

FERMENTACE – EFEKTIVNÍ ZPŮSOB ZLEPŠENÍ SENZORICKÝCH VLASTNOSTÍ RAKYTNÍKOVÉ ŠŤÁVY

FERMENTATION – AN EFFECTIVE WAY TO IMPROVE THE SENSORY PROPERTIES OF SEA BUCKTHORN JUICE

Zuzana Krepsová¹ – Mária Greifová¹ – František Kreps¹

¹Ústav potravinárstva a výživy, Oddelenie potravinárskej technológie
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave,
Radlinského 9, 812 37, Bratislava, Slovensko

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-996-9-0207>



ABSTRAKT

Práca vedie k zadefinovaniu podmienok umožňujúcich prípravu fermentovaného ovocného nápoja s obsahom rakytníkovej a jablkovej šťavy a upozorňuje na benefity, ktoré prináša fermentácia ovocných štiav. Experimentálne výsledky dokazujú, že *Lb. plantarum* je najvhodnejší mikroorganizmus na fermentáciu rakytníkovej šťavy (RŠ) s nízkym pH a vysokým obsahom kyseliny jablčnej. Najlepšie podmienky pre priebeh jablkovo-mliečnej fermentácie s baktériou *Lb. plantarum* zabezpečuje kombinácia rakytníkovej a jablkovej šťavy v pomere 2:3. Počas fermentácie sme nezaznamenali výrazný pokles obsahu cukrov, ale bol pozorovaný pokles obsahu kyseliny jablčnej, zvýšenie obsahu kyseliny mliečnej, zvýšenie hodnoty pH a pomer cukrov a kyselín. Pozorovali sme pokles celkového obsahu fenolov a zvýšenie celkovej antioxidačnej aktivity fermentovanej šťavy, čo je výborný prínos z hľadiska zlepšenia nutričných vlastností RŠ.

Kľúčové slová: Rakytník, jablčno-mliečna fermentácia; Lactobacillus plantarum

ABSTRACT

The work leads to the definition of the conditions enabling the preparation of a fermented fruit drink containing sea buckthorn and apple juice and draws attention to the benefits brought by the fermentation of fruit juices. Experimental results prove that *Lb. plantarum* is the most suitable microorganism for the fermentation of sea buckthorn juice (RS) with a low pH and high content of malic acid. The best conditions for the course of apple-milk fermentation with the bacterium *Lb. plantarum* is provided by a combination of sea buckthorn and apple juice in a ratio of 2:3. During fermentation, we did not notice a significant decrease in the content of sugars, but a decrease in the content of malic acid, an increase in the content of lactic acid, an increase in the pH value and the ratio of sugars and acids were observed. We observed a decrease in the total content of phenols, an increase in the antioxidant activity of the fermented juice, which is an excellent benefit in terms of improving the nutritional properties of RS.

Keywords: Sea buckthorn, malolactic fermentation; Lactobacillus plantarum

ÚVOD / INTRODUCTION

Šťava z bobúľ rakytníka rešetliakového je bohatým zdrojom biologicky aktívnych látok a antioxidantov. Rakytník obsahuje vysoké množstvá vitamínu C, v rozmedzí 0,98–5,14 mg/g, v závislosti od analyzovanej odrody, kultivaru, času zberu, miesta rastu a klimatických podmienok počas pestovania (Sytarová et al. 2020). Ďalej je dobrým zdrojom fenolických antioxidantov prevažne v glykozilovanej forme (0,59 do 4,07 mg/g), z ktorých dominantné sú izohamnetín a kvercetin (Ma et al. 2017). Karotenoidy sú prítomný hlavne vo forme beta-karoténu (Sytarová et al. 2020), vitamín E vo forme a-tokoferolu (Eccleston et al. 2002) a významne zastúpený je niacín zo skupiny vitamínov B. Obsah týchto látok spolu s obsahom minerálov, dáva rakytník do popredia z hľadiska porovnávanej nutričnej hodnoty k inému ovociu (Stobdan et al. 2010). Šťava pripravená z bobúľ predstavuje efektívny a dostupný spôsob príjmu vitamínov, flavonoidov, fytosterolov a minerálov (Sytarová et al. 2020). Jej konzumácia vedie k zníženiu rozvoja rizikových faktorov prispievajúcich k vzniku kardiovaskulárnych a zápalových ochorení (Yang et al. 2016). Významné je jej antiaterogénne (Luo et al. 2015) protinádorové (Guo et al. 2017) a imunomodulačné pôsobenie (Mishra et al. 2008), ako aj pozitívny vplyv na metabolizmus (Mortensen et al. 2018). Jedným z dôvodov, prečo nie je rakytníková šťava (RŠ) napriek vysokému obsahu zdraviu prospešných látok zakomponovaná do jedálneho lístka ľudí vo väčšej miere, je jej kyslá až adstringentná chuť. Tá je spôsobená vysokým obsahom kyseliny jablčnej a nízkym pomerom obsahu cukrov a kyselín (Ma et al. 2017; Markkinen et al. 2019). Jednou z možností, ako pozmeniť senzorycky neatraktívne vlastnosti RŠ je jej fermentácia, ktorá je vhodnou alternatívou k sladeniu, či príprave džemov. Keďže prebieha bez zvýšenia teploty, nedochádza pri nej k degradácii termicky labilných nutričov a nežiadúcej zmene farby (Martinsen, Aaby, a Skrede 2020). Rakytníková šťava, prostredie s vysokým obsahom kyseliny jablčnej a nízkou hodnotou pH, poskytuje podmienky vhodné na priebeh jablčno-mliečnej fermentácie (JMF) (Markkinen et al. 2019). Jablčno-mliečna fermentácia, výsledok metabolizmu baktérií mliečneho kysnutia, predstavuje enzymatickú dekarboxyláciu chuťovo výraznej kyseliny jablčnej za vzniku lahodnejšej kyseliny mliečnej. Tento proces je rozšírený a nenahraditeľný najmä vo vinárstve, ale čoraz viac aplikovaný aj pri spracovaní ovocných štiav. Na zmenu vlastností ovocných štiav sa najčastejšie využíva *Lb. plantarum* (Filannino et al. 2016). Organoleptické vlastnosti sú počas fermentácie vylepšené nielen redukciou obsahu kyseliny jablčnej, ale aj produkciou aromatických látok, vytvárajúcich komplexný chuťovo-vonný profil. Patria medzi ne alkoholy, estery, aldehydy a ketóny (Ricci et al. 2019). Medzi benefity fermentovaných ovocných štiav nepochybne patrí zvýšená antioxidačná aktivita (AA) (Wu et al. 2020), antibakteriálna aktivita (Hashemi et al. 2017), stálosť vitamínu C (Hashemi et al. 2017) a fenolov (Di Cagno et al. 2011), či predĺžená trvanlivosť (Muhialdin et al. 2020). RŠ ako východiskový materiál pre fermentáciu nebola doteraz dostatočne preskúmaná. Pri príprave fermentovaného ovocného nápoja obsahujúceho RŠ je potrebné zvážiť, akú bakteriálnu kultúru a koncentráciu RŠ zvoliť a dokumentovať, k akým biochemickým zmenám dochádza počas procesu, ale aj počas skladovania produktu.

MATERIÁL A METODIKA / MATERIAL AND METHODS

Použité suroviny

- 100 % rakytníková šťava RŠ (cultivar Leikora) z PD Tvrdošovce (Tvrdošovské zlato; 2019),
- 100 % jablčná šťava z odrôd Golden Delicious, Jonagold a Gala, vypestované v PD Tvrdošovce (Tvrdošovské zlato; 2019).

Mikrobiologické analýzy

Rast mikrobiálnych kmeňov a zmesných kultúr sme sledovali v roztokoch RŠ v troch koncentráciách (25 %, 50 %, 100 %) v zmesi s MRS bujónom a v samotnom MRS bujóne pomocou merania absorbancie v 3 paralelkách. Použité boli nasledovné mikroorganizmy:

Lb. plantarum (kmene CCM 7039 a K816), *Lb. acidophilus* LA, *Lb. brevis* CCM 1815, *Lb. reuteri* BioGaia, *Lb. rhamnosus* GG, *Streptococcus thermophilus* TH3; a zmesné kultúry jogurtová, probiotická, smotanová a kefirová. Naočkované roztoky sa inkubovali v mikropatničkovom readeri (Epoch Microplate Spectrophotometer) 24 hodín pri 37 °C za aeróbnych podmienok. Meranie absorbancie prebehlo každú hodinu pri vlnovej dĺžke 600 nm.

Životaschopnosť *Lb. plantarum* CCM

RŠ sme kombinovali s jablčnou šťavou s cieľom optimalizovať prostredie pre rast mikroorganizmov. Prídavkom RŠ do jablčnej šťavy sme pripravili zmesné šťavy na fermentáciu s koncentráciou RŠ 10 %, 20 %, 30 % a 40 %. Do skúmaviek sme odobrali 5 ml zo zmesných štiav a inokulovali ich 200 µl nočnej kultúry *Lb. plantarum* CCM 7039, ktorá rástla v MRS bujóne. Sada skúmaviek bola pripravená pre vykonanie stanovení v čase 0, 10, 24, 48 a 72 hodín. Inkubácia prebiehala pri 37 °C za aeróbnych podmienok. V daných časoch sme zo skúmaviek odobrali 1 ml a pripravili desiatkové riedenia fyziologickým roztokom po rad 10^{-6} . Z nariadených vzoriek sme odobrali 200 µl a inokulovali ich na povrch MRS agaru s následným rozterom hokejkou. Naočkované Petriho misky boli minimálne 48 hodín umiestnené v termostate s 37 °C a aeróbnymi podmienkami.

Stanovenie kyseliny askorbovej, jablčnej a mliečnej

Kyselinu jablčnú, mliečnu a askorbovú sme stanovovali pomocou HPLC (Agilent Technologies 1260 Infinity II LC System; Multiple Wavelength Detector; Quaternary Pump) podľa (Schubertová et al. 2021) .

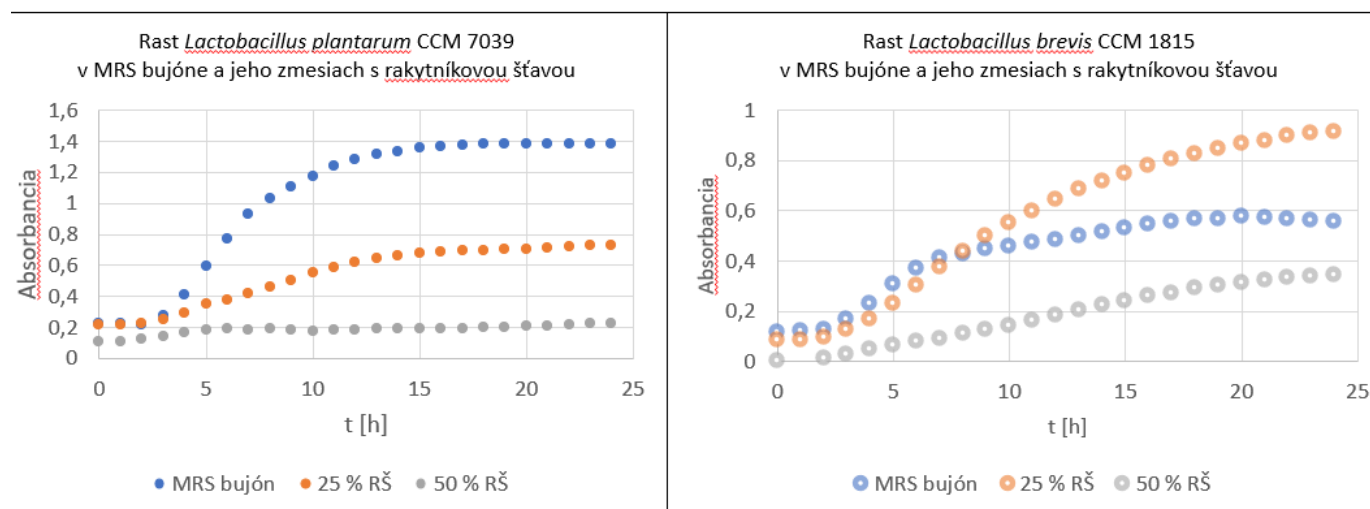
Stanovenie celkového obsahu fenolov a flavonoidov

Celkový obsah fenolov bol stanovený spektrofotometricky po reakcii s Folin-Ciocalteuovým činidlom a bezvodým uhličitanom sodným (Yu et al. 2002). Obsah flavonoidov bol stanovený spektrofotometricky po reakcii s chloridom hlinitým·6H₂O v etanole (Kreft et al. 2002).

VÝSLEDKY A DISKUSIA / RESULTS AND DISCUSSION

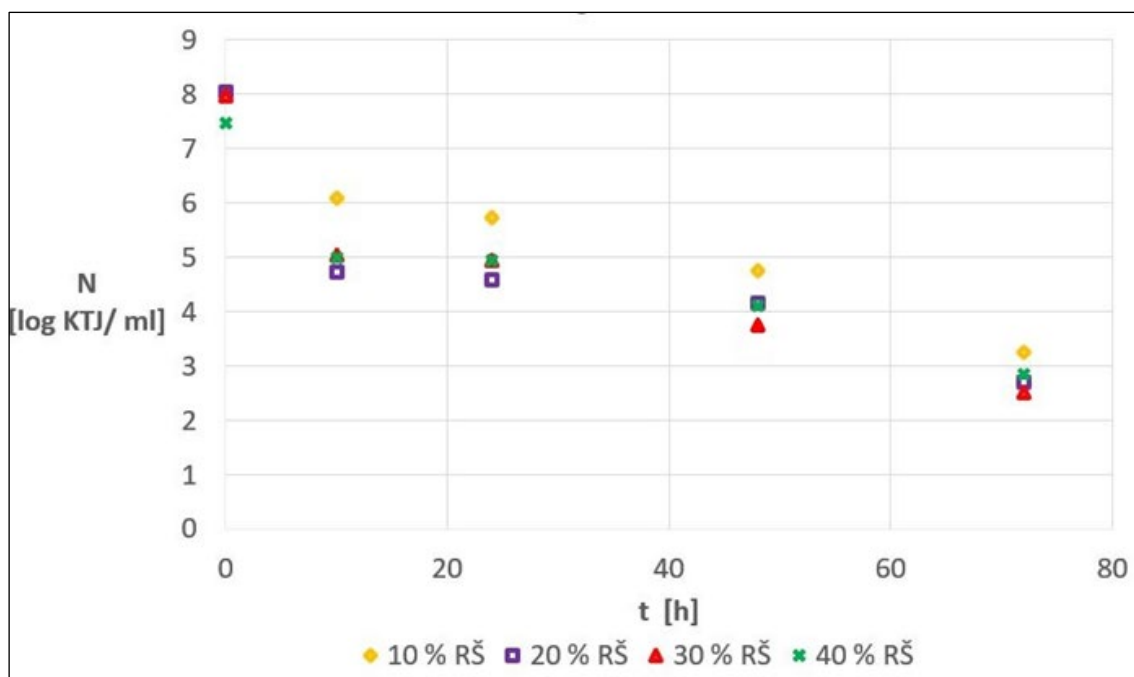
Napriek rozsiahlemu využívaniu *Lb. plantarum* na fermentáciu ovocných štiav sme sa rozhodli otestovať viabilitu buniek v RŠ pre viaceré mikrobiálne kultúry, či už čisté alebo zmesné. Najlepší rast preukázal

Lb. plantarum CCM 7039, ale aj *Lb. brevis* CCM 1815 (Obr. 1). Žiadna kultúra nerástla dobre v 50 % a 100 % RŠ. *Lb. brevis* CCM 1815 rástol dokonca lepšie v 25 % RŠ ako v MRS bujóne a lepšie v 50 % RŠ než *Lb. plantarum* CCM 7039. Jeho metabolizmom cukrov však dochádza k vyššej produkcii kyseliny octovej, etanolu a CO₂ ako v prípade *Lb. plantarum*, ktorý produkuje takmer výlučne kyselinu mliečnu. Produkty metabolizmu *Lb. brevis*, by tak pri výrobe ovocných štiav mohli spôsobiť nevhodnú chuť, ale aj nárast obsahu alkoholu. Pre ďalšie experimenty sme preto zvolili *Lb. plantarum* CCM 7039.



Obrázok 1: Rast *Lb. plantarum* a *Lb. brevis* v MRS bujóne a jeho zmesiach s rakytníkovou šťavou

Pri výbere ovocnej šťavy, ktorú sme pridali k RŠ s cieľom vytvoriť lepšie podmienky pre rast *Lb. plantarum*, sme brali do úvahy jej dostupnosť a taktiež sme vychádzali zo štúdie (Espírito-Santo, Carlin, a Renard 2015), ktorá dokumentovala lepší rast *Lb. plantarum* v jablčnej šťave než v hroznovej alebo pomarančovej. Zo zostrojených priblížení rastových čiar (Obr. 2) vidno, že počet kolóniotvorných jednotiek KTJ *Lb. plantarum* CCM 7039 v zmesných šťavách bol na začiatku fermentácie 7–8 log KTJ/ ml a počas fermentácie pomaly klesal, za 72 h sa znížil o 5 logaritmickej poriadkov. Počet KTJ *Lb. plantarum* CCM 7039 v jednotlivých zmesiach RŠ a jablčnej šťavy v konkrétnych časoch nevykazuje veľké rozdiely. Naše výsledky dokazujú, že počet KTJ vo zvolených časových úsekoch, je len mierne závislý od koncentrácie šťavy rakytníka. To znamená, že použitie najvyššej študovanej koncentrácie šťavy z rakytníka (40 %) nie je problémom z hľadiska fermentácie. Fermentácia RŠ s koncentráciou 40 %, by mohla prebiehať porovnateľne s fermentáciou RŠ s koncentráciou 10 %. Okrem toho, niekoľko štúdií naznačuje, že čím je vstupné médium kyslejšie, tým intenzívnejšia je konverzia kyselín (Filannino et al. 2016; Schubertová et al. 2021).



Obrázok 2: Rast *Lb. plantarum* CCM 7039 v zmesiach RŠ a jablčnej šťavy v štyroch koncentráciách, vyjadrený ako závislosť počtu mikroorganizmov N od času t.

Dokonca, vzhľadom na výskumy vypovedajúce o pozitívnej závislosti medzi intenzitou priebehu JMF a zníženou hodnotou pH (Filannino et al. 2016; Schubertová et al. 2021), by výsledný produkt mohol mať viac pozmenené vlastnosti, ak by východiskovou surovinou bola práve 40 % RŠ. Pri využití kmeňa *Lb. plantarum* na fermentáciu RŠ sme zistili, že JMF vedie ku kompletnej konverzii kyseliny jablčnej. Kyselina jablčná bola teda preferovaným zdrojom uhlíka v porovnaní s cukrami. Z toho dôvodu sme počas fermentácie nezaznamenali významné zníženie obsahu cukrov, ale bolo pozorované zníženie obsahu kyseliny jablčnej, zvýšenie obsahu kyseliny mliečnej, zvýšenie hodnoty pH a pomeru cukrov a kyselín (Tab. 1).

Tabuľka 1: Vybrané parametre zmesi RŠ a jablkovej šťavy po fermentácii kmeňom *Lb. plantarum*

Parametre	Pozorované zmeny Fermentovaná RŠ riedená jablčnou šťavou; 40 %
rast <i>Lb. plantarum</i>	+
obsah kyseliny jablčnej	Po 12 hod. o 50 % Po 24 hod. o 80 % Po 72 hod. pod medzou stanovenia
zmena senzorických vlastností	pokles kyslosti a adstringencie po 24 hod nárast sladkosti po 24 hod off-flavour a off-odor
zmena obsahu cukrov	+
nárast pH a pomeru obsahu cukrov a kyselín	+
zmena obsahu vit. C	-
zníženie obsahu fenolov	+
zvýšenie antioxidačnej aktivity	+

+ pozorovaná zmena; - zmena nebola pozorovaná

Zároveň sme pozorovali zníženie celkového obsahu fenolov a nárast antioxidačnej aktivity fermentovanej šťavy, čo je v súlade s pozorovaniami viacerých autorov (Filannino et al. 2016; Ricci et al. 2019; Wu et al. 2020). Nárast antioxidačnej aktivity (AA) je spájaný so zmenou štruktúry fenolických látok. Aglykóny

flavonolov preukazujú oveľa vyššiu AA ako ich glykozidy. Dôvodom je voľná fenolická hydroxylová skupina aglykónov, na ktorú sa v prípade glykozidov viaže glykozidickou väzbou cukorná zložka. Príkladom je porovnanie AA kvercetínu a rutínu (diglykozid kvercetínu nachádzajúci sa v RŠ. Vyššiu AA má kvercetín.

ZÁVER / CONCLUSIONS

Fermentácia rakytníkovej šťavy predstavuje perspektívnu metódu, ako vylepšiť organoleptické vlastnosti šťavy. Sledovaním rastu 11 mikrobiálnych kultúr sme za mikroorganizmus najvhodnejší pre rast v RŠ označili *Lb. plantarum* CCM 7039. To je v súlade s mnohými štúdiami potvrdzujúcimi schopnosť *Lb. plantarum* rásť na rastlinných materiáloch a metabolizovať v nich prítomné látky za vzniku chcených produktov. Dobrý rast prejavil aj *Lactobacillus brevis* CCM 1815. V našej práci sa nepreukázala schopnosť žiadneho mikroorganizmu rásť v čistej RŠ, v dôsledku čoho sme ako východiskový materiál pre prípravu fermentovaného ovocného nápoja, použili niekoľko zmesí rakytníkovej a jablčnej šťavy. Kompromisom medzi použitím čo najvyššej koncentrácie RŠ a vytvorením prostredia vhodného pre fermentáciu kmeňom *Lb. plantarum* CCM 7039, je miešanie rakytníkovej a jablčnej šťavy v pomere 2:3. Fermentácia zmesnej RŠ viedla k zlepšeniu celkového senzorického profilu pripraveného nápoja, čo je žiadúce vzhľadom na adstringentnú a kyslú chuť čistej RŠ. Zároveň fermentácia RŠ prispela k zvýšeniu celkovej antioxidačnej aktivity pripraveného nápoja, čo je považované za významný benefit z hľadiska zvýšenia nutričnej hodnoty.

POĎAKOVANIE / ACKNOWLEDGEMENT

Tento výskum podporila Vedecká Grantová Agentúra MŠVVaŠ SR a SAV (VEGA) na základe zmluvy Vega 1/0141/23. Ďalej bol tento výskum financovaný Agentúrou na Podporu Výskumu a Vývoja (APVV) na základe zmluvy APVV-16-0088.

LITERATÚRA / REFERENCES

- Andersson, S. C., Olsson, M. E., Johansson, E., Rumpunen, K. (2009): "Carotenoids in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries during Ripening and Use of Pheophytin a as a Maturity Marker". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(1): 250–58.
- Cirlini, M., Ricci, A., Galaverna, G., Lazzi, C. (2019): "Application of lactic acid fermentation to elderberry juice: Changes in acidic and glucidic fractions". *LWT* 118: 108779.
- Di Cagno, R. et al. (2011): "Effect of Lactic Acid Fermentation on Antioxidant, Texture, Color and Sensory Properties of Red and Green Smoothies". *Food Microbiology* 28(5): 1062–71.
- Eccleston, C. et al. (2002): "Effects of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans". *The Journal of Nutritional Biochemistry* 13(6): 346–54.

- Espirito-Santo, A. P., Carlin, F., Renard, C. M. G. C. (2015): “Apple, Grape or Orange Juice: Which One Offers the Best Substrate for Lactobacilli Growth? - A Screening Study on Bacteria Viability, Superoxide Dismutase Activity, Folate Production and Hedonic Characteristics”. *Food Research International (Ottawa, Ont.)* 78: 352–60.
- Filannino, P. et al. (2016): “Lactic Acid Fermentation of Cactus Cladodes (*Opuntia Ficus-Indica* L.) Generates Flavonoid Derivatives with Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties”. *PloS One* 11(3): e0152575.
- Guo, R. et al. (2017): “Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries”. *Food Chemistry* 221: 997–1003.
- Hashemi, S. M. B. et al. (2017): “Fermented sweet lemon juice (*Citrus limetta*) using *Lactobacillus plantarum* LS5: Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities”. *Journal of Functional Foods* 38: 409–14.
- Chen, Ch. et al. (2019): “Influence of 4 lactic acid bacteria on the flavor profile of fermented apple juice”. *Food Bioscience* 27: 30–36.
- Cheng, J. et al. (2003): “Inhibitory Effects of Total Flavones of *Hippophae Rhamnoides* L on Thrombosis in Mouse Femoral Artery and in Vitro Platelet Aggregation”. *Life Sciences* 72(20): 2263–71.
- Kallio, H. et al. (2002): “Triacylglycerols, Glycerophospholipids, Tocopherols, and Tocotrienols in Berries and Seeds of Two Subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*)”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(10): 3004–9.
- Koyama, T., Taka, A., Togashi, H. (2009): “Effects of a herbal medicine, *Hippophae rhamnoides*, on cardiovascular functions and coronary microvessels in the spontaneously hypertensive stroke-prone rat”. *Clinical hemorheology and microcirculation* 41: 17–26.
- Kreft, S., Strukelj, B., Gabersčik, A., Kreft, I. (2002): “Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: Comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method”. *Journal of Experimental Botany* 53: 1801–4.
- Larmo, P. S. et al. (2013): “Effects of Sea Buckthorn and Bilberry on Serum Metabolites Differ According to Baseline Metabolic Profiles in Overweight Women: A Randomized Crossover Trial”. *The American Journal of Clinical Nutrition* 98(4): 941–51.
- Lehtonen, H.-M. et al. (2011): “Different Berries and Berry Fractions Have Various but Slightly Positive Effects on the Associated Variables of Metabolic Diseases on Overweight and Obese Women”. *European Journal of Clinical Nutrition* 65(3): 394–401.
- Luo, Y. et al. (2015): “Isorhamnetin Attenuates Atherosclerosis by Inhibiting Macrophage Apoptosis via PI3K/AKT Activation and HO-1 Induction”. *PloS One* 10(3): e0120259.

- Ma, X. et al. (2017): “Role of Flavonols and Proanthocyanidins in the Sensory Quality of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) Berries”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65(45): 9871–79.
- Markkinen, N. et al. (2019): “Impact of Lactic Acid Fermentation on Acids, Sugars, and Phenolic Compounds in Black Chokeberry and Sea Buckthorn Juices”. *Food Chemistry* 286: 204–15.
- Martinsen, B. K., Aaby, K., Skrede, G. (2020): “Effect of Temperature on Stability of Anthocyanins, Ascorbic Acid and Color in Strawberry and Raspberry Jams”. *Food Chemistry* 316: 126297.
- Mishra, K. et al. (2008): “Effect of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Flavone on Immune System: an In-Vitro Approach”. *Phytotherapy research : PTR* 22: 1490–95.
- Mlakar, P. et al. (2015): “The Effect of Cardioprotective Diet Rich with Natural Antioxidants on Chronic Inflammation and Oxidized LDL during Cardiac Rehabilitation in Patients after Acute Myocardial Infarction”. *International Journal of Cardiology. Heart & Vasculature* 7: 40–48.
- Mortensen, M. W. et al. (2018): “Sea Buckthorn Decreases and Delays Insulin Response and Improves Glycaemic Profile Following a Sucrose-Containing Berry Meal: A Randomised, Controlled, Crossover Study of Danish Sea Buckthorn and Strawberries in Overweight and Obese Male Subjects”. *European Journal of Nutrition* 57(8): 2827–37.
- Muhialdin, B., Kadum, H., Zarei, M., Hussin, A. S. M. (2020): “Effects of metabolite changes during lacto-fermentation on the biological activity and consumer acceptability for dragon fruit juice”. *LWT- Food Science and Technology* 121: 108992.
- Ricci, A. et al. (2019): “In Vitro Metabolism of Elderberry Juice Polyphenols by Lactic Acid Bacteria”. *Food Chemistry* 276: 692–99.
- Schubertová, S. et al. (2021): “Influence of Sea Buckthorn Juice Addition on the Growth of Microbial Food Cultures”. *Acta Chimica Slovaca* 14(1): 25–31.
- Stobdan, T. et al. (2010): “Attributes of Seabuckthorn (*Hippophae Rhamnoides* L.) to Meet Nutritional Requirements in High Altitude.” *Defence Science Journal* 60(2): 226–30.
- Sytařová, I. et al. (2020): “Impact of phenolic compounds and vitamins C and E on antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries and leaves of diverse ripening times”. *Food Chemistry* 310: 125784.
- Teleszko, M. et al. (2015): “Analysis of Lipophilic and Hydrophilic Bioactive Compounds Content in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) Berries”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63(16): 4120–29.
- Teng, B.-S. et al. (2006): “In Vitro Anti-Tumor Activity of Isorhamnetin Isolated from *Hippophae Rhamnoides* L. against BEL-7402 Cells”. *Pharmacological Research* 54(3): 186–94.

Tiitinen, K. et al. (2006): "Malolactic fermentation in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) juice processing". *European Food Research and Technology* 222: 686–91.

Wu, C. et al. (2020): "Effects of lactic acid fermentation-based biotransformation on phenolic profiles, antioxidant capacity and flavor volatiles of apple juice". *LWT* 122: 109064.

Yang, F., Yourui, S., Dongli, Ch., Li, T. (2016): "Protection against Vascular Endothelial Dysfunction by Polyphenols in Sea Buckthorn Berries in Rats with Hyperlipidemia". *Bioscience Trends* 10(3): 188–96.

Yu, L. et al. (2002): "Free Radical Scavenging Properties of Wheat Extracts". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(6): 1619–24.

Kontaktná adresa / Contact Information: Ing. Zuzana Krepsová, PhD., Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave, Radlinského 9, 812 37, Bratislava, Slovenská republika, , e-mail: zuzana.krepsova@stuba.sk