

SOP VFU (2020): Stanovení aktivního chloru v roztocích Chloraminu T a chlornanů. Staženo: https://www.vfu.cz/files/2240_48_vystup_SOP_Stanoveni_aktivniho_chloru_v_roztocich_Chloraminu_T_a_chlornanu.pdf (14. 4. 2020).

XU Z.S., YANG X., GÄNZLE G. (2021): Resistance of biofilm- and pellicle-embedded strains of *Escherichia coli* encoding the transmissible locus of stress tolerance (tLST) to oxidative sanitation chemicals. *International Journal of Food Microbiology*, 359, 109425.

ZHU T., YANG C., BAO X., CHEN F., GUO X. (2022): Strategies for controlling biofilm formation in food industry. *Grain & Oil Science and Technology*, v tisku.

Korespondující autor: Ing. Irena Němečková, Ph.D.,
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a,
160 00 Praha 6, e-mail: nemeckova@milcom-as.cz

Přijato dne: 10. 10. 2022

Lektorováno: 16. 11. 2022

DUNALIELLA SALINA – NEJBOHATŠÍ ZDROJ BETAKAROTENU

Ivana Hyršlová¹, Václav Bierhanz², Tomáš Brányik³,
Gabriela Krausová^{1*}

¹ Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha, ² MILCOM a.s.,

³ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Dunaliella salina – the best source of β -carotene

Abstrakt

Dunaliella salina je mikroskopickou zelenou řasou, jež se během posledních let stala jedním z nejvýznamnějších zdrojů antioxidantů mikrobiálního původu. Důvodem její rostoucí oblíbenosti mezi spotřebiteli i výrobci je její vysoký obsah karotenů, bílkovin a dalších bioaktivních látek. Kultivace této řasy je nenáročná a nevyžaduje nijak specifické podmínky. Bioaktivní látky, jež *Dunaliella salina* produkuje, mají mnoho příznivých účinků na člověka, např. bylo prokázáno její působení proti některým civilizačním chorobám, také imunomodulační a antioxidantní účinky. Zdokumentován je také možný prebiotický účinek jejích polysacharidů. *Dunaliellu*, resp. její složky, lze použít jako potravní doplňky, k fortifikaci funkčních potravin i ve formě sušené biomasy.

Klíčová slova: *Dunaliella*, mikroskopické řasy, karoten, antioxidanty, nutraceutika

Abstract

Dunaliella salina is a green microalga that has become one of the most important sources of microbial antioxidants during last years. The reason for its growing popularity among consumers and producers is its high content of carotenes and proteins, as well as other bioactive compounds. Cultivation of this alga is not very demanding,

for its production no special requirements are needed. Biogenic substances produced by *Dunaliella salina* have a lot of positive effects on humans. They act against some civilization diseases, as immunomodulating agents, as antioxidants. Additionally, their growth promoting effect on beneficial bacteria as prospective prebiotics has been documented. *Dunaliella*, or their compounds can be used in the form of food supplements, in fortification of functional foods or as a dried biomass.

Keywords: *Dunaliella*, microalga, carotene, antioxidants, nutraceutics

Úvod

Jednobuněčné řasy jsou mikroskopické organismy, z nichž se některé již tradičně pěstují pro výrobu potravin. Hlavní oblastí jejich pěstování je Dálný východ, nicméně během posledních generací se jejich pěstování rozšířilo i do dalších oblastí s vhodným podnebím, především do přímořských států (Sathasivam a kol. 2019). V jejich případě se jedná zejména o průmyslovou výrobu, v různých fázích vývoje. Na Dálném východě naopak pěstování mikroskopických řas navázalo na předchozí zkušenosti s pěstováním mořských řas a jejich zpracování, které svým objemem i rozsahem stále mnohonásobně převyšuje tamější produkci mikroskopických řas (Yu a kol. 2019). V dnešní době se pěstuje několik desítek druhů mořských i mikroskopických řas, jež se konzumují buď přímo, případně slouží k produkci potravinářských surovin anebo jako součásti potravinářských výrobků či doplňků stravy. Velkou část z nich tvoří zahušťovadla a stabilizátory (Ścieszka a Klewicka, 2019) na bázi polysacharidů (agar, algináty, karagenan). Mimo tohoto technologického využití se objevuje i snaha o cílenou fortifikaci bioaktivními látkami řas. Zejména se jedná o mléčné případně pekárenské výrobky (El-Baz a kol. 2017). V mlékárenských výrobcích může přídavek řas sloužit nejen ke zlepšení nutriční hodnoty, ale také jako živiny pro použitou mlékárenskou či probiotickou kulturu (Alslibi a kol. 2021). Obecně se nejlépe fortifikují takové potraviny, které obsahují větší množství vody, kde se mohou tyto látky snáze rozpouštět, případně takové potraviny, které obsahují technologicky podobně se chovající látky (např. škrob versus nestravitelné polysacharidy). Na rozdíl od mořských řas, které se pěstují především jako zdroj polysacharidů, mikroskopické řasy se pěstují hlavně pro získání snadno stravitelných bílkovin s optimálním zastoupením aminokyselin, včetně esenciálních. Řasy obecně obsahují velké množství bílkovin, jsou autotrofní a fototrofní, a tudíž produkují bílkoviny z anorganických látek, váží uhlík i dusík ze vzduchu. Tato relativní nezávislost na složení živného média umožňuje jejich pěstování v odpadních vodách (da Silva a kol. 2021), hlavně v potravinářských odpadech, kde lze počítat s netoxicitou narostlé biomasy. Jelikož se řasy pěstují v akvakulturách, nepotřebují pro svůj růst ani zemědělskou půdu, a tudíž mohou být pěstovány

i v oblastech s půdou zcela nevhodnou pro intenzivní zemědělství. Shodou okolností se jedná často o oblasti trpící přelidněním spojeným s nadměrným populačním přírůstkem a s tím související podvýživou a nízkou nutriční hodnotou potravin obecně. Právě bílkoviny, které mohou tvořit až 60 % obsahu sušiny některých druhů řas, jsou spolu s esenciálními aminokyselinami a vitaminy hlavní deficitní složkou lidské potravy. Bílkoviny z řas proto mohou být jedním z řešení problémů s nedostatkem potravin. Přestože se jedná o relativně novou potravinu, bílkoviny z některých druhů řas se již stačily etablovat na trhu s potravními doplňky. Jedná se hlavně o produkty řas rodů *Chlorella* a *Arthrospira* (*Spirulina*), které patří mezi běžně dostupné již desítky let. Dalším zpracovávaným druhem je *Dunaliella*, jež se objevila na trhu později. Biomasa řas rodu *Chlorella* byla uznána jako tradiční potravina na podnět Ministerstva Zemědělství ČR (Consultation 2015/2283), zatímco *Spirulina* má status nové potravin (jako *Arthrospira platensis*; viz E. F. S. A. 2020). Nicméně všechny tyto řasy jsou považovány za neškodné pro člověka a jejich bezpečnost byla během prvních let stávajícího tisíciletí ověřena a řádně zdokumentována jejich prohlášením za GRAS (Generally Recognized as Safe; viz "List of GRAS Notices". US FDA, 30. leden 2021).

Dunaliella salina

Dunaliella salina je mikroskopická vodní zelená řasa, která může růst v mořské i ve sladké vodě. Jedná se o extrémně halofilní organismus, jenž je schopen vegetace i v 35% solném roztoku, kdy jde o téměř nasycený roztok, a jejímu růstu vyšší obsah soli v živném médiu obecně prospívá. Sušina této řasy je tvořena z cca 50 % bílkovinami (Dewapriya a Kim, 2014) a až 14 % karotenoidy, z čehož až 12 % připadá na β -karoten. Tato hodnota je zatím nejvyšší objevenou koncentrací β -karotenu v živé přírodě (Lin a kol 2017). Dalšími zástupci karotenoidů, nacházejících se v biomase tohoto druhu, jsou hlavně xantofyly. Mimo toho, obsahuje i další antioxidanty, polyfenoly (Kaga a kol. 2021) a steroly (da Silva Paz a kol. 2016). Přesné složení závisí především na kultivačních podmínkách, ale i na složení živného média. Hlavní zájem o pěstování této konkrétní řasy se soustřeďuje na produkci karotenů (Mapelli-Brahm a kol. 2021). Produkce karotenů závisí na dostatku slunečního svitu (tj. energie), přičemž produkce roste s rostoucí teplotou až do 22 °C, kdy dosáhne produkce maxima a dále se již nezvyšuje (Patel a kol. 2022). Produkce karotenů taktéž roste s koncentrací soli, a to až do maximálních hodnot, ovšem při těchto mezních hodnotách klesá reprodukce biomasy. Vyšší produkcí karotenů buňka reaguje na vysoký osmotický tlak prostředí. Dalším obranným mechanismem této řasy je produkce glycerolu, jehož koncentrace uvnitř buňky může dosáhnout až k 17 %. Glycerol je silně hygroskopická látka, a tudíž jeho zvýšená koncentrace uvnitř buňky zamezí

kritické ztrátě vody, jež by jinak vedla k jejímu zániku (Sathasivam a kol. 2019). Nicméně tato schopnost nemá pro lidskou společnost, na rozdíl od produkce bílkovin a antioxidantů, zatím využití. Polysacharidy produkováné řasou *D. salina* nejsou pro člověka stravitelné, nicméně mohou být fermentovány bakteriemi mléčného kvašení (BMK). Tyto bakterie mohou být kultivovány přímo na řasové biomase, která může být rovněž využita jako prebiotikum (Demarco a kol. 2022).

Prebiotické účinky

Kmeny, jimž poslouží řasová biomasa jako prebiotikum, musí být schopny rozložit příslušné polysacharidy na monosacharidy a tyto následně fermentovat. Těmto požadavkům vyhovují právě BMK (Pérez-Alva a kol. 2022). Tyto kultury se v potravinářském průmyslu využívají dlouhodobě, jsou pro člověka nepatogenní a jsou široce studovány ohledně jejich využití při výrobě potravin. Z této skupiny se pro fermentaci řasové biomasy používají hlavně zástupci čeledi *Lactobacillaceae* (*L. bulgaricus*, *L. acidophilus* aj.), mimo BMK se používají také některé druhy bakterií rodu *Bifidobacterium*. Jedná se o dlouhodobě využívané kmeny v probiotických mléčných výrobcích a pro zlepšení biologické dostupnosti živin v mléce. Všeobecně blahodárný vliv těchto bakterií na lidské trávení se projevuje především ve spojení s prebiotiky, případně v synergii s řasami, jež obsahují polysacharidy, které mohou působit prebioticky (Gupta a kol, 2017). Pro jejich produkci je ale z mikroskopických řas nevhodnější *Chlorella*, jejíž obsah polysacharidů v sušině je mnohem vyšší než u ostatních pěstovaných mikroskopických řas (Yuan a kol. 2020).

Antioxidační účinky

Biomasa mikroskopických řas pěstovaných druhů má antioxidační vlastnosti, v případě druhu *Dunaliella salina* jde, mimo β -karotenu, který je prekursorem vitamínu A, především o xantofyly. Antioxidační aktivita látek pocházejících z tohoto druhu řasy je silnější než u jejich syntetických analogů (Cakmak a kol. 2014), její biomasa obsahuje lutein a zeaxantin, díky nimž působí jako velmi silné činidlo proti věkem podmíněné degradaci oční sítnice (Tsai a kol. 2012). Zeaxantin, izolovaný z této biomasy působí proti příznakům kardiovaskulárních chorob (El-Baz a kol. 2019). Dále biomasa snižuje hladinu cholesterolu v krvi a extrakt z biomasy této řasy snižuje obecně koncentraci krevních lipidů (Fabregas a kol. 1988). Extrakt z biomasy řas působí proti nejběžnějším patogenním bakteriím (Guedes, a kol. 2011). Některé další biologicky aktivní látky umožňují účinné podávání biomasy při léčbě některých civilizačních chorob. Na kardiovaskulární choroby má příznivý vliv především glutathion, který *D. salina* taktéž produkuje.

Imunomodulační aktivita

Některé polysacharidy jednobuněčných řas mimo prebiotických vlastností také zlepšují funkci lidského imunitního systému (Abdel-Daim a kol. 2015; Goya a kol. 2019). Platí obecně, že s rostoucím počtem sacharidových jednotek je vliv na imunitu silnější. Imunomodulační vlastnosti vykazuje i biomasa druhu *D. salina*, nicméně není jisté, zda stojí za jejími imunomodulačními vlastnostmi pouze v ní obsažené polysacharidy, anebo jednali se o synergický účinek polysacharidů a antioxidantů (Caroprese a kol. 2012). Antioxidanty produkované touto řasou, tedy především karoteny, vykazují protizánětlivou aktivitu, inhibují totiž cytokinovou odpověď na zánět. Na stejném metabolickém principu pracuje také inhibice replikace virů týmiž látkami. Dle klinických hodnot tyto karoteny působí preventivně proti jaterní fibróze (El-Baz a kol. 2020 b). Dalšími hodnotami krevního obrazu, které extrakt biomasy z této mikroskopické řasy ovlivňuje ve prospěch konzumenta, jsou glykoproteiny, které mohou mít příznivý vliv na adhezi buněk zajišťujících imunitní reakci na zánět (El-Baz a kol. 2020 a).

Další využití

Karoteny produkované druhem *D. salina*, respektive β -karoten, se taktéž prodávají zejména ve formě potravních doplňků. Byl prokázán jejich příznivý vliv na hodnoty lipidů v krvi včetně cholesterolu (Sathasivam a kol. 2019). V případě fortifikace potravin za účelem zlepšení stavu pacientů trpících civilizačními chorobami lze též diskutovat komplexní vliv látek produkovaných řasami spíše než jedné konkrétní složky (Şahin, 2020). *Dunaliella salina* je taktéž zdrojem esenciálních polynenasycených ω -3 mastných kyselin (DHA, EPA), jež se nevyskytují ani v rostlinné stravě, ale pro člověka jsou nezbytné. Nicméně tyto, stejně jako další biologicky významné látky, zůstávají, i přes svůj nutriční význam, v případě kultivace této řasy spíše okrajovou záležitostí.

Závěr

Dunaliella salina je bohatým zdrojem bílkovin a karotenů, o které je na trhu s potravními doplňky zájem. Její pěstování není příliš obtížné ani nákladné, a tudíž lze očekávat, že její význam v budoucnosti poroste. Využití jednotlivých látek, produkovaných touto mikroskopickou řasou, jako potravní doplňky, případně neseparované biomasy bude záviset na ekonomických možnostech výroby a samozřejmě na poptávce na trhu. Stejně tak možnosti fortifikace mlékařských či dalších potravinářských výrobků a jejich následné uvedení do prodeje ukáže až další vývoj. Přestože *D. salina* zůstane v nejbližší době hlavně zdrojem antioxidantů, není důvod opomíjet i přínos dalších, méně zastoupených látek pro zdraví konzumentů.

Poděkování

Tato práce vznikla s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství České republiky při řešení projektu QK1910300 v programu ZEMĚ a projektu MZE-RO1422.

Seznam literatury

- ABDEL-DAIM, M. M., FAROUK, S. M., MADKOUR, F. F., & AZAB, S. S. (2015). Anti-inflammatory and immunomodulatory effects of *Spirulina platensis* in comparison to *Dunaliella salina* in acetic acid-induced rat experimental colitis. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 37(2), s. 126–139.
- ALSILIBI, Z. A., ÇELEKLI, A., & BOZKURT, H. (2021). Effect of *Dunaliella salina* on enhancing viability of probiotic and the nutritional value. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), s. 1309–1311.
- CAKMAK, Y. S., KAYA, M., & ASAN-OZUSAGLAM, M. (2014). Biochemical composition and bioactivity screening of various extracts from *Dunaliella salina*, a green microalga. *EXCLI Journal*, 13, s. 679.
- CAROPRESE, M., ALBENZIO, M., CILIBERTI, M. G., FRANCAVILLA, M., & SEVI, A. (2012). A mixture of phytosterols from *Dunaliella tertiolecta* affects proliferation of peripheral blood mononuclear cells and cytokine production in sheep. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 150(1-2), s. 27–35.
- Consultation request for the determination of the novel food status ARTICLE 4 of Regulation (EU) 2015/2283
- DEMARCO, M., DE MORAES, J. O., MATOS, Â. P., DERNER, R. B., DE FARIAS NEVES, F., & TRIBUZI, G. (2022). Digestibility, bioaccessibility and bioactivity of compounds from algae. *Trends in Food Science & Technology*, 121, s. 114–128.
- DEWAPRIYA, P., & KIM, S. K. (2014). Marine microorganisms: An emerging avenue in modern nutraceuticals and functional foods. *Food Research International*, 56, s. 115–125.
- E. F. S. A.: 2020. EU Novel food catalogue (v.1.1).
- EL-BAZ, F. K., ABDO, S. M., & HUSSEIN, A. M. (2017). Microalgae *Dunaliella salina* for use as food supplement to improve pasta quality. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 46(2), s. 45–51.
- EL-BAZ, F. K., ALY, H. F., & ABD-ALLA, H. I. (2020 a). The ameliorating effect of carotenoid rich fraction extracted from *Dunaliella salina* microalga against inflammation-associated cardiac dysfunction in obese rats. *Toxicology Reports*, 7, s. 118–124.
- EL-BAZ, F. K., HUSSEIN, R. A., SALEH, D. O., & ABDEL JALEEL, G. A. R. (2019). Zeaxanthin isolated from *Dunaliella salina* microalgae ameliorates age associated cardiac dysfunction in rats through stimulation of retinoid receptors. *Marine Drugs*, 17(5), s. 290.
- EL-BAZ, F. K., SALAMA, A. A., & HUSSEIN, R. A. (2020 b). *Dunaliella salina* microalgae oppose thioacetamide-induced hepatic fibrosis in rats. *Toxicology Reports*, 7, s. 36–45.
- FABREGAS, J., HERRERO, C., PARAFITA, M., PAZ, J. M., CABEZAS, B., & ABALDE, J. (1988). Decrease in plasma cholesterol, triglycerides and CPK levels in rats fed on the marine microalga *Dunaliella tertiolecta*. *Planta Medica*, 54(02), s. 109–111.
- GOYAL, M., BARANWAL, M., PANDEY, S. K., & REDDY, M. S. (2019). Hetero-polysaccharides secreted from *Dunaliella salina* exhibit immunomodulatory activity against peripheral blood mononuclear cells and RAW 264.7 macrophages. *Indian Journal of Microbiology*, 59(4), s. 428–435.
- GUPTA, S., GUPTA, C., GARG, A. P., & PRAKASH, D. (2017). Prebiotic efficiency of blue green algae on probiotics microorganisms. *J. Microbiol. Exp*, 4(4), s. 4–7.
- CATARINA GUEDES, A., BARBOSA, C. R., AMARO, H. M., PEREIRA, C. I., & XAVIER MALCATA, F. (2011). Microalgal and cyanobacterial cell extracts for use as natural antibacterial additives against food pathogens. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(4), s. 862–870.
- KAGA, Y., KUDA, T., TANIGUCHI, M., YAMAGUCHI, Y., TAKENAKA, H., TAKAHASHI, H., & KIMURA, B. (2021). The effects of fermentation with lactic acid bacteria on the antioxidant and anti-glycation properties of edible cyanobacteria and microalgae. *LWT*, 135, s. 110029.

LIN, H. W., LIU, C. W., YANG, D. J., CHEN, C. C., CHEN, S. Y., TSENG, J. K., CHANG T.-J. & CHANG, Y. Y. (2017). *Dunaliella salina* alga extract inhibits the production of interleukin-6, nitric oxide, and reactive oxygen species by regulating nuclear factor- κ B/Janus kinase/signal transducer and activator of transcription in virus-infected RAW264. 7 cells. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(4), s. 908–918.

“List of GRAS Notices”. US Food and Drug Administration. 25 January 2021. Retrieved 30 January 2021.

MAPELLI-BRAHM, P., BARBA, F. J., REMIZE, F., GARCIA, C., FESSARD, A., KHANEGHAH, A. M., SANT’ANA A. S., LORENZO J. M., MONTE-SANO D. & MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. (2020). The impact of fermentation processes on the production, retention and bioavailability of carotenoids: An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 99, s. 389–401.

PATEL, A. K., ALBARICO, F. P. J. B., PERUMAL, P. K., VADRALE, A. P., NTAN, C. T., CHAU, H. T. B., ANWAR, C., MOHI UD DINWAN, H., PAL, A., SAINI, R., HA, L. H., SENTHILKUMAR, B., TSANG, Y.-S., CHEN, C.-W., DONG, C.-D. & SINGHANIA, R. R. (2022). Algae as an emerging source of bioactive pigments. *Bioresource Technology*, s. 126910.

PÉREZ-ALVA, A., MACINTOSH, A. J., BAIGTS-ALLENDE, D. K., GARCÍA-TORRES, R., & RAMÍREZ-RODRIGUES, M. M. (2022). Fermentation of algae to enhance their bioactive activity: A review. *Algal Research*, 64, s. 102684.

SATHASIVAM, R., RADHAKRISHNAN, R., HASHEM, A., & ABD. ALLAH, E. F. (2019). Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), s. 709–722.

ŚCIESZKA, S., & KLEWICKA, E. (2019). Algae in food: A general review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(21), s. 3538–3547.

DA SILVA VAZ, B., MOREIRA, J. B., DE MORAIS, M. G., & COSTA, J. A. V. (2016). Microalgae as a new source of bioactive compounds in food supplements. *Current Opinion in Food Science*, 7, s. 73–77.

DA SILVA, M. R. O. B., MOURA, Y. A. S., CONVERTI, A., PORTO, A. L. F., MARQUES, D. D. A. V., & BEZERRA, R. P. (2021). Assessment of the potential of *Dunaliella* microalgae for different biotechnological applications: a systematic review. *Algal Research*, 58, s. 102396.

ŞAHİN, O. I. (2020). Functional and sensorial properties of cookies enriched with *SPIRULINA* and *DUNALIELLA* biomass. *Journal of Food Science and Technology*, 57(10), s. 3639–3646.

TSAI, C. F., LU, F. J., & HSU, Y. W. (2012). Protective effects of *Dunaliella salina*—a carotenoids-rich alga—against ultraviolet B-induced corneal oxidative damage in mice. *Molecular Vision*, 18, s. 1540.

YU, M., CHEN, M., GUI, J., HUANG, S., LIU, Y., SHENTU, H., HE, J., FANG, Z., WANG, W. & ZHANG, Y. (2019). Preparation of *Chlorella vulgaris* polysaccharides and their antioxidant activity in vitro and in vivo. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137, s. 139–150.

YUAN, Q., LI, H., WEI, Z., LV, K., GAO, C., LIU, Y., & ZHAO, L. (2020). Isolation, structures and biological activities of polysaccharides from *Chlorella*: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, s. 2199–2209.

Korespondující autor:

MVDr. Gabriela Krausová, Ph.D., Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o., Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6, e-mail: krausova@milcom-as.cz

Přijato dne: 8. 11. 2022
Lektorováno: 21. 11. 2022

STANOVENÍ VYBRANÝCH AMINOKYSELIN V NÍZKODOHŘÍVANÝCH SÝRECH BĚHEM PROCESU ZRÁNÍ TECHNIKOU KAPILÁRNÍ ELEKTROFORÉZY S UV DETEKČÍ

Ladislav Bár, Vladimír Dráb, Miloslava Kavková,
Olga Bazalová, Jaromír Cihlář

Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o., Tábor

Determination of selected amino acids in low-scalded cheeses during the ripening process by capillary electrophoresis technique with UV detection

Abstrakt

Tato práce ověřuje možnost využití kapilární elektroforézy s UV detekcí pro stanovení vybraných volných aminokyselin (AK) během procesu zrání sýrů. Jako základ pro tento účel byla použita modifikovaná metoda stanovení AK kapilární elektroforézou s UV detekcí založená na tvorbě Cu^{2+} komplexů v prostředí acetátového pufru s obsahem (2-Hydroxypropyl)- β -cyclodextrinu pro zlepšení separace jednotlivých AK (Makeeva a kol. 2020). Metoda stanovení AK byla vylepšena především zavedením korekce detekovaných píků na interní standard (k. 2-amino-máselnou, 2-ABA) a o vhodnější kondicionální sekvenci kapiláry. Proces štěpení bílkovin postupně až na volné AK byl sledován během časového období zrání 120 dnů u čtyř vybraných pokusných výrob nízkodohříváných sýrů za využití různých kmenů *Lactobacillus helveticus*, které se lišily sekvencí *slpH* genu a antimikrobiální aktivitou (Roubal a kol. 2021). S prodlužující se dobou zrání obsah všech monitorovaných volných AK v sýrech s výjimkou argininu stoupal. Mezi nejvíce zastoupené AK patřila k. glutamová (5,7-8,3 g/kg), lysin (3,3-5,3), leucin (3,5-5,0), prolin (1,6-3,3), fenylalanin (1,8-2,5), asparagin (1,7-2,1) a glutamin (1,6-2,2), jejichž množství obsažená v sýrech po 120 dnech zrání jsou uvedena v závorkách.

Klíčová slova: aminokyseliny, nízkodohříváné sýry, kapilární elektroforéza, β -cyclodextrin

Abstract

This work verifies the possibility of using capillary electrophoresis with UV detection for the determination of selected free amino acids (AA) during the cheese ripening process. There was used a modified for AAs determination, which based on the formation of Cu^{2+} complexes in an acetate buffer containing (2-Hydroxypropyl)- β -cyclodextrin to improve the separation of individual AAs