

VYUŽITÍ PLODŮ BEZU ČERNÉHO (*SAMBUCUS NIGRA* L.) PŘI OBOHACOVÁNÍ JOGURTŮ

THE USE OF ELDERBERRIES (*SAMBUCUS NIGRA* L.) IN YOGURT ENRICHMENT

Simona Janoušek Honesová¹ – Eva Dadáková² – Sára Brožíková¹ – Tereza Janů¹ – Eva Baldíková¹
Lucie Hasoňová¹ – Thi Thu Hang Vo¹ – Pavla Moudrá³ – Eva Samková¹

¹Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

²Katedra aplikované chemie, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

³Ústav laboratorní diagnostiky a veřejného zdraví, Zdravotně sociální fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, J. Boreckého 1167/27, 370 11 České Budějovice

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-048-1-0068>



ABSTRAKT

Cílem práce bylo ověřit využití plodů bezu černého (*Sambucus nigra* L.) při obohacování jogurtů. Pro tento účel byly vyrobeny jogurty s 10% přídatkem sušeného odstředěného mléka a tři druhy džemu (bezinky+jahody (BJ), bezinky+borůvky (BB), bezinky+černý rybíz (BR); v poměru 1:1), které byly do jogurtů přidány v množství 10 %. Ve vzorcích džemů byly stanoveny obsahy vitamínu C, celkových monomerních anthokyanů, celkových polyfenolů (TPC) a antioxidační aktivita s využitím metody DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Ve vzorcích jogurtů bylo stanoveno TPC a DPPH. Bylo zjištěno, že džem BR měl v porovnání s džemy BJ a BB vyšší obsahy vitamínu C a TPC a zároveň vyšší hodnoty DPPH. V porovnání s bílým jogurtem se TPC a DPPH zvýšilo ve všech testovaných jogurtech. Z výsledků vyplývá, že plody bezu černého lze využít ke zvýšení antioxidačních parametrů jogurtů.

Klíčová slova: jogurt; džem; biologicky aktivní látky; bez černý; rybíz černý; jahody; borůvky

ABSTRACT

The aim of the work was to verify the use of elderberry (*Sambucus nigra* L.) in the enrichment of yogurts. For this purpose, yogurts with a 10% addition of skimmed milk powder and three types of jam (elderberry+strawberry (ES), elderberry+blueberry (EB), elderberry+blackcurrant (EC) in a ratio of 1:1) were produced. The addition of jams to yogurts was 10%. The contents of L-ascorbic acid (AA), total monomeric anthocyanins, total polyphenols (TPC), and antioxidant activity using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method were determined in the jam samples. TPC and DPPH were determined in the yogurt samples. It was found that EC jam had higher AA and TPC contents and higher DPPH values than ES and EB. Compared to white yogurt, TPC and DPPH increased in all tested fruit yogurts. The results indicated that elderberry can be used to increase the antioxidant properties of yogurt.

Keywords: yogurt; jam; biologically active substances; elderberry; blackcurrant; strawberry; blueberry

ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky poskytují konzumentům řadu klíčových živin. Jejich nízká konzumace během dospívání může způsobit nedostatečný příjem vápníku, hořčíku a jódu a negativně ovlivnit vývoj a pevnost kostí. Konzumace mléčných výrobků, zejména jogurtů, je doporučována rovněž v dospělosti a u starších osob jako prevence nebo ke zmírnění dysfunkcí způsobených chronickými civilizačními chorobami (Gahruie et al. 2015). Z nutričního hlediska jsou jogurty jako fermentované mléčné výrobky dobře stravitelné, a jsou vynikajícím zdrojem esenciálních aminokyselin, minerálních látek (vápník, hořčík, zinek) a vitaminů (vitaminy skupiny B, D). Kromě toho obsahují symbiotickou směs *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* podporující střevní mikrobiotu (Freitas, 2017; García-Burgos et al., 2020). Množství životaschopných mikroorganismů v jogurtu (10^7 v 1 g) je dané vyhláškou č. 397/2016, o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Uvedená tzv. jogurtová kultura může být doplněna o další prospěšné mikroorganismy, z nichž nejčastěji jsou využívány probiotické bakterie rodu *Bifidobacterium* (Prasanna et al., 2014).

Jogurty patří k nejoblíbenějším mléčným výrobkům, o čemž svědčí i skutečnost, že jejich spotřeba se každoročně zvyšuje a tento trend lze i nadále očekávat (Statista, 2024). V České republice se spotřeba jogurtů dlouhodobě pohybuje na úrovni okolo 10 kg/osobu/rok (Kopáček, 2023). Zvýšený zájem spotřebitelů o jogurty je dán i širokou nabídkou v tržní síti, ovlivněnou především neustálými inovacemi v tomto odvětví. Obohacování jogurtů o další živiny, biologicky aktivní látky nebo různé přísady může být současně důležitým procesem pro další zvyšování jejich kvality (Amal et al., 2016; Keršiene et al., 2020; Wajs et al., 2023). Tradičním způsobem obohacování je zvyšování obsahu bílkovin (odebráním syrovátky, přidavkem sušeného odstředěného mléka) či přidání ovocné složky (džemy, želé, sušené ovoce) (de Souza et al., 2021; Gomaa et al., 2021; Ahmad et al., 2022; Wajs et al., 2023). Přidávaný ovocný podíl je často bohatý na látky s antioxidačními účinky, jako je vitamin C nebo polyfenoly, navíc obsahuje vlákninu, která má příznivé účinky na zdraví konzumentů (Gahruie et al., 2015; Chima et al., 2022). Ovocná složka kromě toho pozitivně ovlivňuje fyzikálně-chemické a organoleptické vlastnosti jogurtů, což se příznivě projevuje v jejich lepší přijatelnosti konzumenty (Wajs et al., 2023; Janoušek Honesová et al., 2024).

Obsah antioxidantů v ovocné složce se výrazně liší v závislosti na druhu ovoce, odrůdě nebo zpracování (Pellegrini et al., 2003; Djordjević et al., 2013). Plody bezu černého (bezinky) patří k méně obvyklým druhům ovoce, které je charakteristické vysokým obsahem antokyanů (zejména kyanidin 3-sambubiosid-5-glukosid a kyanidin 3-glukosid), derivátů kvercetinů jako je např. rutin (kvercetin-3-rutinosid) (Veberic et al., 2009), ale také příznivým zastoupením minerálních látek (Diviš et al., 2015). Toto složení splňuje předpoklady pro širší využití bezinek v potravinářském průmyslu, a to i při obohacování jogurtů (Najgebauer-Lejko et al., 2021; Janoušek Honesová et al., 2024).

Cílem práce bylo posoudit antioxidační vlastnosti džemů z bezinek vyrobených v kombinaci s rybízem černým, jahodou a borůvkou a jogurtů obohacených touto složkou.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Jogurty byly vyrobeny ve společnosti AGRO-LA, spol. s.r.o. v Jindřichově Hradci z nestandardizovaného pasterovaného homogenizovaného mléka s přidavkem 10 % sušeného odstředěného mléka (SOM). Po pasteraci (90 °C, 5 min) bylo mléko inokulováno kulturami Christian Hansen (Novonesis): YC-X11 a FreshQ®4. Inokulované mléko bylo plněno do skleněných obalů v množství 180 g a fermentováno ve zracích skříních (33 °C, 12 hod). Po fermentaci byly jogurty zchlazeny na teplotu cca 5 °C a převezeny na Fakultu zemědělskou a technologickou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FZT JU), kde byly obohacovány džemy (přídavek 20 g (10 %) džemu) a dále analyzovány. Chemické složení, počet bakterií jogurtové kultury a antioxidační aktivita bílých jogurtů je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1: Chemické složení a počet mikroorganismů jogurtové kultury u bílých jogurtů použitých pro obohacování

Ukazatel	$\bar{x}$	s_x
Bílkoviny (g/100 g)	5,27	0,19
Tuk (g/100 g)	3,01	0,16
Sušina (g/100 g)	17,3	0,56
Celkový počet mikroorganismů jogurtové kultury (log)	9,03	0,06

Pro ovocnou složku (džem) byly použity bezinky, černý rybíz, jahody a borůvky. Bezinky byly získány na Bezové farmě Křížov, ostatní ovoce bylo zakoupeno v tržní síti. Před přípravou džemu bylo ovoce skladováno při teplotě –18 °C. Džemy byly připraveny podle postupu uvedeného v publikaci Janoušek Honesová et al. (2024). Vyrobené džemy byly skladovány při 6±1 °C.

Analýzy jogurtů a džemů

Ze složení byl u bílých jogurtů stanoven obsah tuku acidobutyrometrickou metodou, obsah bílkovin metodou dle Kjeldahla, obsah sušiny metodou sušení s pískem do konstantní hmotnosti při 102±2 °C (Cvak et al., 1992). Stanovení celkového počtu jogurtových bakterií (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) bylo provedeno kultivační metodou dle ČSN ISO 7889.

U obou druhů jogurtů (bílých a ovocných) a u džemů byly stanoveny spektrofotometricky (UV-Vis spektrofotometr Genesys 180, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, USA) následující parametry: celkový obsah polyfenolů (TPC) a antioxidační aktivita pomocí metody DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Příprava extraktů pro stanovení TPC a DPPH spočívala v extrakci jednoho gramu materiálu (jogurtu, džemu či jejich směsi) v 10 ml 80% etanolu (absolutní p.a.) po dobu 23 hod. Poté byl extrakt vložen na 60 min do ultrazvukové lázně (Argolab AU-32, Carpi, Itálie) a následně odstředěn při 3 000 g/15 min/20 °C (Hettich Universal 320 R, Andreas Hettich GmbH, Tuttlingen, Německo). Eluát byl převeden do 1,5 ml zkumavky typu Eppendorf a uchováván v mrazničce při –20 °C.

TPC: Ke stanovení byla použita modifikovaná Folin–Ciocâlteuova metoda dle Lachmana et al. (1998). K 990 µl destilované vody bylo přidáno 10 µl extraktu, 50 µl Folin–Ciocâlteuova roztoku a 150 µl 20%

uhličitanu sodného. Reakční směs byla důkladně promíchána a inkubována ve tmě (2 hod/20 °C). Vzorky byly měřeny při vlnové délce 765 nm proti blanku (slepému vzorku) = destilovaná voda a výsledky vyjádřeny jako ekvivalenty gallové kyseliny (mg GAE) na 100 g čerstvého materiálu.

DPPH: Zásobní roztok DPPH radikálu byl připraven rozpuštěním 25 mg DPPH ve 100 ml metanolu. Pracovní roztok DPPH vznikl úpravou metanolu radikálem DPPH na absorbanci $0,8 \pm 0,02$ při 515 nm. K 975 μ l upraveného radikálu bylo přidáno 25 μ l extraktu a úbytek absorbance byl měřen po 30 min inkubace ve tmě (blank = metanol). Výsledky byly vyjádřeny v mg troloxu (TE) na 100 g čerstvého materiálu.

Ve vyrobených džemech byl stanoven rovněž obsah vitamínu C a celkových monomerních anthokyanů.

Metodika stanovení vitamínu C vycházela z publikace Begum a Harikrishna (2010) a byla částečně modifikována. Obsah byl určen po chromatografické separaci vzorku s využitím kapalinového chromatografu Agilent 1200 Series Rapid Resolution LC System (Agilent Technologies, Inc. Santa Clara, CA, USA) na koloně Zorbax SB-C8 (4,6×150 mm, zrnitost 5 μ m) od stejné firmy. Vzorek byl extrahován činidlem se složením 0,02 M šťavelové kyseliny a 0,5 mM EDTA (ethylendiaminotetraoctová kyselina). Jako mobilní fáze byl použit roztok 0,02 M šťavelové kyseliny. Nastříkováno bylo 5 μ l vzorku, průtok mobilní fáze byl 1 ml/min a teplota kolony při analýze byla udržována na 25 °C. Absorbance vzorku se odečítala při vlnové délce 254 nm. Kvantifikace byla provedena pomocí standardu vitamínu C v pracovním rozsahu 5-500 mg/kg čerstvého materiálu.

Celkový obsah monomerních anthokyanů byl hodnocen spektrofotometricky podle Českého lékopisu (2017). Stanovení spočívalo v extrakci barviv ze vzorku methanolem a fotometrickém určení absorbance získaného extraktu naředěného okyseleným methanolem (0,1 % HCl). Měření probíhalo při vlnové délce 528 nm proti okyselenému methanolu. Obsah monomerních anthokyanů vyjádřený jako kyanin-3-D-glykosid byl vyhodnocen pomocí vzorce:

$$\text{obsah monomerních anthokyanů} = \frac{A * 5000}{718 * m}$$

kde A = absorbance vzorku při 520 nm, 5 000 = přepočítávací faktor, 718 = specifická absorbance kyanidin-3-O-glukosid-chloridu a m = hmotnost použitého vzorku.

Statistická analýza

Při statistickém zpracování dat byly pro výpočty a vyhodnocení výsledků využity programy Microsoft Excel 365 a Statistica Cz 12 (Statsoft, ČR). U souborů byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat, homogenita rozptylů) a pro vyhodnocení byla využita jednofaktorová analýza rozptylu s následným Tukey HSD testem pro nestejná n.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Vyhodnocení džemů

Přídavek ovocné složky do bílého jogurtu je častým způsobem, jak jej učinit pro spotřebitele atraktivním. Ovoce vnáší do mléčného výrobku složky, které v živočišných produktech chybí, např. rostlinné polyfenolické látky nebo nerozpustnou vlákninu. Dále podstatně zvyšuje obsah vitamínu C a výrazným způsobem ovlivňuje senzorické vlastnosti výrobku (Janoušek Honesová et al., 2024).

Jak již bylo uvedeno, bezinky vynikají vysokým obsahem anthokyanů, které patří mezi velmi silné antioxidanty (Veberic, 2009). Jejich antioxidační aktivita je spojena se strukturou molekuly a projevuje se schopností předcházet oxidačnímu poškození citlivých sloučenin a struktur v buňce (např. nenasycených mastných kyselin nebo DNA). Vyšší příjem anthokyanů působí jako prevence aterosklerózy (Youdim et al., 2000) a onemocnění srdce a cév (Reis et al., 2016), má příznivé účinky pro pacienty s cukrovkou (Gowd et al., 2017) či nervovými obtížemi (May et al., 2023).

V této studii byly bezinky využity v kombinaci s jahodami, borůvkami a černým rybízem (Tab. 2). Antioxidační vlastnosti džemů z takových kombinací ovoce nebyly dosud testovány. Z použitého ovoce je na vitamin C nejbohatší černý rybíz (Velíšek, 1999) a tomu odpovídal také jeho statisticky významně vyšší obsah zjištěný v džemu (29,5 mg/100 g) vyrobeném v kombinaci s bezinkami. Ve srovnání s jednodruhovými džemy (Rodrigues et al., 2017; Martinsen et al., 2020) přibližně stejného složení (50 % ovoce a 50 % sacharózy) měly džemy ze směsí bezinky+jahody a bezinky+borůvky nižší obsah vitamínu C, avšak příznivý vliv bezinek se projevil ve vyšším obsahu celkových monomerních anthokyanů (107, resp. 207 mg/100 g) a rovněž ve vyšší hodnotě TPC (334, resp. 405 mg GAE/100 g). Antioxidační aktivita byla nejvyšší v kombinaci bezinky+černý rybíz (406 mg TE/100 g), která byla statisticky významně vyšší než druhé dvě kombinace.

Tabulka 2: Vitamin C, celkové anthokyany, celkové polyfenoly (TPC) a antioxidační aktivita (DPPH) v džemech vyrobených z kombinace plodů bezu černého a jahod, borůvek a rybízu černého v poměru 1:1

Ukazatel ¹	Džem						<i>p</i>
	bezinky+jahody		bezinky+borůvky		bezinky+černý rybíz		
	$\bar{x}$	<i>s_x</i>	$\bar{x}$	<i>s_x</i>	$\bar{x}$	<i>s_x</i>	
Vitamin C (mg/100 g)	4,28 ^b	0,16	0,71 ^c	0,03	29,5 ^a	1,88	<0,001
Anthokyany (mg/100 g)	107 ^c	7,32	207 ^a	11	184 ^b	5,28	<0,001
TPC (mg GAE/100 g)	334 ^b	62,2	405 ^{ab}	44,8	454 ^a	30,6	0,0020
DPPH (mg TE/100 g)	177 ^b	7,51	222 ^b	11,0	406 ^a	27,9	<0,001

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší ($p < 0,01$);

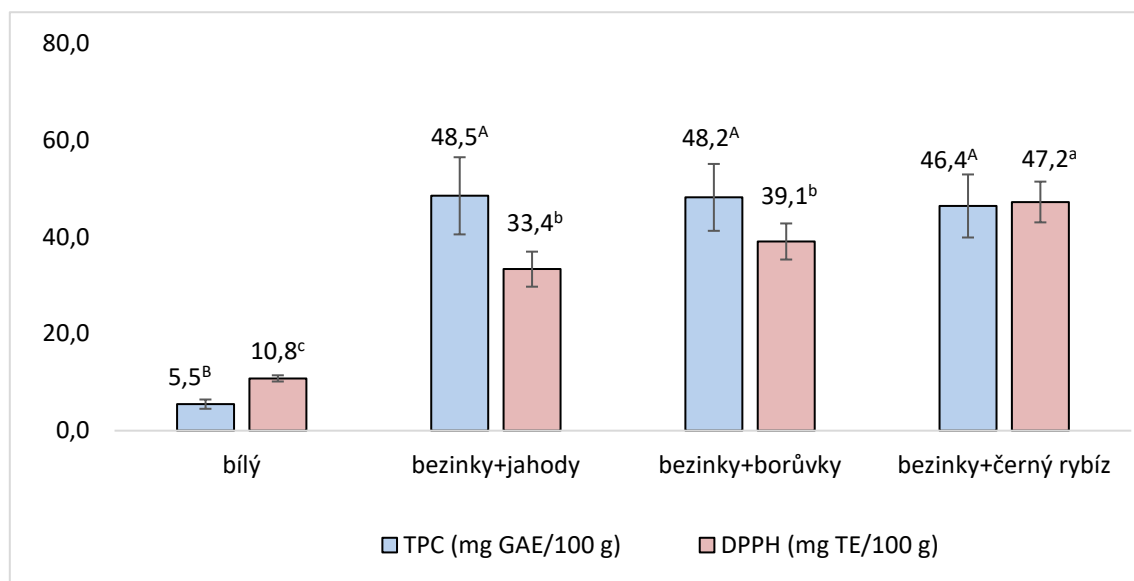
¹GAE – ekvivalent gallové kyseliny; DPPH – 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; TE – trolox ekvivalent

Vyhodnocení jogurtů

Přídavek džemu do jogurtů se projevil změnami v antioxidačních parametrech jogurtu (Obrázek 1). Jak je patrné z hodnot parametrů TPC a DPPH u bílého jogurtu, dosahují hodnoty antioxidačních parametrů velmi nízkých hodnot. Obdobné (velmi nízké) hodnoty obsahu TPC a DPPH v bílých jogurtech zaznamenali ve svém výzkumu i další autoři (Amal et al., 2016; Arfaoui, 2020; Cais-Sokolinska a Walkowiak-Tomczak,

2021). Wajs et al. (2023) uvádí, že je z těchto důvodů velmi vhodné obohacování mléčných výrobků sloučeninami na rostlinné bázi.

Ayyash et al. (2018) ve své práci uvádějí, že antioxidační aktivita ve fermentovaných mléčných výrobcích bez obohacení je přisuzována zejména proteinům (kasein, laktoferin, alfa-laktalbumin, beta-laktoglobulin), aminokyselinám (tyrosin, cystein, tryptofan, lysin), neenzymatickým antioxidantům (vitaminy A, C a E, karotenoidy, močová kyselina, minerální látky, případné fenolické látky) a enzymatickým antioxidantům (kataláza, superoxiddismutáza, glutathionperoxidáza). Obsahy antioxidačních látek v mléce závisí rovněž na druhu mléka, přičemž kravské mléko obsahuje těchto látek v porovnání s mlékem kozím nebo velbloudím nejméně. Yilmaz-Ersan et al. (2018) navíc doplňují, že během fermentace mléka vznikají mikrobiální činností volné aminokyseliny a oligopeptidy, které rovněž mohou vykazovat antioxidační aktivitu.



Obrázek 1: Obsah celkových polyfenolů (TPC) a antioxidační aktivita (DPPH) ve vzorcích bílého jogurtu a tří druhů ovocného jogurtu s 10% přídavkem džemu

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší ($p < 0,01$); ^{A,B} průměry s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší ($p < 0,001$); ¹GAE – ekvivalent gallové kyseliny; DPPH – 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; TE – trolox ekvivalent

Ovocná složka se u jogurtů příznivě projevila v navýšení TPC i v DPPH, a to u všech použitých džemů. Nárůsty činily u TPC +747 až +785 %, u DPPH +209 až +337 %. U TPC byly mírně a nevýznamně vyšší obsahy zjištěny u jogurtů s džemem bezinky+jahody (48,5 mg GAE/100 g) a bezinky+borůvky (48,2 mg GAE/100 g), u DPPH byly statisticky významně vyšší hodnoty zjištěny u jogurtů s džemem bezinky+černý rybíz (47,2 mg TE/100 g) v porovnání s džemy bezinky+jahody a bezinky+borůvky (Obr. 1).

Stejné trendy, tedy významné zvyšování obsahů TPC a antioxidační aktivity po obohacení bílých jogurtů rostlinnými přísadami bohatými na antioxidační látky byly zaznamenány i v jiných studiích (Amal et al., 2016; Arfaoui, 2020; Cais-Sokolinska a Walkowiak-Tomczak, 2021). Najgebauer-Lejko et al. (2021) zjistili nejvyšší obsahy TPC a antioxidační aktivitu u jogurtů obohacených bezinkami ve srovnání s jogurty obohacenými jinými druhy plodů (rakytník a trnka).

Jogurty s přídavkem džemu ze samotných bezinek jsou spotřebiteli velmi kladně přijímány (Janoušek Honesová et al., 2024), přesto je žádoucí další rozšiřování nabídky ovocných přídavků do jogurtů v tržní síti, vzhledem k poptávce po funkčních potravinách s možným zdravotním přínosem (Sajdakowska a Tekień, 2019; Rybowska a Gromowska, 2022). Obohacování jogurtů kombinací bezinek s jinými druhy ovoce (bez ohledu na obsahy jejich antioxidačních látek) může být přínosné z hlediska rozšíření nabídky ovocných přídavků do jogurtů, protože lze předpokládat, že výsledný produkt bude vykazovat díky vlastnostem bezinek stále poměrně vysokou antioxidační aktivitu.

ZÁVĚR

Bezinky, patřící mezi méně obvyklé druhy drobného ovoce, jsou s ohledem k bohatému obsahu anthokyanů relativně nedoceněnou surovinou. Námi zvolené kombinace bezinek s tradičně využívanými a oblíbenými druhy drobného ovoce, jako jsou jahody, borůvky a černý rybíz, v sobě vhodně doplňují jak příznivé obsahy vybraných živin a vysokou antioxidační aktivitu, tak očekávanou přitažlivost danou neobvyklou chutí.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován s finanční podporou Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU122/2024/Z; GAJU 005/2022/Z; GAJU 096/2021/T).

LITERATURA

ČSN ISO 7889 (571420) Jogurt - Stanovení počtu charakteristických mikroorganismů - Technika stanovení počtu kolonií při 37 °C

Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.

Český lékopis (2017): Analýza celkových anthokyaninů jako kyanidin-3-O-glukosid-chlorid. (2017). Grada Publishing: Praha. s. 4115. ISBN 978-80-271-3253-9

Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Zhang, J., Ding, Y., Lyu, F. (2022): Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges - A review. Trends in Food Science & Technology [online]. 129, 558–580. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2022.11.003

Amal, A. M. N., Mahmoud, A. M., Zidan, N. S. (2016): Fruit flavored yoghurt: chemical, functional and rheological properties. International Journal of Environmental & Agriculture Research [online]. 2 (5), 57–66. ISSN 2454-1850. Dostupné z: https://ijoeear.com/assets/articles_menuscripts/file/IJOEAR-MAY-2016-7.pdf

Arfaoui, L. (2020): Total polyphenol content and radical scavenging activity of functional yogurt enriched with dates. Czech Journal of Food Sciences [online]. 38 (5), 287–292. ISSN 1212-1800. Dostupné z: doi:10.17221/28/2020-Cjfs

Ayyash, M., Al-Nuaimi, A. K., Al-Mahadin, S., Liu, S. Q. (2018): In vitro investigation of anticancer and ACE-inhibiting activity, α -amylase and α -glucosidase inhibition, and antioxidant activity of camel milk

- fermented with camel milk probiotic: A comparative study with fermented bovine milk. Food Chemistry [online]. 239, 588–597. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2017.06.149
- Bártová, H., Samková, E., Dadáková, E., Bedrníček, J., Hálová, K., Hradilová, K., Hasoňová, L., Honesová, S., Leherová, H. (2022): Užitečný vzor CZ 35737 U1. Jogurt z pasterovaného mléka. Číslo přihlášky: 2021-39486 PUV - národní s žádostí o zapsání do rejstříku. Datum podání: 17.12.2021
- Begum, A., Harikrishna, S. (2010): Evaluation of some tree species to absorb air pollutants in three industrial locations of South Bengaluru, India. E-Journal of Chemistry [online]. 7, S151–S156. ISSN 0973-4945. Dostupné z: doi:10.1155/2010/398382
- Cais-Sokolinska, D., Walkowiak-Tomczak, D. (2021): Consumer-perception, nutritional, and functional studies of a yogurt with restructured elderberry juice. Journal of Dairy Science [online]. 104, 1318–1335. ISSN 0022-0302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2020-18770
- Cvak, Z., Peterková, L., Černá, E. (1992). Chemické a fyzikálně-chemické metody v kontrole jakosti mléka a mlékárenských výrobků. VÚP: Praha. ISBN 880-85120-36-4
- de Souza, W. F. C. A., do Amaral, C. R. S., Bernardino, P. D. L. D. (2021): The addition of skim milk powder and dairy cream influences the physicochemical properties and the sensory acceptance of concentrated Greek-style yogurt. International Journal of Gastronomy and Food Science [online]. 24, 100349. ISSN 1878-450X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100349
- Diviš, P., Pořízka, J., Vespalcová, M., Matějčík, A., Kaplan, J. (2015): Elemental composition of fruits from different black elder (*Sambucus nigra* L.) cultivars grown in the Czech Republic. Journal of Elementology [online]. 20, 549–557. ISSN 1644-2296. Dostupné z: doi:10.5601/jelem.2015.20.1.758
- Djordjević, B., Savikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Vulić, T., Pljevljakušić, D., Oparnica, C. (2013): Biochemical properties of the fresh and frozen black currants and juices. Journal of Medicinal Food [online]. 16 (1), 73–81. ISSN 1096-620x. Dostupné z: doi:10.1089/jmf.2011.0256
- Freitas, M. (2017). Chapter 24 - The Benefits of Yogurt, Cultures, and Fermentation. In M. H. Floch, Y. Ringel, & W. Allan Walker (Eds.), The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology (s. 209–223). Academic Press. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-804024-9.00024-0
- Gahruie, H. H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., Hanifpour, M. A. (2015): Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. Food Science and Human Wellness [online]. 4 (1), 1–8. ISSN 2213-4530. Dostupné z: doi:10.1016/j.fshw.2015.03.002
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J. M., Díaz-Castro, J., López-Aliaga, I. (2020): New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. Journal of Functional Foods [online]. 72, 104059. ISSN 1756-4646. Dostupné z: doi:10.1016/j.jff.2020.104059

- Gomaa, M. A. E., Allam, M. G., Haridi, A., Eliwa, A. M., Darwish, A. M. G. (2021): High-protein concentrated pro-yogurt (Pro-WPI) enriched with whey protein isolate improved athletic anemia and performance in a placebo-controlled study. *Frontiers in Nutrition* [online]. 8, 788446. ISSN 2296-861x. Dostupné z: doi:10.3389/fnut.2021.788446
- Gopalan, A., Reuben, S. C., Ahmed, S., Darvesh, A. S., Hohmann, J., Bishayee, A. (2012): The health benefits of blackcurrants. *Food & Function* [online]. 3 (8), 795–809. ISSN 2042-6496. Dostupné z: doi:10.1039/c2fo30058c
- Gowd, V., Jia, Z., Chen, W. (2017): Anthocyanins as promising molecules and dietary bioactive components against diabetes – A review of recent advances. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 68, 1–13. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2017.07.015
- Chima, B., Mathews, P., Morgan, S., Johnson, S. A., Van Buiten, C. B. (2022): Physicochemical characterization of interactions between blueberry polyphenols and food proteins from dairy and plant sources. *Foods* [online]. 11 (18). eISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11182846
- Janoušek Honesová, S., Samková, E., Dadáková, E., Hasonová, L., Jarošová, M., Reindl, K., Bárta, J. (2024): Effect of skimmed milk powder and fruit jams addition on the physicochemical characteristics of yogurt. *Fermentation-Basel* [online]. 10 (9). 462. eISSN 2311-5637. Dostupné z: doi:10.3390/fermentation10090462
- Keršienė, M., Jasutienė, I., Eisinaitė, V., Pukalskienė, M., Venskutonis, P. R., Damulevičienė, G., Knašienė, J., Lesauskaitė, V., Leskauskaitė, D. (2020): Development of a high-protein yoghurt-type product enriched with bioactive compounds for the elderly. *LWT-Food Science and Technology* [online]. 131. 109820. ISSN 0023-6438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2020.109820
- Kopáček, J. (2023). Aktuální trh s mlékem a jeho dynamika. In *Dny prvovýroby mléka 2023*. ČMSCH: Brno.
- Lachman, J., Hosnedl, V., Pivec, V. (1998). Polyphenols in cereals and their positive and negative role in human and animal nutrition. In K. Vaculová & J. Ehrenbergerová (Eds.), *Cereals for human health and preventive nutrition*. s. 118–124. MZLU: Praha. ISBN 80-902545-0-0
- 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* [online]. 316, 126297. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.126297
- May, N., Neri, J. L., Clunas, H., Shi, J. H., Parkes, E., Dongol, A., Wang, Z. Z., Naranjo, C. J., Yu, Y. H., Huang, X. F., Charlton, K., Weston-Green, K. (2023): Investigating the Therapeutic Potential of Plants and Plant-Based Medicines: Relevance to Antioxidant and Neuroprotective Effects. *Nutrients* [online]. 15 (18). eISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu15183912

- Najgebauer-Lejko, D., Liszka, K., Tabaszewska, M., Domagala, J. (2021): Probiotic Yoghurts with Sea Buckthorn, Elderberry, and Sloe Fruit Purees. *Molecules* [online]. 26 (8). 2345. eISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26082345
- Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B. K., Butler, F. (2011): Stability and Degradation Kinetics of Bioactive Compounds and Colour in Strawberry Jam during Storage. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 4 (7), 1245–1252. ISSN 1935-5130. Dostupné z: doi:10.1007/s11947-009-0226-7
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F. (2003): Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition* [online]. 133 (9), 2812–2819. ISSN 0022-3166. Dostupné z: doi:10.1093/jn/133.9.2812
- Prasanna, P. H. P., Grandison, A. S., Charalampopoulos, D. (2014): Bifidobacteria in milk products: An overview of physiological and biochemical properties, exopolysaccharide production, selection criteria of milk products and health benefits. *Food Research International* [online]. 55, 247–262. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2013.11.013
- Rahaman, M. M., Hossain, R., Herrera-Bravo, J., Islam, M. T., Atolani, O., Adeyemi, O. S., Owolodun, O. A., Kambizi, L., Dastan, S. D., Calina, D., Sharifi-Rad, J. (2023): Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food Science & Nutrition* [online]. 11 (4), 1657–1670. ISSN 2048-7177. Dostupné z: doi:10.1002/fsn3.3217
- Reis, J. F., Monteiro, V. V. S., Gomes, R. D., do Carmo, M. M., da Costa, G. V., Ribera, P. C., Monteiro, M. C. (2016): Action mechanism and cardiovascular effect of anthocyanins: a systematic review of animal and human studies. *Journal of Translational Medicine* [online]. 14. eISSN 1479-5876. Dostupné z: doi:10.1186/s12967-016-1076-5
- Rodrigues, L. M., de Souza, D. F., da Silva, E. A., de Oliveira, T. O., de Lima, J. P. (2017): Physical and chemical characterization and quantification of bioactive compounds in berries and berry jams. *Semina-Ciencias Agrarias* [online]. 38 (4), 1853–1864. ISSN 1676-546x. Dostupné z: doi:10.5433/1679-0359.2017v38n4p1853
- Rybowska, A., Gromowska, K. (2022): The consumer versus innovative dairy products. *Scientific Journal of Gdynia Maritime University* [online]. 124/22, 81–94. Dostupné z: doi:10.26408/124.07
- Sajdakowska, M., Tekień, A. (2019): To raise or not to raise the level of ingredients in yoghurts: Polish consumer preferences regarding dairy products. *Nutrients* [online]. 11 (10), 2526. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11102526
- Statista. (2024). Yogurt - Worldwide. Dostupné z: <https://www.statista.com/outlook/cmo/food/dairy-products-eggs/yogurt/worldwide>

Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Schmitzer, V. (2009): European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. Food Chemistry [online]. 114 (2), 511–515. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2008.09.080

Velíšek, J. (1999): Chemie potravin. Osis: Tábor. ISBN 80-902391-4-5

Wajs, J., Brodziak, A., Król, J. (2023): Shaping the physicochemical, functional, microbiological and sensory properties of yoghurts using plant additives. [online]. 12 (6). 1275. eISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods12061275

Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A., Sahin, S. (2018): Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefir. Journal of Dairy Science [online]. 101 (5), 3788–3798. ISSN 0022-0302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2017-13871

Youdim, K. A., Martin, A., Joseph, J. A. (2000): Incorporation of the elderberry anthocyanins by endothelial cells increases protection against oxidative stress¹¹Mention of trade name, proprietary product, or specific equipment does not constitute a guarantee by the US Department of Agriculture and does not imply its approval to the exclusion of other products that may be suitable. Free Radical Biology and Medicine [online]. 29 (1), 51–60. ISSN 0891-5849. Dostupné z: doi:10.1016/S0891-5849(00)00329-4

Kontaktní adresa: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D., Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: samkova@fzt.jcu.cz