

Systémy a látky inhibujúce rast a metabolismus mikroorganizmov v požívatinách

FRIDRICH GÖRNER - MÁRIA GREIFOVÁ

Súhrn. Na rast a metabolismus potravinársky relevantných mikroorganizmov pôsobí rad endogénnych a exogénnych faktorov.

Z endogénnych, vyplývajúcich z vlastností mikroorganizmov sa upozorňuje na: antagonizmus, kompetitívnosť, amensalizmus, antibiózu vyplývajúci z vlastností substrátu sa diskutujú jeho odlišné vlastnosti a zloženie, ako aj prívysoký obsah prírodných ochranných látok.

Z exogénnych faktorov sa upozorňuje na liečivá používané pri liečbe hospodárskych zvierat, ako aj na sanitačné látky slúžiace na zabezpečenie dobrého hygienického stavu v potravinárstve používaného náradia a zariadenia.

Systémy a látky inhibujúce rast a metabolismus mikroorganizmov

V potravinárskej technológii, ktorá využíva pozitívne fermentačné vlastnosti mikroorganizmov, je eminentný záujem pripraviť pre ich rast a metabolismus optimálne vnútorné a vonkajšie podmienky. Z tejto snahy vyplýva aj požiadavka poznať a odstraňovať podmienky a faktory, ktoré môžu naopak rast a optimálny metabolismus mikroorganizmov inhibovať.

Bežne známe postupy inhibície a devitalizácie mikroorganizmov v požívatinách sú: tepelné úpravy, chladenie a mrazenie, fyzikálna a chemická konzervácia, zahusťovanie a sušenie, údenie a i. O týchto procesoch sa podrobne hovorí v príslušných knižných publikáciách.

Prof. Ing. Dr. Fridrich Görner, DrSc., Ing. Mária Greifová, Katedra mlieka, tukov a hygieny požívatín, Chemickotechnologická fakulta STU, 812 37 Bratislava.

Vedľa týchto procesov sú nemenej významné, aj keď menej nápadné vplyvy a faktory, ktoré spôsobujú žiadúcu alebo nežiadúcu inhibíciu rastu a metabolizmu mikroorganizmov. Tieto sa delia na endogénne a exogénne:

- endogénne faktory
 - vyplývajúce z vlastností samotných mikroorganizmov
 - vyplývajúce z vlastností substrátu (požívatín)
- exogénne faktory
 - vyplývajúce z vonkajšieho prostredia substrátu

K endogénnym faktorom vyplývajúcich z vlastností samotných mikroorganizmov patria nasledovné antimikróbne účinné mechanizmy [1]:

- antagonizmus mikroorganizmov (všeobecné označenie pre všetky formy vzájomného negatívneho pôsobenia),
- kompetitívnosť mikroorganizmov (vzájomné negatívne ovplyvňovania dvoch alebo viacerých partnerov),
- amensalizmus mikroorganizmov (ovplyvňovanie jedného interakčného partnera tvorbou nešpecifických inhibičných látok, napr. organických kyselín),
- antibiόza mikroorganizmov (inhibícia partnera špecifickými inhibičnými látkami, napr. antibiotiká, bakteriocíny a i.).

K endogénnym faktorom vyplývajúcim z vlastností substrátu sa radia:

- od normálneho odlišné zloženie a vlastnosti substrátu (mlieko, mäso, zelenina, ovocie a i.),
- zvýšené množstvo obranných látok (imunoglobulíny, lyzozým, laktoferrín a i.).

K exogénnym faktorom patria [2]:

- na liečbu používané mikrobicídne farmaceutické výrobky (antibiotiká, chemoterapeutiká a i.),
- sanitačné látky a i.

Antimikróbne účinné mechanizmy

Významným faktorom vyplývajúcim z vlastností mikroorganizmov sú: organické kyseliny, ich kvalita a kvantita a nimi spôsobená pH-hod-

nota prostredia. Pri fermentácii substrátu baktériami mliečného kysnutia vzniká značné množstvo organických kyselín. Napríklad v mlieku 1,7 až 2,7 % kyseliny mliečnej podľa druhu baktérií mliečného kysnutia. Ich vplyvom sa mení titračná kyslosť, pH-hodnota a tlmivá schopnosť systému. Baktérie mliečného kysnutia produkujú výlučne nižšie masťné kyseliny, ktoré sú v kyslom prostredí málo disociované. Ich antimikróbny účinok nie je natolko závislý od nízkej pH-hodnoty prostredia, ako od samotnej mikrobicídnej málo disociovej molekuly kyseliny. Táto difunduje cez bunkovú membránu do bunky, v ktorej zníži pH-hodnotu a významne naruší jej metabolizmus, prípadne spôsobí až jej devitalizáciu. Vplyv toxicity molekuly nižších organických kyselín sa môže experimentálne dokázať, ak sa v určitom substráte (napr. mlieko) zníži kyslosť na pH-hodnotu 4,6 kyselinou mliečnou (vytvorenou fermentáciou) a v kontrolnom pokuse kyselinou chlór vodíkovou [3]. *Staphylococcus aureus* bol v prvom prípade inhibovaný a v druhom nie. Kyselina vínna a citrónová spôsobujú inhibíciu rastu až pri pH-hodnote 4,05 a nižšie, kyselina mliečna pri pH-hodnote 4,4 a kyselina octová a propiónová už pri pH-hodnote 5,5 až 5,4. Odolnosť mikroorganizmov voči nízkym pH-hodnotám a neionizovaným nižším organickým kyselinám je individuálna. Závisí od druhu, interakcií a synergistického pôsobenia obsahu soli, t.j. a_w -hodnoty, oxidačno-redukčného potenciálu (E_h), subletálneho poškodenia záhrevom alebo mrazom a i.

Pri fermentácii požívateľných mikroorganizmami môžu vznikať rôzne prchavé a neprchavé sekundárne metabolity. Môže to byť kyselina mravčia, kyselina octová, alkoholy, aldehydy, ketóny, dikarbónové zlúčeniny (diacetyl, acetoín) a i. Niektoré z nich môžu pôsobiť negatívne na rast a metabolizmus zúčastnených mikroorganizmov. Ich účinok závisí ako od pH-hodnoty prostredia, tak aj od prítomnosti živín a rastových faktorov v substráte. Vo všeobecnosti sú na tieto látky citlivejšie gramnegatívne baktérie. Dosahované individuálne koncentrácie týchto látok sú obyčajne pod prahom ich účinnosti na mikroorganizmy. V substráte však prichádza do úvahy kumulatívne pôsobenie s inými inhibičnými látkami s výsledkom inhibície.

Laktoperoxidázový systém surového mlieka taktiež vplyva na rast a metabolizmus mikroorganizmov [4]. Jeho inhibícia je založená na tvorbe komplexnej zlúčeniny z laktoperoxidázy prítomnej v surovom mlieku (asi 1 % obsahu srvátkových bielkovín) s pridaným hydrogénperoxidom (H_2O_2) a tiokyanátom ($-SCN$), pričom vzniká krátkotrvajúci

medziprodukt oxidácie hypotiokyanát (-OSCN) s bakteriostatickým a baktericídnym účinkom. Hypotiokyanát poškodzuje v bakteriálnej bunke svojím silným oxidačným účinkom vitálne enzýmy obsahujúce sulfhydrylové skupiny (-SH). Toto má za následok okamžité zabrzdenie až zastavenie respirácie a iných procesov látkovej premeny bakteriálnych buniek. V závislosti od vlastností bakteriálnej bunky sa tento účinok navonok manifestuje dočasným zastavením rastu (bakteriostatický účinok) alebo aj devitalizáciou (baktericídny účinok). Miestom pôsobenia prechodne vznikajúceho hypotiokyanátu je bunková stena baktérií. Preto sa oxidácia prejavuje odlišne pri gramnegatívnych baktériách, ktoré sú devitalizované, pri grampozitívnych dochádza iba k dočasnej inhibícii a na spóry pôsobí iba málo. Pre antibakteriálny účinok laktoperoxidázového systému v surovom mlieku je potrebná koncentrácia enzýmu laktoperoxidáza 0,5 až 1,0 mg.l⁻¹, čo je iba čiastka jej normálneho obsahu v surovom mlieku. Limitujúcimi sú obsahy tiokyanátu (-SCN) a hydrogén peroxidu (H₂O₂). Množstvo hydrogén peroxidu má byť ekvivalentné s množstvom tiokyanátu. Prirodzený obsah tiokyanátu v mlieku závisí od krmiva, jeho koncentráciu v mlieku zvyšujú rastliny rodov *Brassicae* a *Raphanasaee*. Silný mikrobicídny účinok sa dosahuje pri koncentrácii 0,2 až 0,25 mmol.l⁻¹, čomu zodpovedá asi 0,25 mmol.l⁻¹ H₂O₂, čo je 8,5 mg H₂O₂ .l⁻¹. Samotný hydrogén peroxid ako antimikróbne činidlo pri povolenej konzervácii napr. mliečnej srvátky, musí dosahovať koncentráciu 300 až 500 mg.l⁻¹.

Bakteriocíny sú heterogénnou skupinou antibioticky účinných látok [5, 6]. Ich chemická štruktúra je tvorená nízkomolekulárnymi proteínmi až komplexnými sacharidmi a lipidmi (v bunke sú vo forme častíc). Odlišujú sa svojou relatívnou molekulovou hmotnosťou, sedimentáciou, termorezistenciou a odolnosťou voči proteolytickému enzýmu trypsínu. Ich charakteristická účinnosť sa prejavuje skoro výlučne proti blízko príbuzným mikroorganizmom, napr. v rode *Lactobacillus*. Ich pomenovanie sa riadi najčastejšie podľa baktérií, ktoré ich produkujú. Schopnosť tvorby bakteriocínov je v bunke viazaná na plazmidy. Bakteriocídny účinok bakteriocínov je špecifický najmä proti grampozitívnym baktériám. Ich účinok sa v praxi prejavuje v antagonizme príbuzných baktérií vo viackmeňových kultúrach, čím môžu porušiť ich vzájomnú rovnováhu.

Nízín je polypeptidové antibiotikum produkované rôznymi kmeňmi rodu *Lactococcus* [7, 8]. Má pomerne úzke spektrum účinnosti voči

grampozitívnym baktériam. Bakteriostatický účinok sa prejavuje voči odlišným druhom pri koncentráciách 1,25 až 10 MJ nizinu.ml⁻¹, bakteriocídny účinok pri 10 až 100 MJ nizinu povolené v potravinárstve. Je vhodný na potlačanie klíčenia spór klostrídií v tavených syroch. V konzervárstve sa môže pridávať do hotových jedál a produktov, obsahujúcich veľa sporulujúcich baktérií, jeho obsah dovoľuje zníženie sterilizačných teplôt, čo je výhodné z hľadiska senzorickej akosti sterilizovaného jedla. Nizín nie je použiteľný na inhibíciu neskorého nadúvania prírodných syrov, lebo môže inhibovať baktérie potrebné na ich zrenie a naopak niektoré baktérie produkujú enzým nizinázu, ktorý rozkladá nizín.

Významným endogénnym faktorom vplývajúcim na rast a metabolizmus mikroorganizmov je oxidačno-redukčný potenciál (E_h) [9]. Je vlastný substrátu a ovplyvňuje ho pomer oxidujúcich a redukujúcich látok, ako aj parciálny tlak kyslíka v ňom. Mikroorganizmy ho svojím rastom a metabolizmom môžu meniť. Rast aeróbnych organizmov spotrebuje v substráte kyslík, v ich metabolizme môže vznikáť vodík a redukujúce látky, čo taktiež znižuje E_h prostredia. Podobný účinok sa môže dosiahnuť vákuovým balením alebo balením s obsahom ochranného plynu, napr. dusíka. Baktérie rastúce za prítomnosti kyslíka E_h -hodnotu substrátu znižujú, napr. druhy rodu *Lactococcus* na -120 mV. Podobne druhy rodu *Lactobacillus* znižujú E_h -hodnotu napr. vo vákuove balenej šunke natolko, že dochádza k inhibícii aeróbnych baktérií, napr. mikrokokov. Zvýšenie E_h -hodnoty sa môže uskutočniť prídavkom oxidačných látok, napr. dusičnanu draselného (údeniny, syry).

Intenzívny rast a metabolizmus mikroorganizmov môže v substráte spôsobiť vyčerpanie živín ako aj rastových faktorov. Napr. niektoré baktérie z rodu *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Acetobacter* a i. [10] rastú a metabolizujú úmerne k obsahu niektorých vitamínov skupiny B alebo aminokyselín, čo sa využíva na ich stanovenie. Takto vznikajú pozitívne ako aj negatívne interakcie. Známy je jav, že aminokyseliny vzniknuté štiepením mliečnych bielkovín podporujú v jogurtovej kultúre rast *Streptococcus thermophilus*, ktorý produkciou kyseliny mravčej stimuluje rast *Lactobacillus bulgaricus*. Z tejto symbiôzy vyplýva, že nedostatok voľných aminokyselín môže potlačiť rast a metabolizmus jogurtovej kultúry [11].

Na základe popisovaných všeobecných antimikróbnych mechanizmov môžu v požívatinách prebiehať rôzne, prakticky významné interak-

cie. *Enterobacteriaceae* (napr. koliformné baktérie) sú inaktivované nižšími organickými kyselinami. Preto nie sú vhodnými hygienickými indikátormi v kyslomliečnych produktoch a v iných kyslých požívatinách [3]. Naopak pri syrárskom spracovaní ultrafiltrátu mlieka (retentátu) s nízkym obsahom laktózy na mäkké syry, môžu pre malú produkciu kyseliny mliečnej rásť enteropatogénne *Escherichia coli* (pri ultrafiltrácii prechádza väčšina laktózy do filtrátu). Salmonely patriace taktiež do čelade *Enterobacteriaceae* sú na prítomnosť kyseliny mliečnej tiež citlivé. Dobre fermentované mliečne produkty, ako aj zrené údeniny nebývajú preto prameňom salmonelovej toxikoinfekcie. Ešte citlivejšie sú voči kyseline mliečnej stafylokoky. Sú ale dokázané stafylokokové intoxikácie po konzumácii syrov, ktoré boli vyrobené za pomoci nedostatočne prekysávajúcich kultúr baktérií mliečneho kysnutia.

Psychrotrófnе baktérie, menovite z rodu *Pseudomonas* sú tiež inhibované kyselinou mliečnou. Sú citlivé aj voči nízkym koncentráciám hydrogén peroxidu, čo sa v surovom mlieku účinne prejavuje vplyvom laktoperoxidázového komplexu [4].

Sporulujúce baktérie, menovite anaeróbne z rodu *Clostridium* sú inhibované v ich klíčení, raste alebo metabolizme oxidačnými látkami (dusičnan draselný, chlorečnan draselný, hydrogén peroxid a i.), ako aj zníženými a_v -hodnotami (zvýšeným solením), kyselinou mliečnou a antibioticky účinnými látkami (tavené syry, sterilizované hotové jedlá) [7].

Iné sú vzťahy medzi baktériami, plesňami a kvasinkami [12]. Tieto nie sú baktériami mliečneho kysnutia produkovanou kyselinou mliečnou inhibované. Naopak sú známe stabilné asociácie medzi baktériami a kvasinkami u kysnutých a kvasených mliečnych produktov kefír a kумы, ako aj u rastlinných produktov ako sú "kombucha", "čínska hubka" a i. Kyslomliečne produkty ako tvarohy, čerstvé syry, kyslé mlieka, ale aj produkty studenej kuchyne, podliehajú najčastejšie skaze spôsobenej kvasinkami a plesňami.

Probiotiká

V tejto súvislosti je vhodné spomenúť aj problematiku probiotík. Probiotiká sú podľa Fullerovej definície živé mikrobiálne potravinové a krmovinové suplementy, vyvíjajúce priaznivý účinok na zdravie hostiteľa, ktorý sa dostavuje úpravou ich črevnej mikroflóry [13]. Dôraz

sa kladie na živé probiotické mikroorganizmy. Myšlienka nie je celkom nová. Už začiatkom tohto storočia (1904 a 1907) publikoval ruský mikrobiológ, nositeľ Nobelovej ceny Mečnikov prácu, v ktorej vyslovuje názor, že obyvatelia Balkánu, konkrétne Bulhari, vďaka za svoju dlhovekosť pravidelnej konzumácii jogurtu z ovčieho mlieka [11]. Bezprostrednou príčinou mali byť baktérie jogurtovej kultúry *Bacillus bulgaricus*, kokovité baktérie a kvasinky. Tieto mali byť trvalo osídlené v čreve konzumentov a svojím metabolizmom mali inhibovať hnilobné baktérie produkujúce biogénne amíny, medzi inými kadaverín a putrescín, postupne otravujúce ľudský organizmus a skracujúce jeho život [11]. Neskôr, v tridsiatych rokoch navrhol Heneberg (1934) doplniť jogurtovú kultúru črevným mikroorganizmom *Lactobacillus acidophilus*. Vtedy sa už vedelo, že jogurtové baktérie neznášajú žlč, a preto sa obyčajne ani nedostanú do čreva, a ak áno, neusídli sa v ňom. Inhibíciu hnilobných baktérií v čreve obstarávajú iné črevné baktérie mliečneho kysnutia, ktoré sú tam trvalo osídlené: *Lactobacillus acidophilus*, ako aj bifidobaktérie (*Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*), na ktoré už v roku 1906 poukázal Tissier [11]. Tieto črevné baktérie produkujúce nižšie organické kyseliny, dobre znášajú žlč a sú preto schopné, pokiaľ túto vlastnosť pasážovaním v inom médiu nestratili, osídliť sa v čreve.

V súčasnosti sa za probiotické baktérie považujú: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecium*, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* a i. Je dokázané, že in vitro a u hospodárskych zvierat aj in vivo, majú antimikróbne vlastnosti voči choroboplodným baktériám ako: *Salmonella typhimurium*, *Clostridium difficile*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Shigella* sp. a i. Konzumácia alebo aplikácia probiotických baktérií je výhodná aj pri prevencii a liečbe dojčeneckých hnačiek, ako aj tzv. cestovateľských hnačiek a hnačiek spôsobených podávaním antibiotík. Pre dojčatá sa aj v bývalých závodoch Průmyslu dojčenecké výživy vyrábajú sušené mliečne produkty obsahujúce *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* a *Pediococcus acidilactici*, jedná sa o prípravky LAKTON a FEMILAKT.

V písomníctve sa taktiež nachádzajú údaje, že probiotické baktérie môžu brániť kolonizácii urogenitálneho traktu patogénnymi baktériami, ako *Gardenella vaginalis*, *Bacteroides bivius*, *Candida albicans* a *Chlamydia trachomatis*.

Mechanizmus účinku probiotických baktérií je založený na súťaživosti vzhľadom k živinám a adhezivite k živočíšnym orgánom (črevo), na produkcii organických kyselín, hydrogen peroxidu, bakteriocínov a dekonjugácii žlčových kyselín, ako aj na stimulácii imunitného systému. Probiotické baktérie musia mať schopnosť osídliť sa v čreve a prežívať v ňom. Adherencia na štruktúrach čрева alebo iných orgánov je najdôležitejšou podmienkou zotrvania, rastu a metabolizmu probiotických baktérií v živočíšnom organizme. Musia znášať konkurenciu iných, v organizme trvale udomácnených mikroorganizmov, ako aj rad vnútorných a vonkajších faktorov čрева a črevného obsahu.

V súčasnosti je najmä z odbytových dôvodov na trhu mliečnych produktov veľká propagácia probiotík. Nie je isté, či všetky skutočne spĺňajú na ne kladené požiadavky.

Nešpecifické a špecifické inhibičné látky

Na inhibíciu mikroorganizmov v požívatinách pôsobia aj faktory a vlastnosti ich samotných. Prichádzajú do úvahy nešpecifické a špecifické inhibičné látky vlastné napr. mlieku: somatické bunky (leukocyty), imunoglobulíny, laktotransferríny, mikrobicídne enzýmy (lyzozým a i.) a laktoperoxidázový komplex. K týmto, inhibične pôsobiacim látkam a systémom pristupuje ako inhibičný faktor aj nenormálne zloženie mlieka. Tento problém je známy dávno. Dôkazom sú napr. návody na výber mlieka pre výrobu kyslomliečnych produktov a syrov v starých knižných publikáciách o mlieku, jeho mikrobiológii a technologického spracovania [14,15]. Známy je inhibičný účinok mledziva, sami sme dokázali jeho vplyv až po zriedenie 1:10; pasterizáciou pri 63 °C za 30 min sa jeho účinok znížil iba nevýrazne. Inhibičný účinok mastitídneho mlieka sa prejavil do zriedenia 1:5, ani v tomto prípade sa účinok pasterizáciou významne nezmenil [16]. V týchto prípadoch má v mlieku významný inhibičný účinok enzým lyzozým. Nachádza sa v mlieku a v krvnom sére dojnic vo zvýšenom množstve v prípadoch ich latentnej alebo akútnej infekcie. Je syntetizovaný v mukóze respirátórneho a gastrointestinálneho traktu, ako aj mononukleárnymi fagocytami. Lyzozým je zložkou imunitného systému a zúčastňuje sa pri vytváraní antibakteriálneho prostredia v organizme dojnice [17]. Podobnými,

substrátu vlastnými antimikróbnymi faktormi sú laktoferrín a peroxid-katalázový komplex mlieka [18].

Mlieko nenormálneho zloženia, javiace inhibičný účinok na baktérie, môže vzniknúť prechodne v dôsledku odchýlného kŕmenia, najmä v prechodných obdobiach. Aj mlieko s privysokým obsahom voľných masných kyselín môže pôsobiť na mikroorganizmy inhibične. Tento jav má biologický alebo fyzikálny pôvod; zvýšený obsah lipolytických enzýmov v mlieku, otrasy mlieka pri doprave, čerpaní a pod. [19].

Exogénne faktory

Nie menej významnými sú exogénne faktory požívatín vplývajúce na ich antimikróbne vlastnosti. V tejto súvislosti spomenieme iba na liečbu používané mikrobicídne farmaceutické výrobky ako antibiotiká a chemoterapeutiká.

Z liečiv sa v poľnohospodárskej a veterinárnej praxi v mlieku a v mäse vyskytujú prevažne terapeuticky používané antibiotiká a chemoterapeutiká. Medzi nimi majú dominantné postavenie penicilíny. Aplikujú sa sólove a v zmesiach pod rôznymi obchodnými názvami. Prehľad o preparátoch použiteľných v praxi podáva tabuľka 1. Pritom sú možné zmeny v dôsledku uvoľnenia dovozu rôznych preparátov zo zahraničia. Dotýkajú sa však skôr zmien názvov a menej samotných účinných látok.

Veterinárni lekári používajú antibiotiká pri liečbe dojníc a iných hospodárskych zvierat. Aplikujú ich:

- a) infúziou do vemena pri liečbe jeho zápalového ochorenia,
- b) injekčne (intramuskulárne, intravenózne alebo subkutánne) pri liečbe iných chorôb,
- c) orálne pri liečbe chorôb ako kŕmne suplementy,
- d) v pôrodníctve na zabránenie rôznych infekcií.

Príslušné predpisy zakazujú odovzdávať poľnohospodárske produkty (mlieko, mäso) na verejné zásobovanie tak dlho, kým liečivo použité na liečbu možno dokázať v nadojenom mlieku alebo v mäse. Mlieko od dojníc liečených antibiotikami sa nesmie odovzdávať do mliekárenského závodu najmenej päť dní po skončení aplikácie liečiva, ak veterinárny lekár neurčí inak. Súčasne platí zákaz skrmovania kŕmnych zmesí s obsahom antibiotík.

Tabuľka 1. Antimikróbne látky používané na liečbu hospodárskych zvierat.
Table 1. Antimicrobial matters used for farm animals therapy.

SKUPINA ¹	ÚČINNÉ LÁTKY V SKUPINE ²
beta-laktámové ³	G-penicilín A-penicilín V-penicilín oxacilín kloxacilín semisynt.
aminoglykozidy ⁴	streptomycín neomycín kanamycín
tetracyklíny ⁵	tetracyklín chlórtetracyklín oxytetracyklín
makrolidy ⁶	erytromycín oleandomycín spiramycín
rôzne ⁷	novobiocín xantocilín chloramfenikol
chemoterapeutiká ⁸	

1 - Group, 2 - Efficacious matters in group, 3 - Beta-lactam, 4 - Aminoglycosides, 5 - Tetracyclins, 6 - Macrolides, 7 - Others, 8 - Chemotherapeutics.

V poľnohospodárskej praxi sa ale toto základné opatrenie z rôznych dôvodov niekedy nedodržiava, čo môže mať rad závažných následkov pri technologickom opracovaní a spracovaní najmä mlieka, ale aj pri konzumácii mlieka z hľadiska zdravia obyvateľstva.

V potravinárskej technológii, menovite v mliekárenskej, sa na fermentáciu mlieka, ale aj v mäsiarstve na zrenie neováraných údenín, používajú baktérie mliečneho kysnutia. Tieto sú voči antibiotikám podobne citlivé ako *Streptococcus agalactiae*, ktorý je najčastejším infekčným agensom spôsobujúcim zápalu vemien dojnic [20]. Je preto pochopiteľné, že mlieko s reziduálnym obsahom antibiotík použitých na liečbu vemien môže spôsobiť technologické problémy pri fermentácii mlieka až po výpadok výroby. *Streptococcus thermophilus*, ktorý je zložkou jogurtovej a termofilnej fermentácie, patrí medzi baktérie, ktoré sú voči antibiotikám najcitlivejšie. Už koncentrácia 0.01 MJ PNC.ml⁻¹ mlieka narušuje jeho rast a metabolické procesy a koncentrá-

cia 0,1 MJ PNC.ml⁻¹ v mlieku inhibuje aj menej citlivý *Lactobacillus bulgaricus*. Spomalenie kysnutia pri výrobe jogurtu spôsobilo už 0,0077 MJ PNC.ml⁻¹ [21]. Jogurt a od neho odvodené kyslomliečne prípravky sa dajú vyrobiť iba z mlieka zdravých dojníc, ktoré neobsahuje merateľné množstvá inhibičných látok, vrátane aj iných ako sú antibiotiká. Pri výrobe iných kyslých mliek, kyslých smotán, syrov a masla z kyslej smotany z mlieka obsahujúceho antibiotiká a iné inhibičné látky narúša ich prítomnosť zrecie procesy a chuťové vlastnosti produktu. Prejavuje sa nedostatočná tvorba diacetylu, nosnej arómovej látky mezofilných kultúr. V dôsledku zníženia antagonizmu medzi baktériami mliečneho kysnutia a kontaminačnou mikroflórou sa táto nadmerne rozmnožuje so všetkými chuťovými a inými chybami fermentovaného produktu. Kontaminačnú mikroflóru, napr. koliformné baktérie, hodnotia negatívne aj kontrolné orgány. Obsah už 0,1 MJ PNC.ml⁻¹ v mlieku na výrobu syrov s nízko dohrievanou syreninou (holandský typ) spôsobil spomalenie odkvapkávania syreniny, čo malo za následok nedosiahnutie predpísanej sušiny a koliformné baktérie sa rozmnožili až 125 násobne oproti kontrole s bezchybným mliekom. Zhoršili sa aj chuťové vlastnosti syrov. Významné rozdiely boli pozorované aj na dierovaní syrov [22].

Podľa našich zistení bol v troch zberných rajónoch mliekárenských závodov na Slovensku obsah antibiotík v mlieku takýto: V individuálnych mliekach a v zmiešanom mlieku bola dokázaná prítomnosť inhibičných látok, o ktorých sa podľa použitej metódy dalo predpokladať, že išlo o antibiotiká. Konkrétne v zbernej oblasti jedného závodu [24] bolo medzi 192 vyšetrenými vzorkami až 37,8 % jednoznačne pozitívnych. O rok neskôr, po sprísnení dohľadu nad dodržiavaním karenčnej lehoty na odovzdávanie mlieka na verejné zásobovanie po liečbe dojníc antibiotikami, bolo v zbernom rajóne iného závodu vyšetrených 210 vzoriek zmiešaného mlieka, z ktorých bolo 7,6 % jednoznačne pozitívnych [23]. O ďalší rok bolo zo zberného rajónu iného závodu vyšetrených 1280 vzoriek zmiešaného mlieka, pričom bolo už iba 3,3 % jednoznačne pozitívnych [16]. Pri všetkých týchto vyšetreniach sa použila metóda s testovacím organizmom *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis* - C 953 postupom podľa ČSN. Za jednoznačné sa pokladali iba tie výsledky, ktoré sa získali pri vzorkách tvoriacich zónu najmenej 2 mm pri priemere disku 12 mm. Pri poslednom vyšetrení tvorilo zónu 2 mm 2 % vzoriek, zónu 3 mm 0,7 %, zónu 4 mm 0,4 %, zónu 5 mm

0,16 % a zónu 6 mm 0,08 % vzoriek. Pre porovnanie s našimi nálezmi môže slúžiť údaj [25] z bývalého Západného Nemecka, podľa ktorého v šesťdesiatych rokoch bola vo vyšetrených stádových vzorkách mliek dokázaná prítomnosť antibiotík v 1,0 až 3,0 %. Koncom sedemdesiatych rokov, po zavedení systematickej úradnej kontroly, sa počet pozitívnych stádových vzoriek znížil na 0,6 až 0,1 %. Analýzy a hodnotenie ich výsledkov boli zhodné s našim postupom.

Literatúra

1. ASPERGER, H.: *Milchwirtschaftliche Berichte*, 94, 1988, s. 1.
2. GÖRNER, F.: *Bull. PV*, 26, (1), 1987, s. 1.
3. GÖRNER, F. - ŠIMKOVICOVÁ, H.: *Čsl. Hyg.*, 24, (2), 1979, s. 69.
4. GÖRNER, F. - ANTAL, M.: *Bull. PV*, 26, (2), 1987, s. 159.
5. KANDLER, O. - WEISS, N.: *Genus Lactobacillus*. In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Wiliam & Wilkins, Baltimore/London 1986, s. 1208.
6. SAMEK, Z. - BURIAN, J. - SAXA, V.: *Bull. PV*, 28, (1-2), 1989, s. 91.
7. GÖRNER, F. - ŠIMKOVICOVÁ, H.: *Prům. potr.*, 12, 1961, s. 570.
8. GÖRNER, F. - KABÁTOVÁ, L.: *Prům. potr.*, 14, 1963, s. 549.
9. BETINA, V. - NEMEC, P.: *Všeobecná mikrobiológia*, Bratislava, ALFA, 1977, 477 s.
10. STROHECKER, R. - HENNING, H. M.: *Microbial determination of vitamins*, Darmstadt, E. Merck, 1963, s. 28.
11. RAŠIC, J. L. - KURMANN, J. A.: *Yogurt*. Technical Publishing Hause, Copenhagen, 1978, s. 466.
12. BEUCHAT, L. R.: *Food and Beverage mycology*, AVI Publishing Co. Westport, 1978, s. 342.
13. O'SULLIVAN, M. G. a kol.: *Trends in Food Sci. and Technol.*, 3, 1992, s. 309.
14. FLEISCHMAN, W.: *Lehrbuch der Milchwirtschaft*, Berlin, Paul Parey Verlag, 1915, s. 597.
15. WOLF, A.: *Molkereibakteriologische Betriebskontrolle*, Berlin, Paul Parey Verlag, 1914, s. 118.
16. HALGAŠ, R.: *Zistenie inhibičných látok v mlieku*, Diplomová práca, Bratislava, 1985, CHTF - SVŠT.
17. PAULÍK, Š. a kol.: *Vet. Med.*, 30, 1985, s. 21.
18. SCHIFFMANN, A. P. a kol.: *Milchwissenschaft*, 47, (11), 1992, s. 712.
19. FONDÉN, R.: *Bull. IDF*, 283, 1993, s. 13.
20. MINOR, L. Le.: *Genus Salmonella*. In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Wiliam & Wilkins, Baltimore/London, 1984, s. 427.
21. LOMBAI, G. a kol.: *Magyar Áo. Lapja*, 37, 1982, s. 75.
22. SUCHOCKENE, J. J. a kol.: *Moloč. Prom.*, 12, 1984, s. 8.
23. SÁNDOROVÁ, O.: *Bacillus stearothermophilus ako testorganizmus inhibičných látok*, Diplomová práca, Bratislava, 1984, CHTF - SVŠT.
24. MURKOVÁ - TEHLÁROVÁ, D.: *Inhibičné látky mlieka*, Diplomová práca, Bratislava, 1983, CHTF - SVŠT.
25. HEESCHEN, W. H.: *Bull. IDF*, 83, 1993, s. 3.

Do redakcie došlo 19.12.1993.

Systems and substances inhibiting a growth and metabelism of microorganisms in food stuffs

Summary

Growth and metabolism of relevant food microorganisms is affected by a number of both endogenic and exogenic factors. Among endogenic factors resulting from the properties of microorganisms, attention is drawn to : antagonism, competitiveness, amesalism, antibiosis.

Among endogenic factors resulting from the properties of substrate, its various properties and composition along with too high levels of natural protective substances is discussed.

As to exogenic factors, attention is called to medicaments used for a treatment of farm animals as well as to sanitary agents serving for the assurance of good hygienic conditions of used instruments, tools and facilities employed in food industry.