

KYSELINA ADIPOVÁ A JEJÍ SŮL PŘI PRODUKCI TAVENÝCH SÝROVÝCH VÝROBKŮ POSSIBILITIES OF USE OF ADIPIC ACID AND ITS SODIUM SALT FOR SUBSTITUTION OF TRADITIONAL EMULSIFYING AGENTS IN PROCESSED CHEESE

Kristýna Hladká, František Buňka, Lenka Jedličková, Vendula Pachlová, Stanislav Kráčmar

ABSTRACT

The work dealt with replacing phosphate emulsifying agents by adipic acid and its sodium salt. Processed cheese is a source of calcium. A ratio of calcium and phosphorus can be up to 1:1.8-3.5. The optimal ratio is 1:1 because calcium is inhibited by redundant phosphorus in small intestine. Substitution of emulsifying salts may lead to higher absorption of calcium. Control samples received addition of 2.5 % (w/w) traditional emulsifying agents. Model processed cheese samples were assessed by sensory analysis after 14 days. Samples without emulsifying agents should be macroscopic homogeneous. Value of pH has influence on properties of the final product. pH was measured 14 days after processing. The sample with 1 % (w/w) sodium adipate was assessed as the best sample which was macroscopic homogeneous with pH 5.8.

Key words: processed cheese, emulsifying agent, adipic acid, sodium adipate, calcium

ÚVOD

Tavené sýry jsou vyráběny zahříváním surovinové směsi za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností (konzistence od pevné, lomivé, přes snadno roztíratelnou až po tekutou). Základní suroviny jsou: přírodní sýr, který může být v různém stupni prozrálosti, tavicí soli, tuk, voda (Carić, Kaláb, 1997). Proces výroby tavených sýrů má dvě hlavní funkce: jsou umožněny fyzikálně-chemické změny transformující surovinovou směs na stabilní konečný produkt požadovaných vlastností a usmrcení vegetativních forem mikroorganismů, nikoliv spor (Guinee, Carić, Kaláb, 2004). Homogenní struktura tavených sýrů během tavicího procesu je utvářena v přítomnosti tavicích solí. Jejich základní rolí je upravit prostředí v surovinové směsi tak, aby přítomné proteiny uplatnily přirozené emulgační schopnosti (Awad et al., 2002; Mizuno, Lucey, 2005). Vápník je odstraňován z proteinového systému, kaseiny jsou peptizovány, hydratovány, bobtnány a dochází k jejich rozptýlení. Tuk je emulgován do stabilní emulze, pH je stabilizováno (Carić, Kaláb, 1997; Fox et al., 2000; Awad et al., 2002). Nejčastěji jsou jako tavicí soli používány monomery a lineární polymery fosforečnanů, ortofosforečnany, pyrofosforečnany a citrany, které mají vysokou afinitu k vápenatým iontům. Obvykle tvoří 2-3 % hmotnosti surovinové skladby (Molins, 1991; Anonym, 2002).

Působením vyšších teplot (70-90 °C) na surovinovou směs bez tavicích solí by došlo k vzniku heterogenní gumovité hmoty. Docházelo by ke shlukování tukových kuliček způsobeného destrukcí membrán na jejich povrchu. Dále by působením nízkých hodnot pH a vysoké teploty došlo k agregaci a kontrakci kaseinových frakcí. Vznikla by porézní matrice, která není schopná stabilizovat tuk a vodu (Guinee, Carić, Kaláb, 2004). Při zahřívání tavicí směsi bez tavicích solí, lze tedy předpokládat oddělení hydrofobní a hydrofilní fáze (Guinee, 2003).

Tavený sýr je potenciálním zdrojem vápníku, který je v lidském těle vstřebáván aktivním transportem (převážně v duodenu a horních částech ilea) a pasivní difuzí (v celém tenkém střevě, zejména v ileu; malé množství se vstřebává v tlustém střevě). Při užití fosforečnanových tavicích solí při výrobě tavených sýrů je do lidského těla přijímán spolu s vápníkem i fosfor. K výživě člověka je udáván jako ideální poměr vápníku a fosforu 1:1. V tavených sýrech je tento poměr 1:1,8-3,5. Přebytečným fosforem je vstřebávání vápenatých iontů pasivní difuzí v trávicím traktu blokováno, jelikož je vytvořen hůře vstřebatelný komplex vápníku a fosforu (Guéguen, Pointillart, 2000; Ganong, 2001; Schäffer et al., 1999, 2001; Heaney, Nordin, 2002). Náhradou fosforečnanových tavicích solí, látkou tvořící lépe štěpitelnou vazbu s vápníkem, by mohla být absorpce vápníku z tavených sýrů

v lidském střevě pravděpodobně zvýšena. V tavených sýrových výrobcích by byl pravděpodobně zachován poměr vápníku a fosforu přírodního sýra, tedy 1:0,72 (Schäffer et al., 1999, 2001).

Některé publikované práce se náhradou tavicích solí již zabývaly. Jako náhrady tavicích solí byly použity dikarboxylové kyseliny (Hladká et al., 2009), pektiny (Černíková et al., 2007), karagenany (Černíková et al., 2008). K částečné náhradě byly použity monoacylglyceroly (Carić, Kaláb, 1997), částečně hydrolyzovaný kasein k náhradě 50 % tavicích solí (Kwak et al., 2002).

Z obecných charakteristik kyseliny adipové vyplývá, že by mohla být látkou vhodnou k použití jako náhrady tradičních tavicích solí fosforečnanového typu. Kyselina adipová je s čtyřmi $-CH_2^-$ skupinami mezi dvěma COOH skupinami řazena mezi dikarboxylové kyseliny, které jsou schopny tvořit sloučeniny s kovovými ionty i s ligandy (Kang, Amarasiriwardena, Xing, 2008). Může být použita jako chelatační činidlo, jelikož je schopná navázat vápenaté ionty z prostředí (Sicree, Barnes, 1996; Prapaipong, Shock, Koretsky, 1999; Mitrofanova, 2002; Thirunakaran et al., 2004; Fey et al., 2004; Stratford, 1999). Využití našla v potravinářském průmyslu jako přídatná látka ovlivňující pH. Je také používána například při výrobě plastů, meziproductů v medicíně a barviv (Caputo, Adami, Reverchon, 2008; Mao et al., 2009). Kyselina adipová může reagovat se zásadami nebo solemi za vzniku adipanu (Mao et al., 2009). Adipan sodný je v potravinářství používán pro schopnost upravovat pH a chuť potravin. Kyselina adipová i adipan sodný jsou látky v České republice povolené pro přidávání do potravin (Anonym, 2008).

Cílem práce bylo prozkoumat možnosti náhrady tradičních tavicích solí fosforečnanového typu kyselinou adipovou a adipanem sodným. Výsledný produkt by měl být v této fázi projektu homogenní na makroskopické úrovni.

MATERIÁL A METODIKA

Tavené sýrové výrobky byly vyrobeny s obsahem sušiny 40 % (w/w) a 50 % (w/w) tuku v sušině. Surovinová směs se skládala z následujících složek: eidamská cihla (s obsahem sušiny 50 % (w/w) a tuku v sušině 30 % (w/w)), rostlinný tuk (s obsahem 100 % nasycených mastných kyselin), pitná voda, přídatné látky (fosforečnanové tavicí soli nebo definované směsi kyseliny adipové a její sodné soli). Tradiční fosforečnanové tavicí soli (JOHA HBS, JOHA S4SS a SOLVA 495 - BK Landenburg, Germany) v koncentraci 2,5 % (w/w) byly přidávány u tzv. kontrolních vzorků bez kyseliny adipové a adipanu sodného (disodná sůl). Jako náhrady tavicích solí při výrobě tavených sýrů byly použity: kyselina adipová (Sigma Aldrich, Inc., St. Louis, USA) a adipan sodný (Dr. Paul Lohmann GmbH KG, Germany) v procentuálních poměrech 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 a 0:100. Směs byla přidávána v odpovídajícím poměru v koncentracích 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 a 3,0 % (w/w) surovinové skladby. Všechny přídatné látky byly použity v práškové formě.

Výrobky byly taveny na přístroji Vorwerk Thermomix TM 31-1 (Vorwerk & Co. Thermomix; GmbH, Wuppertal, Germany). Použita byla tavicí teplota 90 °C po dobu 1 minuty, 4000 otáček/min. Tavenina byla nalita do 100 g polystyrénových vaniček, uzavřena, zchlazena (do 2 hodin) a skladována v lednici při teplotě 6 ± 2 °C. Po 14 dnech proběhlo senzorní hodnocení vzorků v panelu pěti školených posuzovatelů na úrovni expert (Anonym, 1999). Pomocí sedmi bodové stupnice byly hodnoceny senzorní znaky: vzhled, konzistence a homogenita výrobků. Vyhodnocení senzorní analýzy bylo provedeno pomocí mediánu. Ve stejný den bylo měřeno pH výrobků při teplotě 24 ± 1 °C. K měření pH byl použit vpichový pH-metr Sper (Eutech Instruments, Oakton, Malaysia).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Kontrolní vzorky utavené s použitím tradičních fosforečnanových tavicích solí byly vždy homogenní, lesklé, hladké struktury, roztíratelné konzistence. Jejich průměrná hodnota pH byla $5,71 \pm 0,02$. Byla zhodnocena proveditelnost taveb u vzorků tavených bez použití tradičních tavicích solí a výsledky jsou uvedeny v tabulce 1. Přehled výsledků senzorní analýzy je uveden v tabulce 2.

V případě tavy pouze s kyselinou adipovou se podařilo utavit všech 5 použitých koncentrací. V případě směsi kyseliny adipové a adipanu sodného v poměru 75:25 byly utaveny 3 koncentrace,

v poměru 50:50 se utavily 2 koncentrace, v poměru 25:75 se podařily utavit 4 koncentrace. Pokud byl použit pouze adipan sodný, pak byly utaveny 3 koncentrace.

Tabulka 1 Proveditelnost taveb u jednotlivých typů sýrových produktů a pH měřené po 14 dnech při 24±1 °C

kyselina adipová : adipan sodný	pH*									
	1 % (w/w)		1,5 % (w/w)		2 % (w/w)		2,5 % (w/w)		3 % (w/w)	
100:0	+**	4,82±0,01	+	4,67±0,01	+	4,56±0,01	+	4,34±0,01	+	4,29±0,01
75:25	-	N***	+	4,87±0,01	+	4,79±0,01	-	N	+	4,59±0,01
50:50	-	N	+	5,11±0,01	-	N	+	4,97±0,01	-	N
25:75	+	5,46±0,01	+	5,41±0,01	+	5,38±0,01	-	N	+	5,26±0,01
0:100	+	5,78±0,01	-	N	-	N	+	5,92±0,01	+	5,99±0,01

Vysvětlení označení:

* průměr ± S.D. (n=3)

** „+“ vzorek byl utaven; „-“ vzorek byl neutaven

*** N - vzorek nebyl hodnocen (tavba nebyla proveditelná)

Tabulka 2 Výsledky senzoričké analýzy utavených sýrových výrobků

1 % (w/w)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
H	2	N	N	1	1
K	6	N	N	4	4
1,5 % (w/w)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
H	2	7	7	1	N
K	5	5	4	3	N
2 % (w/w)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
H	2	6	N	6	N
K	4	6	N	6	N
2,5 % (w/w)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
H	2	N	3	N	6
K	4	N	5	N	6
3 % (w/w)	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
H	2	2	N	7	6
K	5	5	N	6	5

Vysvětlení označení:

H - homogennost výrobku (1 - homogenní výrobek, 7 - zcela nehomogenní výrobek)

K - konzistence výrobku (1 - velmi tuhý výrobek, 7 - měkký rozbředlý výrobek)

N - vzorek nebyl hodnocen (tavba nebyla proveditelná)

Utavené směsi s přísádky 1,0 % kyseliny adipové a adipanu sodného byly při nalévání do polystyrénových vaniček velmi řídké konzistence v porovnání s kontrolním vzorkem. Nezdařilo se utavit procentuální poměry kyseliny adipové a adipanu sodného 75:25, 50:50. Sýrové výrobky s poměry 100:0, 25:75 a 0:100 se jevily homogenní na makroskopické úrovni. Vzorek 100:0 byl blátivé konzistence, krátké struktury; výrobky 25:75 a 0:100 byly mazlavé, roztíratelné konzistence, hladké struktury. Vzorky s přísádky 1,5 % kyseliny adipové a adipanu sodného byly při nalévání do vaniček řídké konzistence, tavenina s poměrem přídatných látek 25:75 byla mírně napěněná. Sýrové výrobky s poměry 100:0, 25:75 byly makroskopicky homogenní. Utavené vzorky 75:25; 50:50 byly nehomogenní se zřetelně oddělenými vrstvami, 50:50 byl tužší než 75:25. Výrobek 100:0 měl blátivou konzistenci, krátkou strukturu. Vzorek 25:75 byl těstovité konzistence, hladké struktury. Taveniny s přísádky 2,0 % kyseliny adipové a adipanu sodného byly při nalévání do vaniček řídkší

v porovnání s kontrolním vzorkem. Vzorek s poměrem 100:0 se jevil makroskopicky homogenní, krátké struktury. Sýrové výrobky s procentuálními poměry 75:25; 25:75 byly nehomogenní, špatně roztíratelné. Vzorky s přísady 2,5 % kyseliny adipové a adipanu sodného byly při nalévání do polystyrénových vaniček řídké konzistence, tavenina s poměrem 0:100 byla krupičkovitá a oddělovala se voda. Utavené výrobky s procentuálními poměry kyseliny adipové a adipanu sodného 100:0 a 50:50 se jevily jako makroskopicky homogenní. Vzorek s poměrem 0:100 byl nehomogenní, drobné konzistence a nesoudržné struktury. Sýrový výrobek s poměrem 100:0 měl soudržnou strukturu a byl přijatelnější než vzorky s přísadou 2,0 % kyseliny adipové a adipanu sodného. Utavený vzorek 50:50 byl drobné konzistence. Vyroběné vzorky s přísady 3,0 % kyseliny adipové a adipanu sodného byly při nalévání do vaniček v porovnání s kontrolním vzorkem řídké konzistence. Sýrové výrobky s procentuálními poměry 100:0, 75:25 se jevily makroskopicky homogenní, byly drobné konzistence, krátké struktury. Utavené vzorky s poměry 25:75, 0:100 byly nehomogenní. Výrobek s poměrem 25:75 měl zřetelně oddělené dvě vrstvy, byl nesoudržné struktury. Sýrový vzorek s poměrem 0:100 byl blátivé konzistence.

Jako nejlépe se jeví vzorky byly zhodnoceny sýrové výrobky s přísadou 1,0 % 0:100; 1,0 % 25:75; 1,5 % 25:75 (směsi s poměrem kyseliny adipové a adipanu sodného), jejichž hodnoty pH byly 5,78; respektive 5,46 a 5,41. Optimální rozmezí pH pro tavené sýry je 5,5-6,0 (Marchesseau et al., 1997; Lee, Klostermeyer, 2001). Pokud pH taveniny klesne výrazněji pod optimální hodnoty pH, pak lze očekávat výrobky spíše drobné s krátkou konzistencí. Podle Marchesseau et al. (1997) lze očekávat, že při poklesu pH pod optimální hladinu (a přiblížení se izoelektrickému bodu kaseinového komplexu) může dokonce dojít k agregaci proteinové matrice, ze které se díky její porozitě uvolní voda a tuk. Celková matrice pak může makroskopicky působit nehomogenně.

ZÁVĚR

Sýrové výrobky byly utaveny s obsahem 40 % (w/w) sušiny a 50 % (w/w) tuku v sušině. U vzorků bez tradičních tavicích solí fosforečnanového typu byly použity koncentrace 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 a 3,0 % (w/w) kyseliny adipové a adipanu sodného, v procentuálních poměrech 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 a 0:100. U vyrobených vzorků byly sledovány senzorycké znaky: vzhled, konzistence, homogennost na makroskopické úrovni. Tyto znaky byly porovnány se senzoryckými znaky kontrolních vzorků, které byly vyrobeny s přísadou 2,5 % (w/w) tradičních tavicích solí fosforečnanového typu. Nejlépe se jeví vzorky s přísadou (w/w) 1 %, 0:100; 1 %, 25:75 a 1,5 %, 25:75 kyseliny adipové a adipanu sodného. Vzorky se zdály homogenní na makroskopické úrovni.

Cílem dalších experimentů bude hledání optimálního poměru a koncentrace kyseliny adipové a adipanu sodného. Požadavek na výsledný výrobek bude homogennost na mikroskopické úrovni a lehce roztíratelná konzistence.

LITERATURA

- ANONYM, 1999. ČSN ISO 8586-2, Senzorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů - Část 2: Experti. Praha: český normalizační institut, 1999.
- ANONYM, 2002. *Processed cheese manufacture*. BK Giulini Chemie GmbH & Co. OHG, JOHA, 2002. 238 s.
- ANONYM, 2008. VYHLÁŠKA č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, v platném znění.
- AWAD, R.A., ABDEL-HAMID, L.B., EL-SHABRAWY, S.A., SINGH, R.K. 2002. Texture and Microstructure of Block Type Processed Cheese with Formulated Emulsifying Salt Mixtures. In *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, roč. 35, 2002, s. 54-61.
- CAPUTO, G., ADAMI, R., REVERCHON, E. 2008. Supercritical Fluid Crystallization of Adipic Acid Using Urea as Habit Modifier. In *American Chemical Society*, roč. 8, 2008, s. 2707-2715.
- CARIĆ, M., KALÁB, M. 1997. Processed cheese products. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, roč. 2, 1997, s. 467-505.

- ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA, F., HLADKÁ, K., BŘEZINA, P., HRABĚ, J. 2007. Využití pektinu při náhradě tavicích solí ve výrobě tavených sýrů. In *Zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie Bezpečnosť a kontrola potravín 28.-29.3.2007*, Nitra: SPU, 2007. s. 267-270. ISBN 978-80-8069-861-4.
- ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA, F., PAVLÍNEK, V., BŘEZINA, P., HRABĚ, J., VALÁŠEK, P. 2008. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. In *Food Hydrocolloids*, roč. 22, 2008, s. 1054-1061.
- FEY, G.T.-K., CHEN, J.-G., WANG, Z.-F., YANG, H.Z., KUMAR, T.P. 2004. Saturated linear dicarboxylic acids as chelating agents for the sol-gel synthesis of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$. In *Materials Chemistry and Physics*, roč. 87, 2004, s. 246-255.
- FOX, P.F., GUINEE, T.P., COGAN, T.M., McSWEENEY, P.L.H. 2000. Microbiology of Cheese ripening. *Fundamentals of Cheese Science*. Gaithersburg, Aspen Publishers, 2000, 638 p., ISBN 0-83-42-1260-9.
- GANONG, W.F. 2001. *Review of Medical Physiology*. ed. 20, McGraw-Hill Companies, 870 p., ISBN 80-7262-311-7.
- GUÉGUEN, L., POINTILLART, A. 2000. The Bioavailability of Dietary Calcium. In *Journal of the American College of Nutrition*, roč. 19, 2000, č. 2, s. 119-136.
- GUINEE, T.P. 2003. Pasteurized Processed Cheese Product. In *Encyclopedia of Dairy Science*, roč. 1, 2003, s. 411-418.
- GUINEE, T.P., CARÍĆ, M., KALÁB, M. 2004. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, roč. 2, 2004, s. 349-394.
- HEANEY, R.P., NORDIN, B.E.C. 2002. Calcium Effects on Phosphorus Absorption: Implications for the Prevention and Co-Therapy of Osteoporosis. In *Journal of the American College of Nutrition*, roč. 21, 2002, č.3, s. 239-244.
- HLADKÁ, K., BUŇKA, F., PACHLOVÁ, V., VOJTÍŠKOVÁ, P., KOSIBOVÁ, N., KRÁČMAR, S. 2009. Možnosti využití dikarboxylových kyselin jako náhrady tavicích solí při výrobě tavených sýrů. In *Potravinárstvo*, roč. 1, 2009, s. 13-15. ISSN 1337-0960.
- KANG, S., AMARASIRIWARDENA, D., XING, B. 2008. Effect of dehydration on dicarboxylic acid coordination at goethite/water interface. In *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, roč. 318, 2008, s. 275-284.
- KWAK, H.S., CHOI, S.S., AHN, J., LEE, S.W. 2002. Casein hydrolysate fraction act as emulsifiers in process cheese. In *Journal of Food Science*, roč. 67, 2002, s. 821-825.
- LEE, S.K., KLOSTERMEYER, H. 2001. The Effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads. In *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, roč. 34, 2001, s. 288-292.
- MAO, Z., SUN, X., LUAN, X., WANG, Y., LIU, G. 2009. Measurement and Correlation of Solubilities of Adipic Acid in Different Solvents. In *Chinese Journal of Chemical Engineering*, roč. 17, 2009, č. 3, s. 473-477.
- MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J.L. 1997. Influence of pH on Protein Interaction and Microstructure of Process Cheese. In *J. Dairy Sci.*, roč. 80, 1997, s. 1483-1489.
- MITROFANOVA, G.V. 2002. Complexation of Calcium Ions with Dicarboxylic Acids in Aqueous Solution. In *Russian Journal of Applied Chemistry*, roč. 75, 2002, č. 5, s. 712-714.
- MIZUNO, R., LUCEY, J.A. 2005. Effects of Emulsifying Salts on the Turbidity and Calcium-Phosphate-Protein Interactions in Casein Micelles. *J. Dairy Sci.*, 88, 2005. 3070-3078
- MOLINS, R.A. 1991. *Phosphates in food*. Boca Raton: CRS Press, 1991. 261 s. ISBN 0-8493-4588-X.
- PRAPAIPONG, P., SHOCK, E.L., KORETSKY, C.M. 1999. Metal-organic complexes in geochemical processes: Temperature dependence of the standard thermodynamic properties of aqueous complexes between metal cations and dicarboxylate ligands. In *Geochimica et Cosmochimica Acta*, roč. 63, 1999, č.17, s. 2547-2577.

- SICREE, A.A., BARNES, H.L. 1996. Upper Mississippi Valley district ore fluid model: the role of organic complexes. In *Ore Geology Reviews*, roč. 11, 1996, s. 105 - 131.
- SCHÄFFER, B., LÖRINCZY, D., BELÁGYI, J. 1999. DSC and Elektronmicroscopic Investigation of Dispersion-type Processed Cheeses made without peptization. In *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, roč. 56, 1999, s. 1211-1216.
- SCHÄFFER, B., SZAKÁLY, S., LÖRINCZY, D., SCHÄFFER, B. 2001. Processed cheeses made with and without peptization. In *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, roč. 64, 2001, s. 671 - 679.
- STRATFORD, M. 1999. Traditional Preservatives - Organic Acids. *Encyclopedia of Food Microbiology*, Elsevier, 1999, č. 3, 2373 s. ISBN 0-12-227070-3.
- THIRUNAKARAN, R., KIM, K.-T., KANG, Y.-M., SEO, CH.-Y., YOUNG-LEE, J. 2004. Adipic acid assisted, sol-gel route for synthesis of $\text{LiCr}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ cathode material. In *Journal of Power Sources*, roč.137, 2004, s. 100-104.

Acknowledgments

Tato práce vznikla za podpory MŠMT: MSM 7088352101

Corresponding address:

Ing. Kristýna Hladká, Ústav biochemie a analýzy potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T.G.Masaryka 275, 762 72 Zlín, E-mail: hladka@ft.utb.cz.

doc. Ing. František Buňka Ph.D., Ústav technologie a mikrobiologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T.G.Masaryka 275, 762 72 Zlín, E-mail: bunka@ft.utb.cz.

Bc. Lenka Jedličková, Ústav biochemie a analýzy potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T.G.Masaryka 275, 762 72 Zlín.

Ing. Vendula Pachlová, Ústav biochemie a analýzy potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T.G.Masaryka 275, 762 72 Zlín, E-mail: pachlova@ft.utb.cz.

prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc., Ústav biochemie a analýzy potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T.G.Masaryka 275, 762 72 Zlín, E-mail: kracmar@ft.utb.cz.