

Vplyv biokonzervácie na mikrobiologické, biochemické, nutričné a senzorické vlastnosti potravín

BERNADETTA HOZOVÁ—MÁRIA TAKÁCSOVÁ

Súhrn. Príspevok podáva literárny prehľad novších dostupných poznatkov z oblasti biokonzervácie potravín. Rozoberajú sa mikrobiologické, biochemické, nutričné a senzorické aspekty laktofermentácie mäsa, mäsových výrobkov, zeleniny a nápojov v zahraničí a u nás. Zohľadňujú sa výhody konzervácie potravín prirodzenou cestou, t. j. biotechnologickou a zdôrazňuje sa naliehavosť širšieho praktického uplatnenia.

Zaisťovanie a predlžovanie trvanlivosti potravín vhodnými konzervačnými postupmi patrí v celosvetovom meradle medzi základné smery rozvoja vedy a potravinárskej technológie. Tento trend zapadá do úsilia o odstránenie disproportioní vo výžive v jednotlivých častiach sveta prostredníctvom niektorých časťkových cieľov, ako:

- zaistenie potrebného množstva biologicky hodnotných potravín,
- zaistenie primeranej akosti biologicky hodnotných potravín,
- zemepisná a časová rovnomernosť distribúcie potravín,
- zaistenie ekonomickej prístupnosti potravín.

Z celej plejády známych a doteraz používaných tradičných i netradičných metód najprirodzenejším spôsobom konzervácie je biokonzervácia, ktorá sa už oddávna využíva v mnohých krajinách Ázie a Afriky, najmä pri príprave sójových, obilninových, zeleninových a rybích produktov [1—5], ale aj inde [6—8]. Pri všetkých týchto fermentáciách sa používajú buď monokultúry mliečnych baktérií, buď zmesná mikrobálna populácia. Konzervačný účinok je spôsobený nízkym pH v dôsledku prítomnosti kyseliny mliečnej, octovej a propiónovej, vytvorením etylalkoholu, príp. antibiotík. Veľa tradičných fermentovaných potravín sa úspešne vyrába pomocou koncentrovaných štartovacích kultúr [9—12]. Vzhľadom na to, že produkčné podmienky výroby týchto koncen-

RNDr. Bernadetta Hozová, CSc., Ing. Mária Takáčsová, CSc., Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

trátov zaručujú optimálnu aktivitu, možno očakávať aj vynikajúcu akosť fermentovaných potravín.

V príspevku podávame stručný prehľad novších dostupných poznatkov v oblasti biokonzervácie z hľadiska dôležitých aspektov hodnotenia kvality potravín.

1 Mikrobiologické a biochemické aspekty

1.1 Laktofermentácia mäsa a mäsových výrobkov

Metódami selekcie baktérií mliečneho kysnutia pre fermentáciu mäsa a mäsových výrobkov sa zaoberali viacerí autori. Ich štúdie zahŕňujú nasledujúce aspekty: skladovaciu stabilitu, nutričné, mikrobiologické a senzorické charakteristiky, príp. kinetiku a stechiometrické hodnotenie [13, 14].

Kato a kol. [15] zisťovali optimálne podmienky fermentácie mäsových výrobkov s *Lactobacillus plantarum* alebo *Pediococcus cerevisiae* a ich inhibičný vplyv na rast stafylokokov; zistili 99 % inhibíciu koncentráciou štartovacej kultúry 10^7 KTJ \cdot g⁻¹ pri 37 °C s prídavkom alebo bez prídavku 0,4 % sorbanu draselného. Ďalšia štúdia týchto autorov sa venovala štúdiu optimálnych fermentačných podmienok s prídavkom enzýmu [16]. Do emulzie so štartovacími kultúrami sa pridala glukózaoxidáza (20 h pri 37 °C). Optimálne podmienky pre prevenciu rastu *S. aureus* sa vytvorili po pridaní 10^7 štartovacích buniek kultúry a 2,2 jednotiek glukózaoxidázy \cdot g⁻¹ do emulzie diela.

Raccach [13, 17] vypracoval podmienky fermentačného procesu pri použití *Pediococcus* sp. v mäsových výrobkoch. Fermentačný čas bol zredukovaný o 39 %, ak inokulačné hladiny pediokokov boli zvýšené z log 7,5 na 8,8 KTJ \cdot g⁻¹. Rast sledovaných stafylokokov sa pri týchto podmienkach potlačil.

Vhodnosť použitia mikrokokov ako štartovacích kultúr (*Micrococcus varians* M115, M83, M6R) pri fermentačných procesoch s bulharskými suchými mäsovémi výrobkami sledovala Dineva a kol. [18]. Optimálne fermentačné podmienky boli definované pri použití 25 °C, v prítomnosti NaCl, vitamínu C a sacharózy, a pri pH 5,0—6,8.

Tomcov a Oluski [19] robili porovnávacie testy na kvasinkách „Beviprota“, sušených a inaktivovaných, používaných ako emulgátory v mäsových produktoch (286 vzoriek v 12-mesačnom intervale). Výsledky ukázali, že iba 6,3 % vzoriek obsahovalo klostrídiá (január až jún), iné patogénne mikroorganizmy neboli identifikované v žiadnej skúmanej vzorke.

Renner a Montel [20] inokulovali hovädzie mäso *Lactobacillus* spp. a pozorovali účinok na farbu mäsa a počet prežívajúcich mikroorganizmov (vákuovo balené, 34 dní skladované). Po prebalení do PVC fólie a následnom skladovaní

96 h pri 5°C v tme boli vzorky testované na prítomnosť G^- baktérií, *Brochothrix thermosphacta* a laktobacilov, ktoré sa navzájom ovplyvňovali. Farba mäsa po inokulácii laktobacilmi bola evidentne lepšia.

Výberom vhodných kmeňov na fermentáciu mäsa sa zaoberal Holle a kol. [21]. Boli to: *Pediococcus cerevisiae*, *P. acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* a *Micrococcus varians* a ich zmesné kultúry. Adícia 0,18 % dusitanu pôsobila mierne inhibične, zatiaľ čo adícia 7 % zmesi korenia sa osvedčila stimulačne. Pri laktobacilochoch a pediokokoch sa pozorovala antibiόza. *M. varians* neinhiboval ostatné kultúry a bol insenzitívny na bakteriocíny produkované laktobacilmi.

Konzervačný efekt kombinácie kyseliny octovej, mliečnej alebo propiónovej v mäse skladovanom pri chladiarenských teplotách skúmali Surve a kol. [22]. Mäso bolo rozdelené do 5 skupín (à 3 plátky). Štyri skupiny boli ošetrované zmesou 1, 2, 3, a 4 % kyseliny octovej a kyselinou mliečnou (1 : 1). Kontroly neboli ošetrované. Testovalo sa aj použitie kyseliny octovej s kyselinou propiónovou. Mikrobiologická kvalita a zmeny farby a vône sa posudzovali počas skladovania (0, 24, 72 a 168 h) pri $7 \pm 1^\circ\text{C}$. Mikrobicídna účinnosť zmesi kyselín stúpala so stúpajúcou koncentráciou, ale klesala s časom skladovania. Väčší účinok bol dokázaný na G^- ako na G^+ baktériách. 3 % kyselina octová + kyselina mliečna redukovali počet baktérií bez ovplyvnenia farby či vône mäsa. Autori odporučili tento postup na dekontamináciu a konzerváciu mäsa do 7 dní pri chladiarenských teplotách.

1.2 Laktofermentácia zeleniny a zeleninových výrobkov

Čínski výskumníci [23] skúmali vplyv fermentácie zeleniny na rast a prežívanie niektorých potravinársky dôležitých patogénnych mikroorganizmov (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus*) v prítomnosti NaCl (2, 4 a 6 %). *S. aureus*, *B. cereus* a *V. parahaemolyticus* sa pomnožili na začiatku fermentácie, pri zvýšení acidity počet životaschopných patogénnych mikróbov klesal. Počet *S. typhimurium*, s výnimkou prídavku 2 % NaCl, klesal bezprostredne po začatí fermentácie. Počas 96 h fermentácie sa zmenil počet zárodkov *S. aureus* (z $4,0\text{--}9,5 \cdot 10^5$ na $8,9 \cdot 10^3\text{--}3,5 \cdot 10^4$ KTJ $\cdot \text{g}^{-1}$) a *S. typhimurium* (z $2,9\text{--}3,1 \cdot 10^5$ na $10,2\text{--}9,3 \cdot 10^3$). *B. cereus* naopak stúpol z $6 \cdot 10^6$ na $3,8 \cdot 10^7$ KTJ $\cdot \text{g}^{-1}$. V prítomnosti 2,4 % NaCl počet životaschopných *V. parahaemolyticus* sa blížil východiskovému počtu, ale pôsobením 6 % NaCl sa tento počet znížil (z $1,1 \cdot 10^5$ na $4,6 \cdot 10^3$) počas 96 h fermentácie.

Širšie aspekty fermentácie africkej fazule „Locust“ sledoval Ikenebomeh [24]. Fazuľa sa uvarila a nasledne fermentovala pri 37°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) v stacionárnom fermentore. Študovali sa fyziologické, mikrobiologické, biologické a enzymologické charakteristiky; fyzikálnochemické zmeny sa zaznamenali v zhode s ex-

tracelulárnou aktivitou aminokyslín a proteáz produkovaných *Bacillus* spp. Počas fermentácie sa zvyšovalo pH a titračná kyslosť, ako dôsledok proteolýzy bol produkovaný NH_3 .

Skúsenosti s fermentáciou rovnakého druhu nigérskej fazule zdokumentovali aj Antai a Ibrahim [25]. Fazuľa varená 15 min bola po ochladení balená do banánových listov a nasledovne fermentovaná (72 h). Obsah vlhkosti po 0 a 72 h fermentácie bol 39 a 59,6 % (pre teploty 26 a 42 °C, pH 7,1 a 7,9). Dominujúcimi mikroorganizmami bol *B. subtilis*, *Leuconostoc mesenteroides* a *L. dextranicus*. Výsledky ukázali, že vysoká vlhkosť vzoriek spôsobila ich zhoršenú skladovateľnosť, čo možno vylúčiť prídavkom soli.

Biochemické a mikrobiologické charakteristiky počas fermentácie tropickej fazule „Kawal“ — tradičnej sudanskej zeleniny — sledoval Dirar a kol. [26]. Počas fermentácie dominovali dva druhy baktérií — *B. subtilis* a *Propionibacterium* sp., z ostatných druhov to boli *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus sciuri* a 2 druhy kvasiniek; na slnku sušená fazuľa obsahovala 26,2 % bielkovín (počas fermentácie sa zaznamenali výrazné straty dusíka). Hlavnými fermentačnými produktmi boli prchavé mastné kyseliny, kyselina octová a kyselina propiónová; celkový obsah mastných kyselín bol v priemere 15 % na konci fermentácie a 10 % počas sušenia na slnku. Obsah kyseliny mliečnej klesal až na 0,2 %; z alkoholov tvoriacich sa počas fermentácie prevažovali propanol a butanol v maximálnej koncentrácii 3 %. Zmeny pH počas fermentácie boli bezvýznamné v dôsledku tlmivého efektu Ca v listoch. Zmeny v chemickom zložení počas sušenia na slnku indikovali na sekundárnu mikrobiálnu aktivitu.

Štúdium mikrobiologických zmien počas fermentácie šošovice sa zaoberali Ragae a kol. [27]. Šošovica zmiešaná s vodou (1 : 3) bola fermentovaná 4 dni pri 32 °C. Celkové počty aeróbnej populácie mikroorganizmov rýchle stúpili ($4,6 \cdot 10^{14}$ KTJ . ml⁻¹), potom nasledoval pokles na $3,9 \cdot 10^{11}$ KTJ . ml⁻¹. Laktobacily sa pomnožili z 10^4 na 10^{12} KTJ . ml⁻¹, potom nastal pokles. Počty proteolytických baktérií vzrástli po 2 dňoch o niekoľko poriadkov, ale po 4 dňoch úplne absentovali. Počty kvasiniek sa pohybovali poriadkovo 10^2 — 10^3 KTJ . ml⁻¹; pH po 0, 2 a 4 dňoch vykazovalo hodnoty 6,9, 4,1 a 3,9. Typ kolónií na mliečnom agare, produkujúci organické kyseliny počas fermentácie, bol identifikovaný ako *Streptococcus*. Dominovala kyselina mliečna, kyselina octová alebo la detegovaná.

Ekonomicko-energetické aspekty laktofermentácie zeleniny spracoval Andersson a kol. [28]. Štúdiá sa zamerala na fermentáciu mrkvy a repy kyselinou mliečnou, sólovo alebo v zmesi s konzervačnými prostriedkami. Bola kontrolovaná mikrobiologická a senzorická kvalita výrobkov. Zmrazenie alebo pasterizácia zhoršili textúru produktov, účinná konzervácia chladom bola dosiahnutá 0,2 % prídavkom sorbanu draselného alebo benzoanu sodného, príp. CO_2 .

Laktofermentácia našla výborné uplatnenie aj pri výrobe zeleninových nápo-

jov [29] a ovocných džúsov [30]. Ako fermentačné kultúry sa použili *Lactobacillus helveticus (bulgaricus)* alebo *Streptococcus thermophilus* (pH 4,4—5,3). V prípade ovocných džúsov bol ovocný produkt (pulpa) najprv tepelne spracovaný a následne fermentovaný kultúrami laktobacilov pri pH pod 3,7. Finálny produkt bol testovaný na obsah kyseliny mliečnej a produkciu biomasy.

2 Nutričné aspekty

Fermentácia pomocou laktobacilov a kvasiniek spôsobuje rôzne zmeny v nutričnom zložení potravín a nápojov. Je známe, že kvasinky poskytujú široké spektrum vitamínov, ktoré možno len ťažko nahradiť syntetickými preparátmi. V súčasnosti sa v potravinárstve používajú štyri druhy kvasiniek: *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarum*, *Candida utilis* a *Kluyveromyces fragilis* (kvasničné extrakty). V súčasnosti sa kvasničná biomasa používa najmä ako krmivo. Kvasinky sú okrem vitamínov aj dobrým zdrojom bielkovín (45—55 %), nukleotidov a enzýmov. Z technologického hľadiska sa rozlišujú podľa vysokého obsahu lyzínu, ktorý umožňuje ich použitie ako doplnok cereálnych výrobkov [4]. Konečná nutričná hodnota fermentovaných potravín je však výsledkom rôznych strát i prírastkov v priebehu technologických procesov. Zvýšenie obsahu napr. vitamínov skupiny B je spôsobené fortifikáciou buď synteticky (pridávaním do výrobku), buď prirodzenou cestou prostredníctvom niektorých druhov mikroorganizmov (*Propionibacterium*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Rhizopus*, a i.). Patria k nim aj niektoré druhy propiónových baktérií, ktoré v prítomnosti potrebných prekursorov (5,6-dimetylbenzimidazol, CoCl_2) vo významnom rozsahu syntetizujú najmä folacín a vitamín B_{12} , ale aj iné vitamíny skupiny B (tiamín, riboflavín, niacín, kyselina pantoténová) v symbióze s kvasinkou [31—35]. Tento poznatok sa využíva v zahraničí na prípravu nutrične hodnotnej biomasy na báze srvátky alebo kukuričnej siláže pre kŕmne účely a na prípravu fermentovaných mliečnych produktov [52]. U nás bola na tomto princípe zavedená výroba fermentovaných mliečnych nápojov (Elvit) s niekoľkonásobne vyššou nutričnou hodnotou [32]. Autori použili kmeň *Propionibacterium freudenreichii*, subsp. *shermanii* Lyon 2 a kvasinku *Kluyveromyces fragilis* 269, vopred kultivované v mlieku.

Černá [31] sa zmieňuje aj o pozitívnych výsledkoch koncentrácie B vitamínov vo vzorkách smotanového zákysu, tvarohu, sušeného a kefirového mlieka. Tak napr. smotanový zákys obohatený kultúrou *P. shermanii* mal v porovnaní s neobohateným výrobkom zvýšenú koncentráciu folacínu o 73 % a vitamínu B_{12} o 450 %. Ak sa k zákysu pridala súčasne kvasinka, zvýšila sa aj koncentrácia tiamínu o 20 %, niacínu o 200 %, vitamínu B_6 o 53 %, kyseliny pantoténovej o 30 % a enormne vzrástla koncentrácia folacínu a vitamínu B_{12} oproti neobo-

hatenému výrobku. Je to preto, že kvasinka produkuje do prostredia rastové faktory, potrebné pre rast baktérií propiónového kvasenia, ale i pre biosyntézu vitamínu B₁₂, a tým aj folacín, keďže ich metabolické cykly sa vzájomne podmieňujú. Analogické závislosti sa našli aj vo vzorkách tvarohu, sušeného a kefirového mlieka.

Novšie výskumy, zamerané na fortifikáciu zeleninových výrobkov realizovala Roczniakova-Czarnocka a kol. [36]. Autori študovali možnosti obohatenia kyslej kapusty folacínom a vitamínom B₁₂ pomocou *Propionibacterium jensenii* T 112, kultivovanom v srvátkovej pôde, pH 6,4—7,2, s prídavkom kvasničného extraktu a NaCl. Prostredníctvom uvedeného technologického postupu dosiahli autori obohatenie kyslej kapusty folacínom o 150 % a vitamínom B₁₂ o 260 % oproti prirodzene fermentovanej kapuste.

Na základe uvedených skúseností sa robili pokusy s obohatením kapusty B vitamínmi na našom pracovisku, a to pomocou *P. shermanii* Lyon 2 (sólovo) a *P. shermanii* Lyon 2 v symbióze s mliečnou kvasinkou *Kluyveromyces fragilis* 269 [37]. Ukázalo sa, že pri sólovom použití uvedeného kmeňa sa zvýšil obsah folacínu o 287 % a vitamínu B₁₂ až o 1000 %. V symbióze s kvasinkou sa zvýšila produktivita folacínu o viac než 500 %, kyseliny pantoténovej o 83 % a vitamínu B₆ ca 200 % v porovnaní s prirodzene fermentovanou kapustou. Zo senzorickej stránky mala kapusta zaočkovaná uvedenými kmeňmi lepšiu farbu, konzistenciu a aj výraznejšiu (ostrejšiu) chuť. Zo záverov nutričného a senzorického hodnotenia týchto pokusov vyplynula vhodnosť použitia opísaného postupu biokonzervácie aj v priemyselnom meradle [38].

Laktofermentácia sa v Japonsku uplatnila aj pri vývoji a výrobe zeleninových nápojov „Sunki“ [39]. Je to typický nápoj z nakladanej zeleniny fermentovaný kyselinou mliečnou. Autori porovnávali 2 postupy prípravy: 1. pripravok syntetickej kyseliny mliečnej do čerstvej zeleniny a 2. prirodzenú fermentáciu kyselinou mliečnou prostredníctvom baktérií mliečneho kysnutia. Zistil sa vyšší obsah bielkovín, voľných aminokyselín a lepšia farba zeleniny s prídavkom kyseliny mliečnej, ako sa dosiahla v prirodzene fermentovanej zelenine.

Biochemické a nutričné zmeny v zložení fermentovaného produktu z fazule, tzv. „tempeh“ pripraveného pomocou *Rhizopus oligosporus* študoval Raredes a Harry [40]. Bol pripravený z čerstvých, ťažko spracovateľných fazuľových bôbov. Fermentácia (72 h) redukovala tuk, sacharidy, obsah vlákniny a pH a zvyšovala obsah celkových rozpustných bielkovín. Z práce vyplynulo, že čerstvé a ťažko spracovateľné fazuľové bôby možno pripraviť fermentačnou technológiou na produkty kvalitatívne hodnotnejšie. Všeobecné aspekty fermentovaných produktov s dôrazom na ich nutričnú a biologickú hodnotu predkladajú títo autori v širšie koncipovanej štúdii [41].

Skúsenosti s fermentáciou indonézskeho „tempehu“ opisujú aj Djurtoft a Nielsen [42]. Počas 65 h fermentácie (*Rhizopus* sp.) signifikantne stúpala

koncentrácia všetkých sledovaných B vitamínov v porovnaní s nefermentovaným výrobkom (B_2 — 6-krát, B_6 — 12-krát, B_{12} — 10-krát, PP — takmer 20-krát, kyselina pantoténová — 10-krát), čo vysoko prekračovalo požiadavky na denné výživové dávky indonézskeho obyvateľstva.

Nutričnú hodnotu fermentovanej kukurice a kukurično-sójovej zmesi stanovil Tongnual Chompreeda [43]. Sójové bôby (celé) boli autoklávované 30 min pri 121 °C, potom usušené a mleté; sterilizácia mala za následok straty tiamínu, niacínu, B_6 , biotínu, folacínu a riboflavínu, kyselina pantoténová bola stabilná. Kukurično-fazuľová zmes bola podrobená mliečnej fermentácii 4 dni pri 32 °C a nasledovne skladovaná 8 mesiacov pri 4 °C. Fermentácia mala za následok pokles koncentrácie tiamínu, B_6 a zvýšenie % relatívnej nutričnej hodnoty — využiteľnosť lyzínu, metionínu, tryptofánu, riboflavínu a B_{12} . Hodnota minerálnych látok (Mg, Zn, K), niacínu, folacínu a biotínu nebola fermentáciou ovplyvnená. Fermentácia kukuričného produktu rezultovala do zvýšenej využiteľnosti fosforu a železa a zníženia potenciálneho využitia vápnika.

3 Senzorické aspekty

Laktobacily a kvasinky našli uplatnenie aj pri hľadaní možností zlepšenia organoleptických vlastností mäsových, zeleninových a rybích produktov.

Míteva a kol. [44] zisťovali arómu a chuťový profil suchých salám spracovaných s lipolyticky aktívnymi kvasinkovými kultúrami. Použili údené a neúdené suché typy salám, vyrobené buď s prídavkom, buď bez prídavku kvasiniek *Candida utilis*. Číslo kyslosti bolo evidentne vyššie vo vzorkách s prídavkom kvasiniek, tiobarbiturové číslo nevykazovalo významný rozdiel medzi obidvooma typmi postupov. Vôňa bola lepšia v salámach vyrobených s kvasinkovými kultúrami, a to viac v údených ako v neúdených vzorkách.

Možnosti použitia kyseliny mliečnej pre marinovanie rýb na predĺženie ich skladovateľnosti sledoval Pipek a Česneková [45]. Modelové vzorky makrel boli marinované roztokom obsahujúcim buď kyselinu mliečnu, buď kyselinu octovú alebo zmes obidvoch kyselín. Použitie kyseliny mliečnej spôsobilo rýchlejšie odkyslenie roztoku ako prídavok kyseliny octovej, a to aj pri rovnakom počiatočnom pH. Vôňa produktov pri použití kyseliny mliečnej nebola uspokojivá. Na druhej strane pri kombinovaní kyseliny octovej a mliečnej získali marinády rovnakú alebo ešte lepšiu vôňu ako pri sólovom použití kyseliny octovej. Následné predĺženie konzervačného efektu možno docieľiť vyšším okyslením marinovaných rýb (synergický efekt dvoch konzervovadiel).

Kvalitatívne charakteristiky fermentovaného a okysleného zeleninového výrobku „okra“ sledoval Kotzekidou a Roukas [46]. Umyté vzorky, blanšírované 3 min, ochladené pri 20 °C boli buď fermentované, buď acidifikované pred

konzerváciou. Blanširované vzorky slúžili ako kontrola. Fermentácia sa uskutočnila pomocou komerčných kultúr *Lactobacillus cellobiosus*/24 h, keď pH výrobku kleslo pod 4,5. Okyslenie spočívalo v pridaní 0,25 % roztoku kyseliny citrónovej alebo mliečnej. Počas skladovania (0, 3, 6 a 9 mesiacov) sa hodnotila farba (Hunterlab), textúra, vôňa, vzhľad, prijateľnosť, pH, titračná kyslosť, kyselina askorbová. Z výsledkov vyplynulo, že fermentovaná „okra“ mala prijateľnú farbu, textúru a vôňu a bola menej mucilagenózna na povrchu ako acidifikovaná a kontrolná „okra“. Fermentovaná vzorka mala lepšiu štruktúru počas skladovania. Kyselina askorbová bola vo všetkých vzorkách vylúhovaná do nálevu.

Regae a kol. [47] sledovali senzorickú akosť strukovín pripravených mliečnou fermentáciou. Zmes šošovice a vody (1 : 3) s prídavkom cukru a soli bola inkubovaná 3 dni pri 32 °C. Z fermentovanej šošovice s prídavkom ryžového škrobu, vody, soli a bavlnikového oleja sa pripravili vyprážené šúľky na kukuričnom oleji pri 177 °C/15 s. Okrem nich sa pripravili strukovinové „salámy“ (mleté mäso, NaCl, korenie a 10—30 % strukovinej múčky). Šošovicová polievka sa pripravila z nefermentovanej šošovice, z fermentovanej šošovice a z ich zmesi (1 : 1) a pekárskej sódy; vo všetkých prípadoch sa pridala cibuľa, soľ a voda. Polievka sa varila 15 min, pridal sa „cumin“ a cesnak. Senzorické hodnotenie farby, konzistencie (10- až 40-členný panel) nepoukázalo na signifikantné rozdiely pri spracovaní (okrem konzistencie); nesignifikantné rozdiely sa pozorovali vo vône polievok. Autori prišli k záveru, že všetky tri fermentované šošovicové produkty poskytovali akceptovateľný zdroj potravín s vysokou nutričnou a senzorickou hodnotou.

Vplyv veľkosti mrkvy (kockovaná alebo strúhaná), prídavku soli (2—10 %), kvality vody (destilovaná alebo pitná), teploty fermentácie a aditív (0,1 % CaCl_2 , 1 % glukózy, 1 % fruktózy, 0,1 % kyseliny sorbovej) na priebeh fermentácie mrkvy (6 dní) sledoval Ramdas a Kulkarni [48]. Fermentačný produkt sa umyl, sparil (3 min), chladil, udržiaval v 2 % náleve obsahujúcom 1 % kyseliny octovej a pasterizoval. Počas 4-mesačného skladovania pri 20 °C sa urobili chemické a senzorické analýzy. Senzorické hodnotenie ukázalo, že produkt s 2 % nálevom bol najlepší vzhľadom na chuť, vôňu a konzistenciu. Produkt mal finálne pH 3,38 a kyslosť 0,78 % (kyselina mliečna). 60 % karotenoidov sa udržalo počas 4-mesačného skladovania pri izbovej teplote. Nenašli sa významné rozdiely pri použití veľkosti mrkvy, ani kvality vody. Pri 37 °C sa pH produktu rýchle znižovalo a vôňa bola neprijateľná. Prídavok 1 % bol z hľadiska kyslosti dobre porovnateľný s prídavkom 1 % glukózy. 1 % prídavok CaCl_2 vylepšil textúru, prídavok 0,1 % kyseliny sorbovej zaistil ochranu proti kvasinkám.

Vplyv kombinovaného efektu koncentrácie NaCl (2,6; 4,2; 5,8 %) na zachovanie pevnosti uhoriek fermentovaných (1 mes) a skladovaných (12 mes) s prídavkom CaCl_2 0,2 % sledoval Fleming a kol. [49]. Pevnosť sa nezvyšovala

úmerne so stúpajúcou koncentráciou soli; po fermentácii bez prídavku soli boli uhorky pevné, avšak v priebehu skladovania sa pevnosť znižovala (na 69 % celkove, 64 % pre mezokarp a 32 % pre endokarp). Prídavok CaCl_2 redukoval, ale neeliminoval jemnosť uhoriek. Výsledky naznačujú, že pevnosť uhoriek sa môže zachovať pri zníženej koncentrácii soli, nižšej ako je tradične používaná, na druhej strane však nižšia koncentrácia soli vyžaduje zvýšenú prevenciu pred možnou kontamináciou.

Vplyv fermentácie na senzorické charakteristiky zelených olív sledoval Balatsouras a kol. [50]. Prídavok kryštalickej glukózy do nálevu (13. a 77. deň od začiatku procesu) so súbežným pridaním štartovacej kultúry (*Lactobacillus* sp.) urýchlil fermentáciu. Okyslenie štartovacím inokulom poukázalo na malý alebo žiadny efekt tam, kde sa aplikovalo ošetrovanie tepelným šokom. Tento poznatok svedčí o tom, že olivy neobsahovali fenolické zložky v koncentráciách inhibujúcich rast laktobacilov. Ukázalo sa, že krátky tepelný šok vylepšuje textúru, farbu a ostatné senzorické parametre hotového produktu.

Zetelaki-Horváth a Andersson [51] skúmali senzorickú kvalitu zeleninových nápojov fermentovaných *L. plantarum* pri rôznych hodnotách pH. Červená repa, mrkva, červené korenie, chren a cibuľa sa zmixovala v pomere 47 : 20 : 20 : 8 : 5 a upravili na primerané pH kyselinou citrónovou; do zmesi sa pridal pektolytický enzým Rohament (2500 j. polygalakturonázy/mg); na fermentáciu okrem *L. plantarum* sa použili aj kmene *L. helveticus* alebo jeden z 3 štartovacích kultúr z kefiru, jogurtu alebo syra. Enzýmové ošetrovanie a fermentácia prebiehali súbežne pri 30 °C/22 h. Z výsledkov vyplynulo, že produkcia kyseliny mliečnej bola najvyššia pri pH 4,5 a 5,6, kým organoleptické vlastnosti sa najlepšie hodnotili v nápojoch fermentovaných pri nižšom pH (3,6 až 3,8).

V literatúre sa zoširoka rieši problém kazenia sa potravín a nápojov [52], pozitívnym aspektom fermentácie pomocou laktobacilov a kvasiniek z hľadiska konzervácie potravín v našich podmienkach nebola však doteraz venovaná dostatočná pozornosť, akú by si táto problematika právom zasluhovala. Veríme, že tento stručný prehľad novších dostupných poznatkov o mikrobiologických, nutričných a senzorických vlastnostiach fermentovaných potravín a ich výhodách nájde odraz v ich praktickom uplatnení v širšom meradle aj u nás.

Literatúra

1. BUN-SAM LIM, *Rev. Int. Ind. Biotechnol.*, 8, 1988, č. 6, s. 10.
2. NAKANO, T.—WATANABE, H.—HATA, M.—DUONG VAN QUAMIURA, T., *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 52, 1986, č. 9, s. 1581.
3. GIBBS, P. A., *Lecture Soc. Appl. Bacteriol., Symp. Ser.*, 1987, č. 16, s. 51.
4. REED, G., *Food Technol.*, 35, 1981, č. 1, s. 89.
5. PUSPITO, H.—FLEET, G. W., *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 22, 1985, č. 6, s. 442.
6. KJOS-HANSEN, B., *Norsk Veterinaertidskr.*, 98, 1986, č. 2, s. 121.
7. HASSAN, T. E.—HEATH, J. L., *Agric. Wastes*, 15, 1986, č. 1, s. 1.
8. ADAMS, M. R.—COOKE, R. D.—TWIDDY, D. R., *Int. J. Food Sci. Technol.*, 22, 1987, č. 2, s. 105.
9. CILLILAND, S. E., *Bacterial Starter Cultures for Foods. Concentrated Starter Cultures*. Boca Raton, CRC Press 1985, s. 146.
10. BUCHMÜLLER, J.—WEYERMANN, G., *Fleischwirtschaft*, 69, 1989, č. 7, s. 1079, 1082, 1144.
11. KISEVA, R.—DZHEVIZOV, S.—DANCHEV, S., *Lecture Proc. Eur. Meeting of Meeting of Meat Research Workers*, 1985, č. 31—32, s. 471.
12. CAHALAN, O. L.—GENIGEORGIS, C., *Lecture Proc., Eur. Meeting of Meat Research Workers*, 1986, č. 32, s. 263.
13. RACCACH, M., *J. Food Protection*, 47, 1984, č. 9, s. 670.
14. DEMEYER, D. I.—VERPLAETSE, A.—GISTELINEK, M., *Rev. Belg. J. Food Chem. Biotechnol.*, 41, 1986, č. 5, s. 131.
15. KATO, T.—KANIE, K.—SHIGA, I.—SATO, Y., *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, 59, 1985, č. 1, s. 11.
16. KATO, T.—MIZUKOSHI, D.—SHIGA, I.—SATO, Y., *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, 60, 1986, č. 3, s. 199.
17. RACCACH, M., *J. Food Sci.*, 51, 1986, č. 2, s. 520.
18. DINEVA, B.—MARKOV, E.—BRONKOVA, R., *Lecture Proc. Eur. Meeting of Meat Research Workers*, 1987, č. 33, s. 330.
19. TOMCOV, D.—OLUSKI, A., *Technol. Mesa*, 25, 1984, č. 12, s. 365.
20. RENERRE, M.—MONTEL, M. C., *Lecture Proc. Eur. Meeting of Meat Research Workers*, 1986, č. 2, s. 213.
21. HOLLE, J. F.—LAFRANCE, M.—JULIEN, J. P.—BROCHU, E.—CHAMPAGNE, C. P., *J. Food Sci.*, 54, 1989, č. 4, s. 839.
22. SUVE, A. N.—SHERKAR, A. T.—BHILEGAONKAR, K. N.—KARKARE, U. D., *Meat Sci.*, 29, 1991, č. 4, s. 309.
23. YU, S. L.—CHOU, C. C., *Food Sci. (China)*, 14, 1987, č. 3, s. 119.
24. IKENEBOMEH, M. J., *Diss. Abstr. Int.*, B, 43, 1983, č. 9, 2807 s.
25. ANTAI, S. P.—IBRAHIM, M. H., *J. Appl. Bacteriol.*, 61, 1986, č. 2, s. 145.
26. DIRAR, I. A.—HARPER, D. B.—COLLINS, M. A., *J. Sci. Food Agric.*, 36, 1985, č. 9, s. 881.
27. RAGAEI, S. M.—EL-BANNA, A. A.—DAMIR, A. A.—MESALLAM, A. S.—SAFWAT MOHAMED, M., *Microbiologie — Aliments — Nutrition*, 3, 1985, č. 2, s. 181.
28. ANDERSSON, R.—LUNBORG, C.—LUNDGREN, B.—AKESSON, I., *Sik Rapp.*, 1986, č. 539, 29 s.
29. *Eur. Pat. Appl.* 0 308 064 A1, 1989.
30. *GFR Pat. Appl.* 3 503 742 A1, 1986.

31. ČERNÁ, J., In: Zborník z Kongresu Čs. spol. mikrobiol., Č. Budějovice 1986, s. 6.
32. Černá, J.—HRABOVÁ, H., A0 174444, 1978.
33. VELASCO, J. O., Rev. Inst. de Laticinios Candido Tostes, 35, 1980, č. 209, s. 41.
34. ČERNÁ, J.—VÁŇA, V., Folia Microbiol., 27, 1982, s. 211.
35. JELÍNEK, J.—BŘEZINA, P.—MATHAUSEROVÁ, H.—ČERNÁ, J., Prům. Potravin, 35, 1984, č. 12, s. 651.
36. ROCZNIAK-CZARNOCKA, M. B.—ROCZNIAK, B.—DREWEK, Ż. a kol., Przem. Ferment. Owocowo-warzywny, 1981, č. 3, s. 23.
37. HOZOVÁ, B.—DRDÁK, M., In: Proc. EURO FOOD CHEM VI, Vol. 1, Hamburg 1990, Frankfurt a. M. 1991, s. 131.
38. HOZOVÁ, B.—ČERNÁ, J.—BÁTOROVÁ, R., Potr. Vědy, 9, 1991, č. 3, s. 211.
39. ITABASHI, M.—TAKAMURA, N., J. Jap. Soc. Food Sci. Technol., 32, 1985, č. 3, s. 208.
40. RAREDES, L. O.—HARRY, G. I., J. Food Sci., 54, 1989, č. 4, s. 968.
41. RAREDES, L. O.—HARRY G. I., CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 27, 1988, č. 3, s. 159.
42. DJURTOFF, R.—NIELSEN, J. P., J. Plant Foods, 5, 1983, s. 135.
43. TONGNUAL CHOMPREEDEA, P., Diss., Abstr. Int., B, 43, 1983, č. 12, 148 s.
44. MITEVA, E.—KIROVA, E.—GADJEVA, D.—RADEVA, M., Nahrung, 30, 1986, č. 8, s. 829.
45. PIPEK, P.—ČESNEKOVÁ, I., Sci. Papers Prague Inst. Chem. Technol., E 58, 1985, s. 51.
46. KOTZEKIDOU, P.—ROUKAS, T., Lebensm.-Wiss. Technol., 20, 1987, č. 6, s. 300.
47. RAGAEI, S. M.—EL-RANNA, A. A.—DAMIR, A. A.—MESALLAM, A. S.—MOHAMMED, M. S., Alexandria Sci. Exchange, 7, 1986, č. 1, s. 111.
48. RAMDAS, A. R.—KULKARNI, P. R., Ind. Food Packer, 41, 1987, č. 5, s. 40.
49. FLEMING, H. P.—McFEETERS, R. F.—THOMPSON, R. L., J. Food Sci., 52, 1987, č. 3, s. 653.
50. BALATSOURAS, G.—TSIBRI, A.—DALLES, T.—DOUSTIAS, G., Appl. Environ. Microbiol., 46, 1983, č. 1, s. 68.
51. ZETELAKI-HORVÁTH, J.—ANDERSSON, R., Acta Alim., 15, 1986, č. 4, s. 265.
52. ANDERSSON, R. E., Lebensm.-Wiss. Technol., 21, 1988, č. 1, s. 68.

Do redakcie došlo 5. 12. 1992

Effect of biopreservation on microbiological, biochemical, nutritional and organoleptic properties of foods

Summary

This contribution gives a literary survey of up-to-date attainable information from the field of food biopreservation. Microbiological, biochemical, nutritional and organoleptic aspects of lacto-fermentation of meat, meat products, vegetable and drinks abroad and in our country are discussed. Advantages of food preservation by natural way, that is by biotechnology, is taken into consideration and urgency of wider practical application is emphasized.

Влияние биоконсервирования на микробиологические, биохимические, питательные и сенсорические свойства пищевых продуктов

Резюме

Статья дает литературный обзор новейших знаний из области биоконсервирования пищевых продуктов. Анализируются микробиологические, биохимические, питательные и сенсорические аспекты лактоферментирования мяса, мясных продуктов, овощей и напитков за рубежом и у нас. Приводятся преимущества консервирования пищевых продуктов естественным путем — биотехнологическим и подчеркивается требование широкого практического применения.