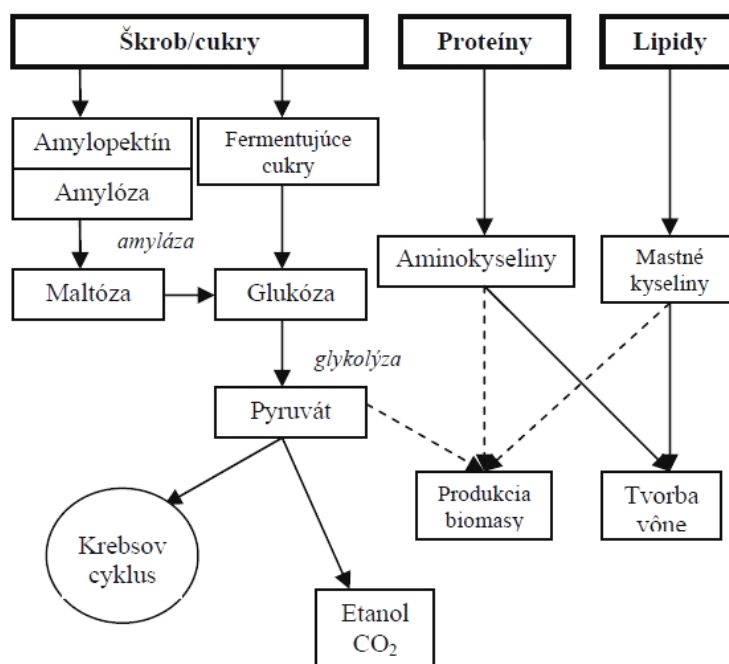
Hlavné úlohy fermentačného procesu sú:

- ochrana potravín vytváraním inhibičných metabolitov ako organické kyseliny (kyselina mliečna, kyselina octová, kyselina mravčia, kyselina propiónová), etanolu, bakteriocínov a ďalších, často v kombinácii so znižujúcou sa vodnou aktivitou (sušením alebo soľným)^{6,7},
- zlepšovanie bezpečnosti potravín inhibíciou patogénov^{8,9} a odstraňovanie toxických látok⁹,
- vplyv na organoleptické vlastnosti potravín^{10–12}.

2. Biochemické zmeny pri fermentácii

Produkty fermentácie závisia od použitého mikroorganizmu, typu substrátu a taktiež priebehu fermentácie. Medzi tieto produkty zaraďujeme napr. organické kyseliny (kyselina palmitová, pyrohroznová, mliečna, octová, propiónová a maslová), alkoholy (hlavne etanol), aldehydy a ketóny (acetaldehyd, diacetyl, 2-metyl-butanol). Mikroorganizmy používané pri fermentácii sú nepatogénne a enzýmy nimi produkované (proteázy, amylázy a lipázy) napomáhajú rozkladu zložitých baktérií na jednoduché netoxické produkty so žiaducimi chuťovými a štruktúrnymi vlastnosťami¹³. Baktérie mliečneho kysnutia sú najpoužívanejšími mikroorganizmami pri výrobe fermentovaných výrobkov, a preto je hlavný produkt ich metabolizmu kyselina mliečna považovaná za hlavného prispievateľa prospešných vlastností pozorovaných v týchto potravinách¹⁴.

V dôsledku metabolickej aktivity baktérií mliečneho kysnutia dochádza k zmene zloženia cereálnych substrátov. Sacharidy, proteíny aj lipidy podliehajú degradácii a sú zapájané do mnohých reakcií schematicky zosumariovaných v obr. 1. Jednoduché cukry sú priamo fermentovateľné a sú prekurzorom najmä organických kyselín. Pôsobením amyláz, enzýmov prítomných v cereáliách a produkovaných aj baktériami mliečneho kysnutia, sa štiepi škrob a to podľa aktivity až na konečný produkt – glukózu, ktorá je následne utilizovaná. Baktérie mliečneho kysnutia majú slabú proteolytickú aktivitu a štiepia proteíny na

Obr. 1. Biochemické zmeny základných nutričných parametrov počas fermentácie⁵

aminokyseliny, ktoré sú významným prekursorom aromaticky aktívnych zlúčenín, ale aj látok s antimikrobiálnou aktivitou. Lipolytickou činnosťou baktérií mliečného kysnutia sa z lipidov uvoľňujú voľné mastné kyseliny, ktoré sa tak isto podieľajú na tvorbe arómy.

2.1. Metabolizmus sacharidov

Na základe využitia cukrov rozdeľujeme baktérie mliečného kysnutia do troch skupín: obligátne homofermentatívne, fakultatívne heterofermentatívne a obligátne heterofermentatívne. Homofermentatívne druhy (*Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* a niektoré druhy rodu *Lactobacillus*) tvoria viac ako 85 % kyseliny mliečnej z glukózy. Hexózy sú metabolizované enzýmami glykolytickej (Embden-Mayerhoffovej) cesty. Baktérie sfermentujú 1 mól glukózy na 2 móly pyruvátu, pričom energetický výnos predstavuje 2 móly ATP na molekulu glukózy. Pyruvát je následne redukovaný na L- alebo D-kyselinu mliečnu enzýmom laktátdehydrogenáza¹⁴.

Heterofermentatívne baktérie r. *Weisella*, *Leuconostoc* a niektoré laktobacily produkujú iba 50 % kyseliny mliečnej z glukózy (Warburg-Dickensova cesta). Hexózy sú metabolizované prostredníctvom fosfoketolázovej cesty. Z jedného mólu glukózy vzniká 1 mól kyseliny mliečnej, 1 mól etanolu a 1 mól CO₂ pri energetickej výťažnosti ekvivalentnej 1 mólu ATP. Kyselina mliečna môže byť baktériami mliečného kysnutia produkovaná z rôznych substrátov. Primárnym substrátom sú cukry (hexózy a pen-

tózy), vznikajú však aj z takých substrátov ako polyoly (polyhydroxilované alkoholy – manitol, sorbitol), organické kyseliny (jablčná, citrónová) a aminokyseliny (serín, alanín, kyselina asparágová). Hlavným medziproduktom metabolizmu kyseliny pyrohroznovej je kyselina mliečna. V závislosti od enzymatického aparátu baktérií mliečného kysnutia z pyrohroznanu môžu vznikať ďalšie metabolity, ako napr. kyselina octová, mravčia, etanol, acetaldehyd, diacetyl, acetoín a 2,3-butándiol¹⁶.

2.2. Metabolizmus proteínov

Baktérie mliečného kysnutia, rovnako ako mnoho iných baktérií, nie sú schopné asimilovať anorganický dusík, a preto v prostredí vyžadujú prítomnosť rastových faktorov, vrátane voľných aminokyselín. Pretože väčšina potravín ich obsahuje málo, baktérie mliečného kysnutia sa vyznačujú proteolytickými vlastnosťami. Proteolytické systémy baktérií mliečného kysnutia majú za úlohu prispôbiť dusíkaté látky potravín (bielkoviny) na využitie štepy. Výsledkom proteolytickej aktivity baktérií mliečného kysnutia sú štepy bielkovín: peptidy, aminokyseliny a iné bielkovinové dusíkaté látky, ktoré sú bunkami využiteľné¹⁵. Katabolizmom aminokyselín, deamináciou, dekarboxyláciou, transamináciou a zmenou postranného reťazca vznikajú zlúčeniny, ktoré prispievajú k tvorbe arómy. Sú to najmä ketokyseliny, amoniak, amíny, aldehydy, kyseliny a alkoholy^{17,18}. Baktérie mliečného kysnutia fermentujú najmä maltózu, sacharózu, fruktózu

a glukózu, ale aj monosacharidy z rastlinných polysacharidov arabinoxylánu a arabinogalaktánu. Pentózy ako arabinóza a xylóza sú obyčajne utilizované obligátne heterofermentatívnymi, fakultatívne heterofermentatívnymi a len zriedkavo obligátne homofermentatívnymi druhmi baktérií mliečného kysnutia¹⁹. Transamináciou kyseliny glutámovej vzniká kyselina α -ketoglutárová, ktorá je dôležitým akceptorom aminoskupiny v transaminačných reakciách ostatných aminokyselín^{17,20}.

Arora a spol.²¹ uvádzajú, že zvýšenie celkovej hodnoty fermentovaných potravín v porovnaní so surovými materiálmi bolo preukázané:

- v zlepšení kvantity a kvality proteínov a ich dostupnosti prostredníctvom bakteriálnej enzymatickej hydrolýzy, pričom sa uvoľňujú voľné aminokyseliny,
- vo zvýšení stráviteľnosti škrobu,
- vo zvýšení obsahu vitamínov, najmä skupiny B (riboflavín, niacín, tiamín, kyselina listová),
- vo zvýšení dostupnosti minerálnych látok,
- v redukcii antinutričných faktorov,
- v produkcii bakteriocínov a prebiotík,
- v možnosti byť nosičom probiotických baktérií,
- v zlepšení chutnosti a vo zvýšenej akceptovateľnosti spotrebiteľmi.

3. Baktérie mliečného kysnutia ako probiotické mikroorganizmy

Baktérie pochádzajúce z rodu baktérií mliečného kysnutia sú klasifikované na základe ich bunkovej stavby a spôsobu fermentácie glukózy. Sú veľmi rozšírené, ich prirodzeným prostredím je mnoho rastlín a sú taktiež súčasťou gastrointestinálnej mikrofóry²². Rozdeľujú sa na

homofermentatívne, ktoré produkujú kyselinu mliečnu ako hlavný metabolit a heterofermentatívne, ktoré okrem kyseliny mliečnej produkujú aj etanol a oxid uhličitý. Schopnosť baktérií mliečného kysnutia produkovať L(+), D(-) izomér alebo ich zmes závisí od rodu a druhu baktérií mliečného kysnutia a môže sa využiť na ich klasifikáciu^{23,24}. L(+)-laktát je produkovaný druhmi rodov *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Tetragenococcus*, *Streptococcus* a *Vagococcus*. D(-)-laktát tvoria druhy rodov *Leuconostoc* a *Oenococcus*. Rody *Lactobacillus*, *Pediococcus* a *Weissella* produkujú L(+)-, D(-)- a DL-izomér¹⁴. Z morfológického hľadiska baktérie mliečného kysnutia tvoria rôzne tvary, nachádzajú sa vo forme kokov v pároch, krátkych a dlhších reťazkách, v izolovaných paličkách a v reťazkách a u bifidobaktérií vo vetvených paličkách⁴ (tab. I).

Medzi najvýznamnejších zástupcov patria *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* a *Pediococcus*. Optimálne teploty rastu mliečnych baktérií sú od 40 do 50 °C (cit.²⁶).

Mikroorganizmy môžu nepriamo odovzdávať zdravie podporujúce vlastnosti potravín produkciou bioaktívnych metabolitov počas fermentácie²⁷. Bežné mikroorganizmy používané v probiotických prípravkoch sú zhrnuté v tab. II.

Kľúčovým faktorom pri výbere vhodného probiotického štartéra je jeho schopnosť prežiť kyslé prostredie konečného fermentovaného produktu (*in vitro*) a nepriaznivé podmienky gastrointestinálneho traktu (*in vivo*)²⁹.

Probiotické baktérie sa nachádzajú predovšetkým vo fermentovaných potravinách³⁰. Väčšina probiotických baktérií patrí do rodov *Bifidobacterium* a *Lactobacillus*³¹.

Laktobacily rastú, rozmnožujú sa a metabolizujú za anaeróbných podmienok, ale aj pri zníženom obsahu kyslíka vo všetkých prostrediach, ktoré im poskytujú dostatok

Tabuľka I

Rody baktérií mliečného kysnutia, ich fermentačný typ a produkty²⁵

Rod (skupina)	Typ fermentácie	Hlavné produkty (molárny pomer)	Konfigurácia kyseliny mliečnej
<i>Lactococcus</i>	homoferm.	laktát	L(+)
<i>Streptococcus</i>	homorefm.	laktát	L(+)
<i>Pediococcus</i>	homoferm.	laktát	DL, L(+)
<i>Lactobacillus</i>	homoferm.	laktát	
<i>Thermobacterium</i>	homoferm.	laktát	D(-), L(+), DL
<i>Streptobacterium</i>	homoferm.	laktát	D(-), L(+), DL
	heteroferm. ^a	laktát : acetát	1:1
<i>Betabacterium</i>	heteroferm.	laktát : acetát : CO ₂	1:1:1 DL
<i>Leuconostoc</i>	heteroferm.	laktát : acetát : CO ₂	1:1:1 D(-)
<i>Bifidobacterium</i>	heteroferm.	laktát : acetát	2:3 L(+)

^a Pri fermentácii pentóz

Tabuľka II

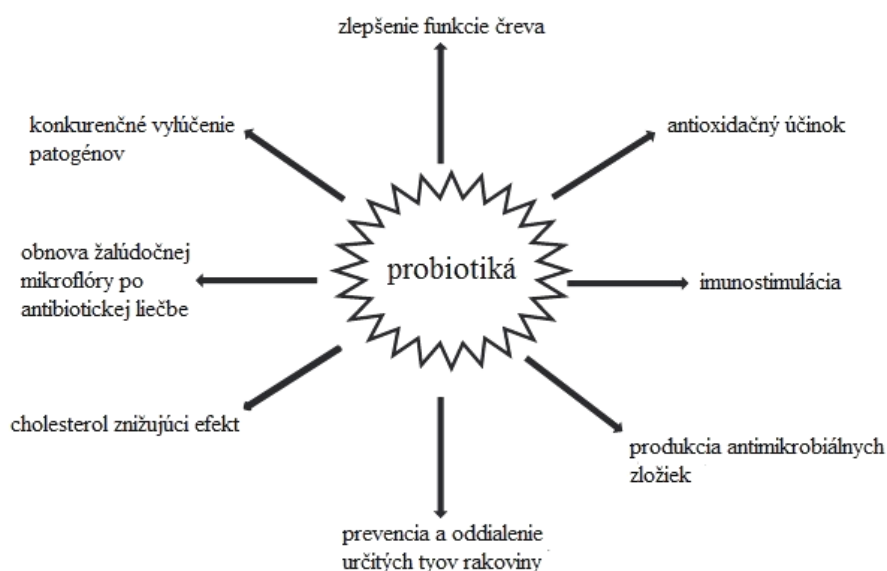
Najbežnejšie používané rody baktérií mliečneho kysnutia používané pri príprave probiotík²⁸

<i>Lactobacillus sp.</i>	<i>Bifidobacterium sp.</i>	<i>Enterococcus sp.</i>	<i>Streptococcus sp.</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Ent. faecalis</i>	<i>S. cremoris</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>Ent. faecium</i>	<i>S. salivarius</i>
<i>L. delbruecki ssp. (bulgaricus)</i>	<i>B. animalis</i>		<i>S. diacetylactis</i>
<i>L. cellobiosus</i>	<i>B. infantis</i>		<i>S. intermedius</i>
<i>L. curvatus</i>	<i>B. thermophilum</i>		
<i>L. fermentum</i>	<i>B. longum</i>		
<i>L. lactis</i>			
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. brevis</i>			

fermentovateľných sacharidov, štiepných produktov bielkovín, nukleových kyselín a vitamínov skupiny B. Laktobacily sú vo všeobecnosti acidotolerantné až acidofilné. Pri fermentácii sacharidov tvorbou kyselín znižujú kyslosť prostredia až pod pH 4,0. Kyseliny mliečna a octová sú v kyslom prostredí málo disociované a v tomto stave pôsobia spolu so zníženým pH inhibujúco až mikrobicídne na ostatné mikroorganizmy v prostredí, s výnimkou iných baktérií mliečneho kysnutia⁴.

Bifidobaktérie sú bežnou súčasťou gastrointestinálneho (GI) traktu človeka a zvierat a taktiež ich môžeme nájsť aj v ústnej dutine. Intestinálny trakt novorodencov je kolonizovaný bifidobaktériami v priebehu niekoľkých dní po narodení a ich populácia je ovplyvnená vekom, stravou, antibiotikami a stresom. Účinnosť týchto organizmov súvi-

sí so schopnosťou kolonizovať intestinálny trakt a kontrolovať nežiaduce intestinálne baktérie. Optimálne pH pre rast bifidobaktérií je v rozmedzí 6,0–7,0 a prakticky nerastú pri pH nižšom ako 4,5 a vyššom ako 8,5. Optimálna teplota pre rast je 37–41 °C, minimálna 25 až 28 °C a maximálna 43–45 °C. Medzi niektoré bifidobaktérie používané ako probiotiká patria druhy *B. adolescentis*, *B. longum*, *B. infantis* a *B. breve*³². Z fermentovateľných sacharidov produkujú kyselinu octovú a kyselinu mliečnu, ktoré inhibujú nežiaduce baktérie a stimulujú intestinálnu peristaltiku. Kyselina octová, ktorú bifidobaktérie produkujú vo väčšom množstve ako kyselinu mliečnu (v pomere 2:3), má silnejší antagonistický účinok na nevítané gramnegatívne baktérie ako kyselina mliečna.

Obr. 2. Spôsob účinku probiotík¹³

4. Probiotiká a ich zdravotný efekt

Slovo probiotikum znamená „pre život“ a Svetová zdravotnícka organizácia definuje probiotiká ako „mikroorganizmy, ktoré ak sú do organizmu dodávané v adekvátnych množstvách, poskytujú priaznivé zdravotné účinky pre svojho hostiteľa“. V posledných dvoch desaťročiach výskum v oblasti probiotík dosiahol významný progres v selekcii a charakterizácii špecifických probiotických kultúr a potvrdil ich zdravotné účinky¹³. Priaznivý účinok probiotík na zdravie človeka (obr. 2) sa dosiahne, ak je zabezpečená životaschopnosť baktérií, dostatočne vysoká koncentrácia (zvyčajne 10^8 – 10^9 na gram výrobku)³³ a schopnosť prežiť kyslé prostredie v žalúdku².

Pozitívne zdravotné efekty probiotických kultúr spočívajú v nasledovných funkciách:

- bránia adhezii a množeniu patogénnych a podmienčne patogénnych mikroorganizmov aj kvasiniek v črevách a v urogenitálnom trakte vytváraním konkurencie pre živiny a tvorbou bariéry, ktorá bráni príľnutiu patogénov na sliznice (kompetitívna exklúzia),
- podporujú tráviace procesy v čreve, udržujú optimálne pH v jednotlivých častiach čreva pre činnosť tráviacich enzýmov, vytvárajú prostredie nevhodné pre uplatnenie patogénov,
- stimulujú aktivitu imunitného systému zvýšenou produkciou mucínu v čreve, mobilizujú bunky imunitného systému – makrofágy, lymfocyty, dendritické bunky a ďalšie, zvyšujú produkciu protilátok,
- zvyšujú odolnosť organizmu aj proti tvorbe spontánnych nádorov,
- v mnohých prípadoch nahrádzajú použitie antibiotík, hlavne v prevencii ale aj liečbe črevných infekcií, napr. salmonelózy, kolibacilózy, klostrídiovej enteritídy a pod.²⁸

5. Záver

Fermentáciou potravín dokážeme vhodne zvoleným mikroorganizmom a substrátom pozitívne ovplyvňovať nielen senzorké a nutričné vlastnosti konečných produktov, ale taktiež v nich dokážeme znížiť obsah antinutričných a alergénnych komponentov. Zaradením probiotických baktérií do fermentačného procesu zároveň zvyšujeme aj pozitívny účinok takto pripravených potravín pre zdravie konzumenta, čím preventívne pôsobíme voči vzniku mnohých civilizačných ochorení.

LITERATÚRA

1. Kuchta M., Pružinc P. a kol.: *Probiotiká, ich miesto a využitie v medicíne*. Bonus CCS, Bratislava 2006.
2. Pospíšilová D.: *Potravinárstvo* 1, 28 (2007).
3. Bourdichon F., Casaregola S., Farrokh CH., Frisvad J., Gerds M. L., Hammes W., Harnett J., Huys G., Lundlund S., Ouwenhand A., Powell I. B., Prajapati J. B., Seto Y., Schure E. T., Boven A. V., Vankeckhoven V., Zgoda A., Tuijelaars S., Hansen E. B.: *Int. J. Food Microbiol.* 154, 87 (2012).
4. Görner F., Valík L.: *Aplikovaná mikrobiológia požívateľín*. Malé centrum, Bratislava 2004.
5. Kocková M., Valík L.: *Potravinárstvo* 5, 27 (2011).
6. Ross R. P., Morgan S., Hill C.: *Int. J. Food Microbiol.* 79, 3 (2002).
7. Gaggia F., Di Gioia D., Baffoni L., Biavati B.: *Trends Food Sci. Technol.* 22, 58 (2011).
8. Adams M. R., Nicolaidis L.: *Food Control* 8, 227 (2008).
9. Hammes W. P., Tichacek P. S.: *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.* 198, 93 (1994).
10. Marilley L., Casey M. G.: *Int. J. Food Microbiol.* 90, 139 (2004).
11. Smit G., Smit B. A., Engels W. J.: *FEMS Microbiol. Rev.* 29, 591 (2005).
12. Sicard D., Legras J. L.: *C. R. Biol.* 334, 229 (2011).
13. Divya J. B., Varsha K. K., Nampoothiri K. M., Isamil B., Pandey A.: *Eng. Life Sci.* 12, 377 (2012).
14. Chelule P. K., Mbongwa H. P., Carries S., Ggaleni N.: *Food Chem.* 122, 656 (2010).
15. Hutkins R. W.: *Microbiology and Technology of Fermented Foods*, Blackwell Publishing, Oxford 2006.
16. Liu S. Q.: *Int. J. Food Microbiol.* 83, 115 (2003).
17. Gänzle M. G., Vermeulen N., Vogel R. F.: *Food Microbiol.* 24, 128 (2007).
18. Gobetti M., De Angelis M., Corsetti A., Di Cango R.: *Trends Food Sci. Technol.* 16, 57 (2005).
19. De Vuyst L.: *Food Technol. Biotechnol.* 38, 105 (2000).
20. Ferenčík M., Škárka B., Novák M., Turecký L.: *Biochémia*. Slovak Academic Press s.r.o., Bratislava 2000.
21. Arora S., Jood S., Khetarpaul N.: *Food Chem.* 119, 779 (2010).
22. De Angelis M., Gallo G., Corbo M. R., Mcsweeney P. L. H., Faccia M., Giovine M.: *Int. J. Food Microbiol.* 87, 259 (2003).
23. Plessas S., Fischer A., Koureta K., Psarianos C., Pigam P., Koutinas A. A.: *Food Chem.* 106, 985 (2008).
24. Kandler O.: *Antonie van Leeuwenhoek* 49, 209 (1983).
25. Upadhyay N., Moudgal V.: *JCOM* 19, 76 (2012).
26. Heller K. J.: *Am. J. Clin. Nutr.* 73, 374 (2001).
27. Takano T.: *Antonie Van Leeuwenhoek* 82, 333 (2002).
28. Parvez S., Malik K. A., Kang S. A., Kim H. Y.: *J. Appl. Microbiol.* 100, 1171 (2006).
29. Saarela M., Mogensen G., Fondeñ R., Matto J., Mattila-Sandholm T.: *J. Biotechnol.* 84, 197 (2000).
30. Donohue D., Salminen S., Marteau P.: *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 5, 25 (1998).
31. Rivera-Espinoza Y., Gallardo-Navarro Y.: *Food Microbiol.* 27, 1 (2010).

32. Shah N. P.: *Int. Dairy J.* 17, 1262 (2007).
33. Sanders M., Huis in't Veld J.: *Antonie van Leeuwenhoek* 76, 293 (1999).

M. Rakická, A. Marko, E. Šturdík, M. Danihelová, S. Mošovská, and L. Juríková (*Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Slovak University of Technology, Bratislava*): **The Influence of Bacteria of Lactic Acid Fermentation on Chemical Composition of Food**

Food fermentation is a useful process, which can protect food from various pathogens, improves food safety and induces desirable changes of its organoleptic properties. The commonly used fermentation microorganisms are lactic acid bacteria. They often improve the quality and shelf life of foods and hence are irreplaceable in food industry. Most important are probiotic bacteria of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* genera. The probiotics protect human health from undesirable microorganisms in the digestive tract, stimulate the immune system in protection from cancer and moderate food allergy.



67. Zjazd Chemikov 2015

7. 9. až 11. 9. 2015

Grand Hotel Bellevue, Starý Smokovec

<http://www.schems.sk/67zjazd/>
e-mail: zjazd.chemikov@gmail.com

Organizačný výbor:

Predseda: Dušan Velič
Vedecký tajomník: Viktor Milata
Vedecký tajomník: Jan John
Výkonný tajomník: Monika Jerigová
Hospodár: Zuzana Hloušková

Sekcie:

1. Analytická a fyzikálna chémia
2. Anorganická a materiálová chémia
3. Organická chémia a polyméry
4. Vyučovanie a história chémie
5. Životné prostredie, potravinárstvo a biotechnológie
6. Chemprogress
7. Súťaž mladých – posterová sekcia

Termíny:

Registrácia do 1. júna 2015
Platba a abstrakt do 1. júna 2015