

Pro *in vitro* modelaci stravitelnosti sýrů bylo použito kombinované enzymatické hydrolýzy *pepsinem* a *pankreatinem*. Současně s analýzou stravitelnosti byla stanovena hodnota sušiny a obsah popele v % (8,11). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 3. Výsledky stravitelnosti jsou uvedeny v tabulce 4, v hodnotách stravitelnosti sušiny (DMD) a organické hmoty (OMD) vyjádřené opět v %. Pro měření stravitelnosti bylo vybráno osm zástupců sýrů, které reprezentují nejběžnější konzumované typy sýrů v České republice: Goldenburg, Eidam, Niva, Lučina, Vltavín, Hermelín, Gervais a Tvaroh. Pro gravimetrické stanovení stravitelnosti sýrů v zažívacím traktu způsobem *in vitro* pomocí kombinované hydrolýzy *pepsinem* a *pankreatinem* bylo obecně potvrzeno, že sýry jsou pro lidský organizmus dobře stravitelné. Při kombinované enzymatické hydrolýze byla stravitelnost všech sýrů prakticky 100 %. Je nutno připomenout, že všechny analyzované sýry byly skladovány před vlastní analýzou jen dva dny a doba jejich min. trvanlivosti nebyla delší než 1 týden. Stravitelnost závisí i na stupni zralosti sýra. Pokud bychom chtěli porovnat stravitelnost sýrů s jinými potravinami, museli bychom dodržet stejné podmínky metodiky. Nicméně, mnoho autorů se ve svých studiích zabývá stravitelností různých druhů potravin^(12,13). Například Abdel-Aal⁽¹¹⁾ ve své studii analyzuje stravitelnost proteinů pekárenských výrobků z pšenice špaldy, kdy udává hodnoty stravitelnosti v rozsahu od 36 do 66 %, Mokrane⁽¹⁴⁾ udává stravitelnost čiroku *pepsinem* do 65 %, jsou studovány vlivy tepelných úprav na stravitelnost luštěnin, dále pak na rýži s rozdílným obsahem amylozy apod.⁽¹⁵⁾, kdy se hodnoty stravitelnosti škrobu a proteinů rýže pohybují v rozmezí 25 až 75 %.

Závěr

V této práci byly použity dvě analytické metody. První metodou byla RP-HPLC, kterou byly stanoveny jednotlivé vitaminy skupiny B v sýrech, které byly vyrobeny na území České republiky nebo jsou zde často konzumovány. K izolaci vitaminů bylo použito enzymatické hydrolýzy pomocí směsného enzymatického preparátu *clara-diaštázy*. Obsah vitamínu B₃ a B₅ byl téměř dvojnásobně vyšší než je uváděno v literatuře, naopak obsah vitamínu B₆ byl nižší (9,10). Dále byla technikou *in-vitro* zjišťována stravitelnost sýrů pomocí gravimetrické analýzy v inkubátoru Daisy. Výsledky stravitelnosti byly vyjádřeny v hodnotách stravitelnosti sušiny (DMD) a organické hmoty vzorku (OMD). Ke zjištění stravitelnosti bylo využito enzymatické hydrolýzy vzorků *pepsinem* a *pankreatinem*. Bylo zjištěno, že stravitelnost sýrů je až 100 %.

Literatura

1. HERRERO-BARBUDO, M.C., GRANADO-LORENCIO, F., BLANCO-NAVARRO, I., OLMEDILLA-ALONSO, B. (2005). Retinol, α - and γ -tocopherol and carotenoids in natural and vitamin A- and E-fortified dairy products commercialized in Spain. *International Dairy Journal*, 15, p. 521-526.
2. LUCAS, A., ROCK, E., CHAMBA, J.F., VERDIER-METZ, I., BRACHET, P., COULON, J.B. (2006). Respective effects of milk composition and the cheese-making process on cheese compositional variability in components of nutritional interest. *Lait*, 86, p. 21-41.

3. KOSSEVA, M.R., PANESAR, P.S., KAUR, G., KENNEDY, J.F. (2009). Use of immobilized biocatalysts in the processing of cheese whey. *International Journal of Biological Macromolecules*, 45, p. 437-447.
4. WOOLLARD, D.C., INDYK, H.E., CHRISTIANSEN, S.K. (2000). The analysis of pantothenic acid in milk and infant formulas by HPLC. *Food Chemistry*, 69, p. 201-208.
5. UBALDI, A., SERVENTI, P., DELBONO, G. (2006). Determination of vitamin E levels in aged cheeses. *Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma*, 26, p. 137-144.
6. LI, H.B., CHEN, F. (2001). Simultaneous determination of nine water-soluble vitamins in pharmaceutical preparations by high-performance liquid chromatography with diode array detection. *Journal of Separation Science*, 24, p. 271-274.
7. MIŠURCOVÁ, L. Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve Výživě člověka, Dizertační práce, UTB ve Zlíně, 2008.
8. COMBS, G.F. (1992) *The Vitamins - Fundamental aspect in nutrition and health*, California: Academic Press, USA, ISBN 0-12-183492-1.
9. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. (2010). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*, Release 22. Nutrient data laboratory home page: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
10. ABDEL-AAL, E.S.M. (2008) Effect of baking on protein digestibility of organic spelt products determined by two *in vitro* digestion methods. *LWT*, 41, p. 1282-1288.
11. SHIM, S.M., CHOI, M.H., PARK, S.H., GU, Y.U., OH, J.M., KIM, S., KIM, H.Y., KIM, G.H., LEE, Y. (2010) Assessing the digestibility of genetically modified soybean: Physiologically based *in vitro* digestion and fermentation model. *Food Research International*, 43, p. 40-45.
12. SANTÉ-LHOUTELLIER, V., ENGEL, E., AUBRY, L., GATELLIER, P. (2008) Effect of animal (lamb) diet and meat storage on myofibrillar protein oxidation and *in vitro* digestibility. *Meat Science*, 79, p. 777-783.
13. MOKRANE, H., AMOURA, H., BELHANECH-BENSEMRA, N., COURTIN, C.H.M., DELCOUR, J.A., NADJEMI, B. (2010) Assessment of Algerian sorghum protein quality (Sorghum bicolor L. Moench) using amino acid analysis and *in vitro* pepsin digestibility. *Food Chemistry*, 121, p. 919-923.
14. SAGUM, R., ARCOT, J. (2000) Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and *in vitro* starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylase. *Food Chemistry*, 70, p. 107-111.

Přijato do tisku 11. 6. 2010

Lektorováno 7. 7. 2010

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MIKROFLÓRU TAVENÝCH SÝRŮ

Leona Buňková¹, František Buňka², Iva Doležálková¹

¹ Ústav technologie tuků tenzidů a kosmetiky,

Fakulta technologická, UTB ve Zlíně

² Ústav technologie a mikrobiologie potravin,

Fakulta technologická, UTB ve Zlíně

Factors influencing processed cheese microflora

Souhrn

Proces výroby tavených sýrů je z hlediska používaných tavicích teplot (a pH výrobku) možno považovat za "pasteraci sýra". Mezi faktory ovlivňující trvanlivost a jakost tavených sýrů patří zejména mikrobiologická kvalita použité vstupní suroviny, důsledné dodržování

hygienických podmínek během výrobního procesu, dále pak druh obalových materiálů a způsob (podmínky) skladování. Jakost tavených sýrů je závislá nejen na použitých ingrediencích, ale i na dalších parametrech, jako je hodnota vodní aktivity taveného sýra, jeho pH, přítomnost solí a emulgačních látek nebo množství tuku ve výrobku.

Klíčová slova: tavené sýry, mikroflora, vnější faktory, vodní aktivita, látky s emulgačními účinky, obsah tuku

Summary

Regarding the melting temperatures used (and pH of the product), the course of processed cheese production can be considered "pasteurization of cheese". Factors affecting the shelf-life and quality of processed cheeses include the microbiological quality of the raw material used, strict compliance with hygienic conditions during production and the quality of wrapping materials and storage conditions. The quality of processed cheese is also influenced by other parameters, such as the value of water activity of the product, its pH, the presence of salts and emulsifying agents, or the content of fat.

Keywords: processed cheese, microflora, external factors, water activity, matters with emulsifier effect, fat content

1. Úvod

Inhibice nežádoucí mikroflóry v potravinách může být dosaženo fyzikálními metodami (např. zvýšením nebo snížením teploty, snížením vodní aktivity prostředí) nebo aplikací látek, které vykazují antimikrobní vlastnosti. Látky schopné potlačit růst mikroorganismů patří v potravinářství k jedné z nejdůležitějších skupin přídatných látek. Kromě látek s antimikrobními vlastnostmi se mezi potravinářská aditiva řadí i látky, které zlepšují nutriční vlastnosti potravin, barvu, vůni, texturu a látky pomocné (Davidson et al., 2005).

2. Vliv vodní aktivity

Dostupnost vody je pro růst a množení mikroorganismů jednou z nejzákladnějších podmínek a lze ji vyjádřit pomocí hodnoty vodní aktivity (a_w). Většina mikroorganismů podílejících se na kažení potravin vyžaduje prostředí s vodní aktivitou vyšší než 0,91, plísně jsou schopny růst dokonce i při $a_w = 0,80$. Bakterie, zejména pak gramnegativní, jsou poměrně náročné na vodní aktivitu prostředí a vyžadují pro svůj růst vyšší hodnoty vodní aktivity než eukaryotické mikromycety a kvasinky. Nízké hodnoty vodní aktivity prostředí prodlužují lag fázi a snižují růstovou rychlost a hustotu bakteriální suspenze. Proti osmotickému stresu se mikroorganismy brání intracelulární akumulací vhodných rozpuštěných látek, jako jsou např. K^+ ionty, glutamát, glutamin, prolin, kyselina γ -aminomáselná, betain, sacharóza a další (Jay, 2000).

Vodní aktivita a_w v tavených sýrech se obvykle pohybuje v rozmezí 0,91-0,96. Tyto hodnoty vodní aktivity jsou vhodné pro zamezení růstu některých kmenů *C. botulinum* a pro prevenci produkce jejich toxinu. Proteolytické kmeny *C. botulinum* pro svůj růst vyžadují hodnoty $a_w > 0,935$, při nižších hodnotách je růst těchto bakterií potlačen. Podobně je tomu i u neproteolytických kmenů, pro které je mezní hodnotou vodní aktivity $a_w = 0,970$ (ter Steeg et al., 1995). Při vodní aktivitě sýrů nižší než 0,944, nebyla zjištěna produkce toxinu, zatímco při $a_w > 0,957$ byla přítomnost toxinu detekována. Bylo zjištěno, že pokud se hodnoty vodní aktivity pohybují v rozmezí 0,944 a 0,957, závisí přítomnost *C. botulinum* a jeho produkce toxinu na vlastnostech výrobku, konkrétně na obsahu sušiny, koncentraci NaCl, pH a obsahu hydrogenfosforečnanu sodného. Důležitou roli v kontrole růstu této patogenní bakterie tedy hraje přítomnost ingrediencí snižujících vodní aktivitu a další faktory prostředí, jako je pH, teplota, koncentrace solí a látek s antimikrobní aktivitou (Glass & Doyle, 2005).

3. Vliv pH

Většina mikroorganismů se nejlépe rozmnožuje při pH kolem neutrálního bodu (pH 6,6-7,5), jen malá část mikroorganismů je schopna růst při pH pod 4,0. Tavené sýry mají pH v rozmezí 5,6 - 6,0, což umožňuje růst mnohým mikroorganismům (Glass & Doyle, 2005). Inhibiční působení nízkých hodnot pH je dáno ovlivněním funkce respiračních enzymů mikrobiálních buněk a narušením transportu živin do buňky. Rezistence k pH závisí na typu použité látky snižující pH. Ke snížení pH v potravinách často přispívají monokarboxylové kyseliny, účinek těchto kyselin jako antimikrobních látek závisí na stupni jejich disociace při daném pH (Jay, 2000).

Minimální pH, při kterém jsou schopny růst bakterie *Clostridium botulinum*, je pro proteolytické kmeny v rozmezí pH 4,6 - 4,8, neproteolytické kmeny *C. botulinum* vyžadují hodnoty pH vyšší než 5,0. Studie zabývající se inhibičním působením kyselin na *C. botulinum in vitro* prokázaly, že účinnost kyselin klesá v pořadí kyselina octová > kyselina mléčná > kyselina citronová nebo HCl (Johnson et al., 1990).

Produkcí botulotoxinu lze předcházet přítomností některých organických kyselin a jejich solí. Účinným inhibitorem tvorby tohoto toxinu je např. kyselina mléčná (ter Steeg et al., 1995). Sodné a draselné soli této kyseliny zabraňují produkci toxinu, a to i bez snížení pH. Přídavek 1,5% mléčnanu sodného významně snižuje produkci botulotoxinu v tavených sýrech ve srovnání s výrobky bez přídavku mléčnanu (Glass & Johnson, 2004a).

4. Vliv látek s emulgačními účinky

Mezi nejčastěji používané látky s emulgačními účinky lze zařadit fosforečnany, polyfosforečnany nebo citrany. Kromě těchto látek lze do tavených sýrů přidat také skutečné emulgátory (povrchově aktivní látky), jako jsou např. monoacylglyceroly (Buňka et al., 2009).

4.1. Emulgátory

Při výrobě tavených sýrů lze jako emulgátory použít monoacylglyceroly. Emulgační schopnost nasycených 1-monoacylglycerolů (MAG) závisí na typu mastné kyseliny, zvyšuje se s rostoucím počtem uhlíků v řetězci mastné kyseliny (Faur, 1996; Moonen & Bas, 2004). Pokud byly do modelových vzorků tavených sýrů přidány vybrané 1-monoacylglyceroly v koncentraci 0,25 %, bylo zjištěno, že s rostoucím počtem uhlíků v esterově vázané mastné kyselině MAG narůstá tuhost těchto produktů a klesá jejich roztržitelnost (Buňka et al., 2007).

Počet atomů uhlíku a přítomnost dvojných vazeb v řetězci mastných kyselin ovlivňují celou řadu funkčních vlastností těchto látek, v neposlední řadě i jejich antimikrobiální aktivitu (Kabara et al., 1972; Thormar & Hilmasson, 2007). Tyto látky mohou inhibovat růst vegetativních forem patogenních bakterií, virů (Thormar & Hilmasson, 2007), sporulujících bakterií (Mansour et al., 1999; Skřivanová et al., 2006) nebo kvasinek a mikromycet (Bergsson et al., 2001; Buňková et al., 2010).

Vzhledem k lipofilnímu charakteru mastných kyselin a monoacylglycerolů je primárním cílem jejich ataku cytoplazmatická (biologická) membrána buněk. Mechanismus inhibičního působení mastných kyselin a jejich derivátů na bakterie není doposud přesně znám, bylo však navrženo několik hypotéz. Podle některých autorů způsobují porušení biomembrány jako permeabilní bariéry a inhibují transport aminokyselin do buňky (Dufour et al., 2007; Thormar & Hilmasson, 2007). Již mikromolární koncentrace mohou ovlivnit aktivitu důležitých enzymů v buněčné membráně. Další z hypotéz se opírá o průnik mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem do bakteriálních buněk v nedisociované formě a jejich disociaci uvnitř buněk, což způsobí okyselení buněčného obsahu. Snížené hodnoty vnitrobuněčného pH vedou k narušení činnosti intracelulárních enzymů a k jejich inaktivaci (Nair et al., 2005). Antimikrobiální aktivita monoacylglycerolů je ovlivněna složením potravin a jejich vlastnostmi. Ke zlepšení účinků monoacylglycerolů přispívá působení teplot (Dufour et al., 2007), kyselin (Robach et al., 1981) nebo chelatačních činidel (Brannen & Davidson, 2004).

Určité složky potravin (např. cholesterol, škroby, sérový albumin nebo fosfolipidy) však mohou s těmito látkami reagovat a tak snížit jejich antimikrobiální účinky na kontaminující mikroorganismy. Nevýhodou některých monoacylglycerolů, zejména pak těch s menším počtem uhlíků v esterově vázané mastné kyselině (obecně do 12), jsou změny organoleptických vlastností potravin, ke kterým v důsledku přítomnosti těchto látek může docházet, a jejich použití v některých potravinách je tedy nevhodné (Davidson et al., 2005; Buňka et al., 2007; Dufour et al., 2007).

4.2. Látky s emulgačními účinky

Mezi nejčastěji používané látky s emulgačními účinky při výrobě sýrů patří především fosforečnany. Jejich účinek je spojen především s úpravou podmínek prostředí, kde mohou způsobit změnu pH nebo iontové síly roztoku. Ve formě sod-

ných solí se fosforečnany a polyfosforečnany používají jako tavicí soli, které zajišťují (obvykle v koncentraci 2 - 3 %) jemnou a homogenní strukturu taveného sýru bez separace vody, tuku a proteinů (Carić et al., 1985; Buňka & Buňková, 2009). Fosforečnany mají při výrobě tavených sýrů funkci tzv. emulgujících činidel upravujících prostředí tak, aby přítomné kaseiny mohly uplatnit své vlastnosti emulgátorů. Toho je dosaženo zejména odštěpením vápníku z kyselých aminokyselin a fosfoserylových zbytků proteinové matrice, a dále prostřednictvím peptizace, hydratace a bobtnání bílkovin nebo emulgace tuků (Guinee et al., 2004). Schopnost chelatace kationtů se uplatňuje i při výrobě tavených sýrů, kdy jsou vápenaté ionty od kaseinů přitahovány k fosforečnanům vyššími elektrostatickými silami a naopak na kasein se váží sodné ionty (Molins, 1991; Guinee et al., 2004). Chelatace je ovlivněna např. počtem monomerů v molekule (s rostoucím počtem fosforečnanů roste afinita ke kationtům), konkrétním kationtem kovu, teplotou, pH apod. Kromě již zmíněných vlastností mají fosforečnany schopnost vázat vodu a také mohou ovlivnit tvorbu gelu nebo inhibičně působit na růst mikroorganismů (Molins, 1991; Buňka et al., 2009).

Antimikrobiální účinky fosforečnanů jsou popisovány především u grampozitivních bakterií, některých mikromycet a kvasinek (Knabel et al., 1991; Zaika & Kim, 1993; Lee et al., 1994a; Loessner et al., 1997; Suarez et al., 2005, 2007; Buňková et al., 2008). Inhibiční působení fosforečnanů na gramnegativní bakterie bývají v literatuře popisovány zřídka. V laboratorních podmínkách byl zjištěn inhibiční efekt na *Aeromonas hydrophila* (Velazquez et al., 2001).

Pokud jde o inhibici růstu grampozitivních bakterií, je inhibiční efekt fosforečnanů závislý na délce jejich řetězce (kondenzačním stupni). Účinek fosforečnanů s delšími řetězci je výraznější než inhibiční účinek fosforečnanů s kratšími řetězci. Antimikrobiální působení je dále ovlivněno i teplotou a hodnotou pH prostředí (vyšší citlivost při pH > 7,4), počáteční populací mikroorganismů nebo přidáním iontů kovů (Jen & Shelef, 1986; Lee et al., 1994a; Zaika et al., 1997; Maier et al., 1999). Polyfosforečnany s dlouhým řetězcem mají vysokou afinitu k dvojmocným iontům kovů (Ca^{2+} a Mg^{2+}), které snadno váží. Tyto ionty jsou esenciální pro udržení integrity buněčné stěny grampozitivních bakterií, jelikož vytvářejí příčné můstky mezi molekulami teichoových kyselin v buněčné stěně (Lee et al., 1994b). Vazba dvojmocných iontů se může také projevit tak, že tyto ionty jsou nedostupné pro některé nezbytné fyziologické procesy růstu. Odštěpení výše zmíněných iontů pak má za následek baktericidní nebo bakteriolytický efekt (Lee et al., 1994b; Maier et al., 1999). Schopnost polyfosforečnanů inhibovat mikroorganismy je oslabena přidáním polyvalentních iontů kovů do kultivačního média (Jen & Shelef, 1986; Lee et al., 1994b; Zaika et al., 1997; Maier et al., 1999).

Pokud jsou účinkům polyfosforečnanů vystaveny sporující bakterie, dochází k potlačení procesu germinace spor. (Eckner et al., 1994; Loessner et al., 1997; Maier et al., 1999; Varga, 2005; Borch & Lycken, 2007). Účinky něko-

lika typů polyfosforečnanů byly zkoumány na růst vegetativních buněk *Clostridium perfringens* izolovaných z kontaminovaných potravin. Bylo zjištěno, že požadované koncentrace polyfosforečnanů, které inhibují růst *C. perfringens*, jsou vyšší než u jiných bakterií. Avšak i subletální koncentrace polyfosforečnanů snižovaly schopnost sporulace této bakterie (Akhtar et al., 2008). Ortofosforečnany a polyfosforečnany mohou inhibovat růst a produkci toxinů *C. botulinum* sekvestrací kovů, zejména hořečnatých a vápenatých iontů (Glass & Doyle, 2005). Při aplikaci polyfosforečnanů na buňky *Bacillus cereus* v exponenciální fázi růstu byly pozorovány změny morfologie těchto buněk, což se projevilo lyzí buněk a neschopností tvorby septa při dělení. Subletální koncentrace polyfosforečnanů způsobují u této bakterie výrazné prodloužení délky jejich buněk, které mohou mít až tvar vláken (Maier et al., 1999).

Kromě sledování vlivu polyfosforečnanů na mikroorganismy v laboratorních podmínkách byly také studovány jejich účinky na mikroorganismy v reálných potravinách. Suarez et al. (2005) studovali inhibiční účinky komerčních fosforečnanů na izoláty mikromycet z potravinářských provozů a dospěli k závěru, že citlivost mikromycet k fosforečnanům je druhově specifická a úzce závislá na délce polyfosforečnanového řetězce. Molins et al. (1985) se zabývali přítomností *Clostridium sporogenes* ve skladovaných masných výrobcích. Zjistili, že přidavkem fosforečnanů lze počet těchto bakterií výrazně snížit.

Bylo rovněž zjištěno, že polyfosforečnany jsou účinným inhibičním agens vůči mikroorganismům podílejících se na kažení mléčných potravin, zejména pak roztíratelných sýrových výrobků. Přídavek polyfosforečnanů do těchto výrobků může zpomalit nebo zabránit růstu nežádoucích sporulujících bakterií (Briozzo et al., 1983; Eckner et al., 1994; Loessner et al., 1997; Varga, 2005; Borch & Lycken, 2007). Polyfosforečnanové soli působí inhibičně proti původci pozdního duření sýrů, *C. tyrobutyricum*. Růst a produkce plynu v tavených sýrech byly u této bakterie redukovány přidavkem 0,5-1,0% polyfosforečnanů (Loessner et al., 1997).

Jako alternativa ke snížení obsahu sodných solí v tavených sýrech byly navrženy soli draselné. Jejich účinky proti *C. botulinum* však nebyly spolehlivě prokázány (Karahadian et al., 1985). Bez ohledu na iontovou sílu jsou inhibiční účinky hydrogenfosforečnanu sodného vůči *C. botulinum* lepší než účinky hydrogenfosforečnanu draselného. Sodné soli v tavených sýrech s redukováným obsahem tuku (5 % tuku) potlačují u *C. botulinum* produkci botulotoxinu. Ve srovnání se sodnými solemi však draselné soli vykazují pouze 75% antibotulinovou aktivitu (Glass & Johnson, 2004a).

Kromě fosforečnanových tavicích solí se při výrobě tavených sýrů využívají také tavicí soli na bázi citranů. Pokud však sledujeme inhibiční účinky citranů, zejména na mikroorganismy podílející se na kažení tavených sýrů díky produkci plynu, antimikrobní efekt přídavku polyfosforečnanů a ortofosforečnanů je ve srovnání s citrany lepší (Glass & Doyle, 2005). Mnohé další studie také ukazují na

menší inhibiční účinky citranu sodného vůči růstu *C. botulinum* než je tomu u fosforečnanů (Karahadian, et al., 1985; ter Steeg et al., 1995).

5. Vliv obsahu tuku

Některé studie ukazují na to, že na růst nežádoucích mikroorganismů v tavených sýrech může mít vliv i obsah tuku ve výchozích surovinách. Bylo zjištěno, že růst anaerobních bakterií byl snížen v prostředí tavených sýrů s nižším obsahem tuků ve srovnání s výrobky (se stejným obsahem sušiny, solí a pH), ve kterých obsah tuku nebyl redukován (ter Steeg et al., 1995).

Prostředí se sníženým obsahem tuku se jeví jako méně příznivé i pro mnohé další bakterie, jakou jsou např. *Listeria monocytogenes* nebo *Salmonella* sp. Růst těchto bakterií byl rychleji inhibován v nízkotučných sýrech ve srovnání se sýry, kde obsah tuků nebyl redukován. Inhibiční účinky vůči výše zmíněným mikroorganismům v sýrech vykazují také mnohé mastné kyseliny, jako jsou kyselina kaprinová, laurová, olejová a linolenová (Glass & Doyle, 2005).

Pokles růstu vybraných bakterií rodu *Clostridium* byl zaznamenán v přítomnosti volných mastných kyselin (zejména kaprylové, kaprinové, laurové, myristové, olejové a linolenové) v médiu s obsahem tuku 20 % (Glass & Johnson, 2004a, b). Vůči bakteriím rodu *Clostridium* vykazovala nejlepší inhibiční účinky kyselina laurová (Glass & Johnson, 2004b, Skřivanová et al., 2006).

Zdá se, že lipidy vytvářejí pro bakterie protektivní prostředí a chrání je před antimikrobními látkami rozpustnými ve vodné fázi. Mohou tak snižovat inhibiční efekt některých antimikrobně působících látek, např. kyseliny sorbové, sorbanu draselného, monolaurinu a polyfosforečnanů (Glass & Johnson, 2004a,b). Další vysvětlení tohoto mechanismu může spočívat v interakcích lipofilních částí antimikrobních látek s molekulami lipidů, jejichž následkem může dojít ke změně inhibičního efektu (McLay et al., 2002).

Obsah tuku dále může ovlivnit produkci botulotoxinu. U sýrů s nízkým obsahem tuku a sýrů prakticky tuku prostých může být produkce tohoto toxinu zpožděna ve srovnání s plnotučnými sýry. U tavených sýrů s obsahem tuku v sušině < 1 % nebo < 5 % nebyla zaznamenána produkce tohoto toxinu během 56 týdnů skladování při 27 °C, zatímco botulotoxin byl detekován u podobných sýrů s 20 % tuku v sušině po čtyřech týdnech skladování při téže teplotě. Statistická analýza prokázala, že obsah tuku a surovinová skladba mají signifikantní vliv na zpoždění produkce botulotoxinu u tavených sýrů a podobných výrobků (Glass & Johnson, 2004 a; Glass & Doyle, 2005).

6. Vliv ostatních faktorů a ingrediencí

Růst sporulujících bakterií, např. *Bacillus subtilis*, může při pH 6,0 inhibovat také kyselina propionová. Při nižším pH (4,0 - 5,0) působí kyselina propionová inhibičně i na kvasinky a mikromycety. Za antimikrobně působící látky lze považovat také její soli (Davidson et al., 2005). Z lite-

ratury jsou známy inhibiční účinky propionanu sodného na *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Proteus vulgaris*, *Torula* sp. (El-Shenawy & Marth, 1992; Davidson et al., 2005) nebo propionanu vápenatého na *Bacillus subtilis* nebo *L. monocytogenes* (Janes et al., 2002; Davidson et al., 2005). Přestože se efektivní koncentrace kyseliny propionové a jejich solí v jednotlivých publikacích poněkud liší, obecně je zastavení růstu mikroorganismů přisuzováno koncentracím v rozsahu 0,1 - 1,0 %.

Kyselina sorbová je schopna zpomalit nebo zabránit růstu bakterií, kvasinek nebo mikromycet (Razavi-Rohani & Griffiths, 1999). Její účinek na mikroorganismy kontaminující potraviny je dán, podobně jako u kyseliny mléčné, schopností disociovat uvnitř buňky. Její použití je však omezeno na potraviny s vyšším obsahem lipidů, vzhledem k faktu, že rozpustnost kyseliny sorbové ve vodě je nízká a mnohem lépe se tato kyselina rozpouští v tucích. Sorbany, zejména sorban draselný, se používají v případech, kdy je požadovaná vyšší rozpustnost ve vodě. Proto se často používají u potravin s vysokým obsahem vody. Nespornou výhodou kyseliny sorbové či jejích solí je, že tyto látky nemají vliv na pach ani chuť výrobků, do kterých jsou přidávány (Davidson et al., 2005). Sorban draselný je pro člověka považován za netoxický. Jeho inhibiční účinky byly prokázány vůči širokému spektru bakterií, mezofilním a psychrotrofním bakteriím, bakteriím z čeledi *Enterobacteriaceae*, fakultativně anaerobním bakteriím a laktobacilům (Mendonca et al., 2006). Kyselina sorbová může být přidána do tavených sýrů v množství do 0,2 % hmotnosti finálního výrobku. Některé studie uvádějí, že přídavek sorbanu draselného v koncentraci 0,13 - 0,26 % snižuje růst *C. botulinum* a produkci toxinů (Glass & Doyle, 2005).

Inhibiční účinky, zejména vůči grampozitivním bakteriím, vykazuje také např. nisin, který je produkován např. mnohými kmeny *Lactococcus lactis*. Nisin je rozpustný ve vodě, váže se na fosfolipidy cytoplazmatické membrány a narušuje tak její permeabilitu. Podobně jako je tomu u mnoha jiných antimikrobních látek, i vůči působení nisinu jsou spory mnohem odolnější než vegetativní buňky. Podle některých studií vede použití nisinu k redukci germiace spor (Delves-Broughton et al., 1996). Přídavek nisinu (4 000 - 10 000 U nisin/g) může snížit i produkci botulotoxinu v tavených sýrech (Somers & Taylor, 1987). Sýrové pomazánky vyrobené z čedaru s přídavkem nisin-produkujících laktokoků inokulované *Clostridium sporogenes* vykazovaly signifikantně delší údržnost ve srovnání s kontrolními vzorky bez nisinu (Zottola et al., 1994). Přídavek nisinu je povolen v mnohých zemích, v USA je povolen v koncentraci 250 mg/kg (Glass & Doyle, 2005).

Růst bakterií a produkci toxinů lze zpomalit také přídavkem lysozymu, který se běžně vyskytuje v mléce, vejcích a sekretech sliznic. Tento enzym degraduje buněčnou stěnu bakterií a je účinnější vůči grampozitivním bakteriím ve srovnání s bakteriemi gramnegativními (Glass & Doyle, 2005).

Závěr

Mikroflóra tavených sýrů může být ovlivněna mnohými vnějšími i vnitřními faktory. Mezi faktory, které se významně podílejí na mikrobiálním osídlení tohoto typu sýrů lze zařadit pH, vodní aktivitu, obsah tuku, přídavek látek s emulgačními účinky, popř. přídavek dalších potravinářských aditiv.

Seznam literatury je k dispozici u autorů.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory interního grantu UTB ve Zlíně č. IGA/20/FT/10/D financovaného z prostředků specifického vysokoškolského výzkumu.

Přijato do tisku 10. 4. 2010

Lektorováno 11. 5. 2010

PRŮZKUM SPOTŘEBITELSKÝCH POSTOJŮ K MLÉKU A MLÉČNÝM VÝROBKŮM

Watzková J.¹, Říha J.², Křížová L.², Třináctý J.²

¹ Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o.

² Agrovýzkum Rapotín s.r.o.

Survey of consumer attitudes to milk and dairy products

Souhrn

Cílem této práce bylo zaměřit se na stravovací návyky a stupeň informovanosti o kvalitě a zdraví prospěšných účincích kravského mléka a mléčných výrobků u 200 respondentů se snahou poukázat na některé informační nedostatky, které se v souvislosti s tímto tématem mohou vyskytovat. Průzkum byl prováděn formou anonymního dotazníku, který se skládal z celkem 20 otázek. Tři otázky se týkaly osobních údajů, 2 otázky byly zaměřeny na stravovací návyky a v 15 otázkách byly zjišťovány názory respondentů na mléko jako základní potravinu a jeho propagaci.

Klíčová slova: dotazník, kravské mléko, mléčné výrobky

Summary

The objective of this study was to focus on dietary habits of 200 respondents and a level of their awareness concerning quality and health-promoting effects of bovine milk and dairy products with the aim to highlight some information gaps occurring within this context. The survey was realized by means of an anonymous questionnaire consisting of a total of 20 questions. Three questions were related to personal data, 2 questions were focused on dietary habits and 15 questions were directed to opinion of respondents on milk as a staple food and its promotion.

Key words: questionnaire, bovine milk, dairy products