

Výroba netradičních müsli směsí s jedlými květy a jejich nutriční analýza

Ing. Martina Mrázková, Ph.D.

Teze disertační práce

Teze dizertační práce

VÝROBA NETRADIČNÍCH MÜSLI SMĚSÍ S JEDLÝMI KVĚTY A JEJICH NUTRIČNÍ ANALÝZA

**PRODUCTION OF NON-TRADITIONAL MUESLI WITH
EDIBLE FLOWERS AND THEIR NUTRITIONAL ANALYSIS**

Autor: **Ing. Martina Mrázková, Ph.D.**

Studijní program: Chemie a technologie potravin (P2901)

Studijní obor: Technologie potravin (2901V013)

Školitel: doc. Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.

Oponenti: prof. RNDr. Leona Buňková, Ph.D.
doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.

Zlín, 2022

© Martina Mrázková

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici **Doctoral Thesis Summary**.
Publikace byla vydána v roce 2022

Klíčová slova: netradiční müsli, netradiční obilovina, jedlý květ, polyfenoly, antioxidační aktivita, HPLC, ICP-MS

Key words: non-traditional muesli, non-traditional cereal, edible flower, phenolics, antioxidant activity, HPLC, ICP-MS

Plná verze disertační práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

ISBN 978-80-7678-078-1

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat doc. Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení mé disertační práce. Dále děkuji všem ostatním, kteří mě během studia podporovali a inspirovali k dokončení této práce.

Velké poděkování patří mé rodině za trpělivost a podporu po celou dobu studia.

ABSTRAKT

Dizertační práce se zabývá stanovením základních nutričních a biologicky aktivních látek a změn v jejich koncentracích za definovaných skladovacích podmínek u netradičních müsli směsí obohacených jedlými květy. Navržené směsi jsou dobře stravitelné, jsou zdrojem vlákniny a bílkovin, jsou bohaté na vitamíny B-komplexu a minerální prvky. Nejvyšší koncentrace celkových TPC byly naměřeny ve frakcích volných a konjugovaných. Ve směsích byly nejvíce zastoupeny kyseliny protokatechinová, neochlorogenová, sinapová a gallová, ze skupiny flavonoidů epikatechin, kvercetin a epigallokatechin. Z antokyanových barviv převládají antokyaniny (kyanidin-3-glukosid, delphinidin-3-glukosid a pelargonidin-3-glukosid) a antokyanidiny (delphinidin a kyanidin). Celkové TPC a TAC byly nejméně stabilní při skladování za přístupu světla. Za definovaných skladovacích podmínek byly % úbytky v obsahu TAC (až 62 %) vyšší než úbytky v obsahu TPC (až 53 %), přičemž hodnoty AOA klesaly jen minimálně (max. do 21 %). Na skladovací podmínky byly nejvíce citlivé flavonoidy katechin, kvercetin, z kyselin protokatechinová, neochlorogenová, ellagová a *p*-kumarová. Glykosylované formy antokyanových barviv byly za definovaných skladovacích podmínek stabilnější. Skladovací pokus ukázal, že u bezlepkových směsí došlo k vyššímu poklesu v obsahu biologicky aktivních látek ze skupiny polyfenolů, nejvíce degradovala antokyanová barviva (např. peonidin). Výrobci lze doporučit z hlediska stability polyfenolických látek balit směsi do tmavých obalů bez přístupu vzduchu a světla.

ABSTRACT

This dissertation deals with determination of basic nutritional and selected biologically active substances and changes in their concentrations under the specifically defined storage conditions in non-traditional muesli mixtures with edible flowers. Such designed mixtures are easily digestible and serves as a source of fiber and protein. They are rich in vitamin C, vitamin B-complex and minerals. The highest concentrations of total TPC were measured in free and conjugated fractions of the mixtures. Protocatechuic, neochlorogenic, sinapic and gallic acids as well as epicatechin, quercetin and epigallocatechin are the most represented substances in the mixtures. Anthocyanins (cyanidine-3-glucoside, delphinidine-3-glucoside and pelargonidine-3-glucoside) and anthocyanidins (delphinidin and cyanidine) predominate in anthocyanin group. Total TPC and TAC are the least stable when stored in light at laboratory temperature. Concerning the defined storage conditions, percentage decreases in TAC content (up to 62%) were higher than in TPC content (up to 53%), while AOA values decreased only minimally (up to 21%). The most sensitive flavonoids to the storage conditions proved to include catechin, quercetin, protocatechuic, neochlorogenic, ellagic and *p*-coumaric acids. Glycosylated forms of anthocyanin colors were more stable under the defined storage conditions. A shelf life experiment revealed a more significant decrease in the content of polyphenols in gluten-free mixtures, whereas the anthocyanin colors (e.g. peonidine) degraded the most. Considering the stability of polyphenolic substances, manufacturers should be recommended to package mixtures in dark containers without the access to air and light.

OBSAH

1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	10
1.1 Charakteristika müsli směsí	10
1.1.1 Netradiční obiloviny a pseudoobiloviny	10
1.1.2 Ovocný podíl	10
1.1.3 Jedlé květy	11
1.1.4 Ořechy a olejnatá semena	11
1.2 Vybrané biologicky aktivní látky surovin müsli směsí	12
1.2.1 Polyfenolické sloučeniny.....	12
1.2.2 Vitamíny a minerální prvky.....	12
1.3 Stabilita biologicky aktivních látek při chemicko-technologickém zpracování surovin.....	13
2. CÍLE PRÁCE.....	14
2.1 Dílčí cíle	14
3. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ	15
3.1 Příprava vzorků	15
3.1.1 Příprava vložek z netradičních surovin	15
3.1.2 Příprava müsli směsí a stanovení vybraných jakostních parametrů. 15	
3.2 Stanovení základních jakostních znaků	19
3.3 Stanovení polyfenolů a antioxidační aktivity	19
3.3.1 Extrakce volných, vázaných a konjugovaných polyfenolů	19
3.3.2 Stanovení celkových polyfenolů	20
3.3.3 Stanovení antioxidační aktivity metodou s ABTS	20
3.3.4 Stanovení volných, konjugovaných a vázaných polyfenolů pomocí HPLC 20	
3.4 Stanovení antokyanů	21
3.4.1 Extrakce antokyanových barviv a jejich spektrofotometrické stanovení.....	21
3.4.2 Stanovení profilu antokyanů pomocí HPLC	21
3.4.3 Stanovení vitamínů skupiny B pomocí HPLC	21
3.4.4 Stanovení prvkového složení pomocí ICP-MS	22
3.4.5 Statistické zpracování dat	22
4. VÝSLEDKY A DISKUZE EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI	23

4.1	Stanovení základních nutričních znaků müsli směsí a monitoring vlhkosti	23
4.2	Stanovení obsahu vitamínů skupiny B pomocí HPLC	27
4.3	Stanovení obsahu minerálních prvků pomocí ICP-MS.....	28
4.3.1	Makrobiogenní a mikrobiogenní prvky	28
4.3.2	Stopové prvky	28
4.4	Stanovení celkového obsahu polyfenolů	32
4.5	Stanovení sušiny a hrubé bílkoviny.....	34
4.6	Stanovení celkového obsahu polyfenolů za definovaných skladovacích podmínek.....	37
4.7	Stanovení polyfenolického profilu směsí za definovaných skladovacích podmínek.....	40
4.8	Stanovení antioxidační aktivity za definovaných skladovacích podmínek	51
4.9	Stanovení celkových antokyanových barviv za definovaných skladovacích podmínek.....	54
4.10	Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů po skladování za definovaných podmínek.....	55
5.	PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI	59
6.	ZÁVĚR.....	60
7.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
8.	SEZNAM TABULEK.....	83
9.	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	85
10.	PŘÍLOHA I	86
11.	PUBLIKAČNÍ AKTIVITY AUTORA	87
12.	ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA	88

ÚVOD

Obiloviny představují pro člověka významný zdroj energie, bílkovin, minerálních látek a vitamínů skupiny B (Morris, 2016). V důsledku narůstajícího počtu populace postižené celiakií se v posledních letech navíc zvyšuje zájem o pseudocereálie (Gallagher et al., 2002). Cereálie a pseudocereálie jsou často zpracovány pro lidskou spotřebu jako snídaňové produkty, kdy jsou různými technologickými operacemi (třídění, loupání, broušení či leštění, vaření, tvarování, sušení apod.) určeny k přímé spotřebě. K obilnému podílu mohou být přimíchávány také ořechy, semínka a ovoce (Caldwell et al., 2004; Quatela et al., 2018; Burešová et al., 2013).

Snídaňové cereálie můžeme dělit na ready-to-eat-cereals (RTE) a hot-cereals. První skupina je připravena k okamžité spotřebě bez dalšího vaření (či jiné tepelné úpravy). Tyto směsi se vyrábějí především z kukuřice, pšenice, ovsa a rýže. Směsi mohou být ochuceny i dalšími přísadami. Druhá skupina je předchystána k další tepelné úpravě, před jejich konzumací vyžadují nejčastěji přidání horké vody nebo mléka (Caldwell et al., 2004).

Celosvětovým problémem lidské populace je nárůst civilizačních chorob, proto roste zájem o nutričně bohatší potraviny. Také dochází stále častěji k vyhledávání netradičních rostlinných surovin, které jsou zdrojem biologicky aktivních látek (Hidalgo et al., 2018; Javid et al., 2019). Zvyšující se zájem o nutričně bohatší potraviny se orientuje i na jedlé květy, které mají vysokou antioxidační aktivitu. Jsou zdrojem minerálních prvků a byl u nich prokázán protizánětlivý a protinádorový účinek. I když se jedlé květy stále častěji vyskytují v našich pokrmech, část populace pohlíží na konzumaci květů s určitým podezřením. Pro konzumenty je proto důležitá jejich chuť a bezpečnost (Nicolau a Gostin, 2016; Benvenuti et al., 2016; Skrajda-Brdak et al., 2020; Takahashi et al., 2020).

1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

1.1 Charakteristika müsli směsí

Pojem müsli směs je dle legislativy směs mlýnských obilných výrobků, upravených vločkováním, extrudováním nebo další vhodnou technologií, k nimž jsou přidány další složky. Jsou to zejména jádra suchých plodů, sušené nebo jinak zpracované ovoce a suroviny upravující chuť, vůni nebo konzistenci (Vyhláška č.18/2020 Sb.).

1.1.1 Netradiční obiloviny a pseudoobiloviny

Pseudocereálie amarant, quinoa a pohanka se vyznačují bohatým nutričním profilem. Jsou dobrým zdrojem bílkovin, minerálních látek, vitamínů a dalších biologicky aktivních složek. Pseudocereálie jsou důležitou potravou pro část populace, hlavně u celiaků. Obsahují 55–75 % škrobu, 7–15 % bílkovin, 2–5 % lipidů, 2–4 % minerálních prvků a 7–15 % vlákniny (Malleshi et al., 2021). Do vzorků müsli směsí, které byly připravovány v laboratorních podmínkách UACHP, byl využit merlík (*Chenopodium quinoa* Willd.), jehož zrno se vyznačuje vysokým podílem bílkovin (až 18,7 %) s převahou lyzinu, argininu a leucinu. Ve zralém zrnu tvoří celkový protein především frakce globulinů 37 % a albuminů 35 % (Dakhili et al., 2019; James 2009). Jeho zrna jsou zásobárnou kvalitních lipidů (v rozmezí 3,9–7,2 %), polyfenolů a fytoosterolů s možnými nutraceutickými přínosy. Tyto prospěšné látky se mohou podílet na snížení výskytu rakoviny, obezity, kardiovaskulárních, gastrointestinálních a metabolických chorob (Balakrishnan a Schneider, 2020; Dakhili et al., 2019; James, 2009; Navruz-Varli a Sanlier, 2016; Repo-Carrasco et al., 2003; Jacobsen, 2003). Další použitou obilovinou je milička habešská (*Eragrostis tef* L.). Vyznačuje se vyváženou aminokyselinovou skladbou a vyšším podílem bílkovin (10–12 %), vysokým obsahem dalších nutrientů jako jsou škrob, vitamíny skupiny B, vápník a fosfor, vláknina (Yigzaw et al., 2001). Teff může ovlivňovat hladinu hemoglobinu v lidském těle a předcházet výskytu anémie a diabetu (Gebremariam et al., 2014). Díky svému nutričnímu profilu a bezlepkové povaze zrna má vhodné využití při potravinových alergiích (Gebremariam et al., 2014). Z obilovin byla do müsli směsí použita korasánská pšenice (*Triticum turgidum* subsp. *turanicum*) s obchodním názvem kamut. Vyznačuje se vyšším obsahem proteinů (až 17,8 %) a minerálních prvků jako jsou draslík, hořčík, vápník, železo, fosfor a selen. Pohanka je bezlepková plodina, jejíž zrno je zdrojem sacharidů (71 %) a bílkovin (13 %).

1.1.2 Ovocný podíl

Ovoce je zdrojem základních živin, vlákniny, vitamínů či rostlinných barviv. Poskytuje vysoký obsah biologicky aktivních látek, které často fungují jako

antioxidanty. Přínosy pro lidské zdraví často spočívají v prevenci chronických plicních a kardiovaskulárních chorob, rakoviny, mrtvice a Alzheimerovy choroby (Liu, 2003; Majerska et al., 2019, Slavin a Lloyd, 2012; Wu et al., 2013; Wang et al., 2015; Teng et al., 2017; Meng et al., 2019; Chaves et al., 2017). K přípravě našich vzorků byl použit například dříví evropský (*Berberis vulgaris* L.). Plody, kořeny, listy a kůra této rostliny jsou využívány v lidovém lékařství k léčbě některých typů rakoviny (jater, krku a žaludku) a k čištění krve (Aghbashlo et al., 2009; Imanshahidi a Hosseinzadeh et al., 2008). Další použitou surovinou jsou borůvky z rodu vřesovcovitých, které jsou známým zdrojem bioaktivních složek (polyfenolů, karotenoidů, vitamínu C) (Sinelli et al., 2008). Pro svou jedinečnou chuť, strukturu a barvu byla využita mochně peruánská (*Physalis peruviana* L.), která je zdrojem bílkovin (15,9 %), vlákniny (16,7 %) a lipidů (13,7 %).

1.1.3 Jedlé květy

Rozvoj a využití potravinových zdrojů zvyšuje zájem o jedlé květy, a to zejména pro jejich obsah fytonutraceutik (Chen et al., 2020; Zhao et al., 2019). Mohou tak sloužit jako přírodní antioxidační zdroj pro potenciální využití ve funkčních potravinách, v potravinářském a farmaceutickém průmyslu (Benvenuti et al., 2016; He et al., 2015; Chen et al., 2018). Do připravených směsí byly přidány květy levandule lékařské (*Lavandula angustifolia* L.). Ta je primárně využívána pro éterický olej, který vykazuje antioxidační a antimikrobiální účinky. Levandule je také dobrým zdrojem fytosterolů, antokyanů, minerálních prvků a taninů (Prusinowska a Śmigielski, 2014). Dalším květem, který byl použit do směsí je květ chrpy polní (*Centaurea cyanus* L.). Květy jsou bohaté na tokoferoly, antokyaniny a organické kyseliny. Z organických kyselin je nejvíce zastoupena kyselina jantarová (25,5 g.kg⁻¹) a citronová (22,9 g.kg⁻¹) (Lockowandt et al., 2019). Do směsí byly také přidány květy ibišku súdánského (*Hibiscus sabdariffa* L.), které mají vysokou antioxidační aktivitu, olej získaný ze semen rostliny má inhibiční účinek na některé bakterie a houby (Ali et al., 2005). Květ ibišku obsahuje 55 g.kg⁻¹ bílkovin, 74 g.kg⁻¹ popele a 4,7 g.kg⁻¹ lipidů (Jabeur et al., 2017).

1.1.4 Ořechy a olejnata semena

Ořechy jsou nutričně hodnotné, obsahují nenasycené mastné kyseliny (hlavně kyselinu olejovou), bílkoviny, vlákninu, vitamíny (především vitamín E), minerální prvky, fenolické sloučeniny a fytosteroly (zejména β -sitosterol) (Ros, 2010; Richardson, 1996). Do modelových směsí bylo přidáno semeno lnu (*Linum usitatissimum* L.), které je bohatým zdrojem vlákniny, ω -3 mastných kyselin, bílkovin a dalších fotochemikálií s vysokou antioxidační aktivitou (Wang et al., 2017). Další surovinou bylo konopné semínko (*Cannabis sativa* L.). To je bohaté na terpeny, které mohou mít protizánětlivé, antioxidační

a antidepresivní účinky (Nuutinen, 2018). Dalším využitým semenem bylo chia semínko (*Salviahispanica*L.). Je považováno za přírodní zdroj ω -3 mastných kyselin, bílkovin, vitamínů, minerálních prvků a přírodních antioxidantů. Ve výživě napomáhá zvyšovat index sytosti a působí preventivně proti kardiovaskulárním chorobám. V neposlední řadě byly přidány mandle, které jsou zdrojem tiaminu, riboflavinu, niacinu, vitamínů D a E. Jejich konzumace snižuje riziko kardiovaskulárních chorob a snižuje diabetická rizika (Hyson et al., 2002; Kamil a Chen, 2012; Chen et al., 2006).

1.2 Vybrané biologicky aktivní látky surovin müsli směsí

1.2.1 Polyfenolické sloučeniny

Polyfenoly tvoří velkou a rozmanitou skupinu sloučenin, jejichž zdrojem jsou ovoce, zelenina, ořechy, semena a listy rostlin. Nacházejí se v cereálních výrobcích, čaji, kávě, ale i ve víně (Gorzynik-Debicka et al., 2018; Ferguson, 2001). Polyfenoly jsou sekundární metabolity rostlin, které se podílejí na jejich ochraně proti UV záření a škodlivému působení patogenů. Jejich biosyntéza je součástí fenylypropanoidové dráhy rostlin. V posledních letech se zvyšuje zájem o tyto polyfenolické látky jako antioxidanty (Pandey a Rizvi, 2009).

Největší skupinu polyfenolů tvoří flavonoidy, které jsou dále členěny na flavony, flavonony, flavonoly, flavanoly, isoflavony a antokyany. Antokyany jsou ve vodě rozpustná barviva (Chalker-Scott, 1999; Bueno et al., 2012). Ve většině rostlin se jako dominantní antokyanin nachází kyanidin-3-glukosid (Vaknin et al., 2005; Oancea a Oprean, 2011). Barviva mají antioxidační účinky (Khoo et al., 2017), napomáhají snižování rizika vzniku obezity, diabetu, kardiovaskulárních chorob a příznivě ovlivňují zrak (Tuoheti et al., 2005). Druhou významnou skupinou jsou fenolické kyseliny, které se dělí na deriváty kyselin hydroxybenzoových a hydroxyskořicových (Ferguson, 2001; Abbas et al., 2017). Nejrozšířenějšími fenolovými kyselinami v rostlinách jsou hydroxyskořicové sloučeniny. Tyto ještě bývají silně vázány na stavební polysacharidy buněčných stěn rostlin, proto je také důležité tyto vyvázat a stanovit je jako nerozpustné vázané fenolické frakce (Ogawa et al., 2017; Herrmann a Nagel, 1989; El-Seedi et al., 2012).

1.2.2 Vitamíny a minerální prvky

Obiloviny a olejnatá semena obsahují vitamíny skupiny B (tiamin, riboflavin, pyridoxin a niacin). Vyšší obsahy tiaminu a riboflavinu se nachází v zrně v obalových vrstvách a klíčcích. Pšenice a ječmen jsou zdrojem především kyseliny nikotinové (Kučerová, 2004). Bezlepkové mouky z teffu, prosa, pohanky a amarantu obsahují vyšší množství vitamínů skupiny B v porovnání s moukami z kukuřice, rýže a moukou obsahující lepek. Teffová mouka je zdrojem tiaminu (6 mg.kg^{-1}), pohanka obsahuje riboflavin ($2,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) a mouka prosa je bohatá

na niacin ($60,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) (Rybicka a Gliszczynska-Swiglo, 2017). Quinoa je také bohatá na vitamín C, jehož obsah je 130 mg.kg^{-1} . Samozřejmě, že vitamín C se nachází především v ovoci a zelenině (Phillips et al., 2016). Olejnatá semena a ořechy jsou zdrojem vitamínů rozpustných v tucích. Obsah vitamínu E v chia semenech je cca 82 mg.kg^{-1} (Da Silva et al., 2017), mandle jsou zdrojem vitamínů D, E, ale i riboflavinu, niacinu a tiaminu (Nicklas et al., 2016). Obsah minerálních látek v obilném zrně je 1,5–2,5 % (Kučerová, 2004). Vyšší koncentrace minerálních prvků je v obalových vrstvách. Zrna ječmene jsou bohatá na fosfor, vápník, draslík, hořčík, měď a zinek (Ragae et al., 2006). Pšenice a rýže obsahují vyšší koncentrace zinku, mědi, hořčíku, selenu, vápníku a železa než zelenina (Srikumar, 1993). Z bezlepkových obilovin obsahuje zrna pšenice vyšší koncentrace železa (200 mg.kg^{-1}), kobaltu ($0,27 \text{ mg.kg}^{-1}$) a chromu ($7,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) (Ragae et al., 2006). Z ovoce jsou na minerální prvky bohaté jahody a maliny, a to zejména na vápník, hořčík, sodík, draslík, fosfor, mangan, zinek, měď a železo (Hossain et al., 2016).

1.3 Stabilita biologicky aktivních látek při chemicko-technologickém zpracování surovin

Při zpracování obilovin může docházet k jejich změnám v koncentracích či povaze chemicky vázaných forem. Například namáčením zrna se zvyšuje jeho nutriční hodnota vyvázáním tiaminu a původně vázaných fenolických frakcí zrna (Rocha-Villarreal et al., 2018). Stabilita polyfenolů je silně ovlivněna dalšími faktory při zpracování, jako jsou teplota a pH (Peanparkdee et al., 2020).

K fyzikálním, chemickým a nutričním změnám dochází při hydrotermální úpravě. Předvaření zrna může snížit obsah karotenoidů v endospermu, ale jeho předvaření může mít i příznivý vliv na obsah využitelných polyfenolů. U hydrotermálně opracovaných obilných zrn nemusí nutně docházet k poklesu volných polyfenolů. Po tomto ošetření se totiž uvolňují původně vázané polyfenoly, které přecházejí do frakce volné. Bylo zjištěno, že některé fenolické glykosidy jsou během hydrotermálního ošetření převedeny na aglykonovou formu a vyšší teplota podporuje jejich deglykosylaci (Zeng et al., 2019).

Antokyany během zpracování a skladování snadno degradují, což může způsobit změnu barvy finálního produktu a mohou být také ovlivněny nutriční vlastnosti (Patras et al., 2010). Na jejich stabilitu má vliv teplota a pH, kdy v otrubách rýže byla vyšší stabilita antokyanů a vyšší antioxidační aktivita zjištěna při kyselém pH (3 a 5), v porovnání s neutrálním a zásaditým prostředím (pH 7 a 9) (Peanparkdee et al., 2020).

Předpokládaný vysoký obsah lipidů v oříšcích a olejnatých semenech může být spojen s oxidačním žluknutím, které se řadí mezi hlavní příčiny zhoršení kvality potravin (Velasco et al., 2010).

2. CÍLE PRÁCE

Cílem dizertační práce je vyrobit netradiční vločky procesem hydrotermálního ošetření a tyto využít pro přípravu müsli směsí s jedlými květy. U navržených modelových cereálních směsí stanovit obsah základních nutričních a biologicky aktivních látek a sledovat změny hodnot koncentrací jakostních znaků u sledovaných vzorků při jejich skladování.

2.1 Dílčí cíle

- a) Výroba vloček procesem hydrotermálního ošetření s následným rozvácováním zrn méně tradičních obilovin a pseudoobilovin.
- b) Příprava vzorků netradičních müsli směsí s obsahem obilného podílu tvořeného vločkami, dále ovocem, oříšky a semínky, jedlými květy.
- c) Založení skladovacího pokusu a následné sledování změn hodnot koncentrací vybraných jakostních znaků.
- d) U připravených müsli směsí analyzovat následující vybrané jakostní znaky:
 - Základní nutriční:
 - Stanovení vlhkosti, popele, lipidů, hrubých bílkovin, vlákniny.
 - Jakostní znaky v oblasti biologicky aktivních látek:
 - Stanovení vitamínů skupiny B a vitamínu C pomocí HPLC
 - Stanovení minerálních prvků pomocí ICP-MS
 - Stanovení profilu antokyanových barviv pomocí HPLC a stanovení celkového obsahu antokyanových barviv spektrofotometricky
 - Extrakce volných, vázaných a konjugovaných frakcí polyfenolů, u nichž budou následně provedeny:
 - stanovení obsahu celkových polyfenolů spektrofotometricky,
 - stanovení polyfenolického profilu pomocí HPLC,
 - stanovení antioxidační aktivity spektrofotometricky.

3. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

3.1 Příprava vzorků

3.1.1 Příprava vloček z netradičních surovin

Vločky z méně tradičních obilovin a pseudoobilovin byly vyrobeny za laboratorních podmínek. Byly připraveny procesem hydrotermálního ošetření zrna s rozválním. Zrna byla povařena při mírném varu v redestilované vodě. Poté byl případný velmi malý podíl vody slit a zrna byla válcována na vločkovači Walder Biotech CombiStar (Linec, Rakousko) na tloušťku menší než 0,70 mm. Vločky byly vysušeny v sušárně při 40 °C, aby jejich vlhkost byla maximálně 14 %.

3.1.2 Příprava müsli směsí a stanovení vybraných jakostních parametrů

Pro stanovení základních nutričních znaků a biologicky aktivních látek bylo připraveno celkem 8 müsli směsí (Tabulky 1 a 2), z nichž čtyři byly vyrobeny jako bezlepkové. Dizertační práce navazuje ve své experimentální části na dílčí projekt Gamma TAČR TG03010052 (2016), kdy byly připraveny receptury těchto cereálních směsí s jedlými květy a v rámci tohoto projektu bylo provedeno i jejich sensorické hodnocení. Müsli směsi s jedlými květy, které jsou zde použity v dané surovinové skladbě, jsou v rámci komercializace nabízeny jako tzv. funkční vzorek (tzn. jejich surovinová skladba je deklarována) a nese v sobě označení „s jedlými květy“. Všechny vzorky byly připraveny vždy ve třech opakováních pro dané podmínky. Müsli směsi byly vyrobeny smícháním jednotlivých surovinových komponent tak, že 60–70 % jejich hmotnostního podílu bylo tvořeno vločkami a 30–40 % podílu tvořilo lyofilizované nebo sušené ovoce, skořápkové plody a sušené jedlé květy.

A. Stanovení jakostních charakteristik müsli směsí

U 8 vzorků müsli směsí (označených jako M1 až M8) připravených postupem uvedeným v kapitole 3.1.2 byly stanovovány vybrané jakostní parametry. Vzorky byly nachystány vždy ve třech opakováních. Ze základních nutričních jakostních znaků byla stanovena vlhkost, popel, lipidy, hrubé bílkoviny, vláknina a stravitelnost. Z jakostních znaků v oblasti biologicky aktivních látek byly stanoveny vitamíny skupiny B a minerální prvky, celkový obsah antokyanů a profil antokyanových barviv. Dále byl stanoven obsah celkových polyfenolů, polyfenolický profil a antioxidační aktivita. Všech 8 vzorků směsí bylo zároveň podrobena ročnímu pilotnímu monitorovacímu skladování. Tyto vzorky byly vakuově zabaleny do sáčků PA/PE (20x30 cm) (PolyScience, ČR) a hermeticky uzavřeny (Turbovac, UK). Poté byly vloženy do kartonové krabice a skladovány mimo dosah slunečního záření v klimatizované laboratoři při 23±2 °C. Tento zjednodušený skladovací pokus byl zaměřen na monitoring v oblasti biologicky

aktivních látek a pro kontrolu vlhkosti vzorků a sloužil jako podklad pro následné založení skladovacího pokusu. K vakuaci vzorků při skladování bylo přistoupeno na základě problematiky týkající se stability polyfenolických látek, zejména antokyanových barviv. Tato v přítomnosti kyslíku po roce skladování degradují i z více než 80 %, což by mohlo negativně ovlivnit i jakostní parametry cereálních směsí (vzhledem k jejich surovinové skladbě bohaté na tato barviva) (Maciel et al., 2018).

B. Sledování změn vybraných jakostních parametrů za definovaných skladovacích podmínek

Pro skladovací pokus, za definovaných podmínek skladování v rámci teploty a přístupu světla, byly z osmi původně připravených směsí vybrány pouze 4, a to tak, aby dvě byly bezlepkové. Byly vybrány směsi M1, M3, M5 a M8. Tyto byly připraveny stejným postupem, jako je uvedeno v kapitole 3.1.2 a opět byly vakuově zabaleny. Vybrané jakostní parametry byly u těchto směsí stanovovány opět na začátku a po jednom roce skladování. Směsi byly připraveny ve třech opakováních. Ze základních nutričních jakostních znaků byla stanovena sušina, popel, lipidy a hrubé bílkoviny. Z jakostních znaků v oblasti biologicky aktivních látek byl stanoven celkový obsah antokyanů a profil antokyanových barviv. Dále byl stanoven obsah celkových polyfenolů, polyfenolický profil a antioxidační aktivita. Směsi byly uchovány v klimatizované laboratoři v temnu při teplotě 23 ± 2 °C v označených, hermeticky uzavřených vakuových sáčcích, chráněných proti přístupu vlhkosti a světla. Další část vakuově zabalených vzorků byla uchována taktéž v klimatizované laboratoři (23 ± 2 °C), ale za přístupu denního světla. V rámci skladovacího pokusu byly také vakuované vzorky skladovány při teplotě 40 °C v termostatu (MB termostat BT120) bez přístupu světla. Teplota 40 °C byla zvolena z toho důvodu, že potenciální výrobci směsí předpokládají, že by tyto mohly být prodávány do zemí tzv. blízkého východu, kde jsou výrazně jiné klimatické podmínky.

Tabulka 1: Složení müsli směsí s obsahem lepku

M1	Suroviny	Hmotnost (g)	M2	Suroviny	Hmotnost (g)	M3	Suroviny	Hmotnost (g)	M4	Suroviny	Hmotnost (g)
	ovesné vločky	20		ovesné vločky	20		ovesné vločky	20		vločky z červené pšenice	40
	pšeničné vločky	20		žitné vločky	20		žitné vločky	20		vločky z pšenice jednozrnky	10
	žitné vločky	20		vločky z pšenice jednozrnky	20		kamutové vločky	20		kamutové vločky	10
	konopné semínko	2		chia	1		konopné semínko	2		chia	1
	mandle	8		len zlatý	1		mandle	8		konopné semínko	1
	květ ibišku	2,5		mandle	8		květ růže	2		mandle	8
	květ levandule	0,5		květ růže	1		květ slézu	1		květ růže	1
	malina	7		květ ibišku	2		dřišťál	6		květ chrpy modré	2
	dřišťál	6		višeň	7		jablko	8		malina	8
	jablko	7		goji	6		borůvka	8		dřišťál	6
	borůvka	7		rakytník	7		jahoda	5		černý rybíz	8
				černý rybíz	7					jahoda	5

Lyofilizované ovoce – malina, višeň, jahoda. Sušené ovoce – dřišťál, jablko, borůvka, goji, rakytník, černý rybíz

Tabulka 2: Složení müsli směsí bez lepku

M5	Suroviny	Hmotnost (g)	M6	Suroviny	Hmotnost (g)	M7	Suroviny	Hmotnost (g)	M8	Suroviny	Hmotnost (g)
	vločky z červené rýže	20		vločky z černé rýže	20		vločky teffu	20		vločky z červené rýže	20
	vločky teffu	20		vločky teffu	20		jáhlové vločky	20		vločky z černé rýže	20
	vločky z černé quinoi	20		Vločkyz červené quinoi	20		pohankové vločky	20		vločky z bílé quinoi	20
	konopné semínko	2		konopné semínko	2		chia	1		konopné semínko	2
	mandle	8		mandle	8		len zlatý	1		mandle	8
	květ chrpy červené	1,5		květ chrpy červené	2,5		mandle	8		květ růže	1
	květ chrpy modré	1,5		květ levandule	0,5		květ chrpy červené	1,5		květ chrpy modré	2
	dřišťál	7		goji	12		květ chrpy modré	1,5		malina	7
	borůvka	7		jahoda	5		malina	9		dřišťál	6
	višeň	7		mochyně	10		rakytník	7		jablko	7
	mochyně	6					černý rybíz	7		borůvka	7

Lyofilizované ovoce – višeň, jahoda, malina. Sušené ovoce – dřišťál, borůvka, mochyně, goji, rakytník, černý rybíz, jablko.

3.2 Stanovení základních jakostních znaků

Vlhkost byla stanovena gravimetricky při teplotě 130 ± 3 °C po dobu 120 minut. Výsledek vlhkosti byl vyjádřen v % (ČSN EN ISO 712). Všechny nutriční hodnoty byly vyjádřeny v % na sušinu vzorku. Pro stanovení popela byl vzorek spalován při 550 °C po dobu 5,5 hodiny (ČSN ISO 2171) a lipidy se extrahovaly hexanem s využitím zařízení Soxtherm (Gerhardt, Německo). Pro stanovení celkového obsahu dusíkatých látek Kjeldahlovou metodou s následným přepočtem na hrubou bílkovinu byla použita norma ČSN EN ISO 20483. Mineralizace byla provedena pomocí koncentrované H_2SO_4 , H_2O_2 a katalyzátoru ($Na_2SO_4 + CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Pro předestilování uvolněného amoniaku za přídavku nadbytku NaOH byla využita automatická destilační jednotka Behr 2 (Labor-Technik, Německo). Obsah dusíku byl vypočten z množství spotřebované H_2SO_4 při titraci a následně vynásobením příslušného faktoru (6,25) byl přepočten na obsah hrubé bílkoviny. Hrubá vláknina (CF, celulóza a lignin) byla stanovena gravimetricky na přístroji Ankom²²⁰ (Ankom Technology, USA) s použitím filtračních sáčků F57 po hydrolyze H_2SO_4 a NaOH (manuál Ankom Fiber). Stanovení neutrálně-detergentní vlákniny (NDF, celulóza, lignin, některé hemicelulózy) bylo provedeno opět na přístroji Ankom²²⁰. Pro stanovení bylo použito neutrálně-detergentní činidlo obsahující laurylsulfát s trietylglykolem, ke kterému se přidal siřičitan sodný α -amyláza za vzniku neutrálně-detergentního roztoku, ve kterém probíhala hydrolyza vzorků (Sumczynski et al., 2015b). Pro stanovení stravitelnosti byla použita metoda *in vitro* s využitím inkubátoru Daisy (Ankom Technology, USA) a filtračních sáčků. Vzorky byly inkubovány s využitím HCl a pepsinu, následně byly inkubovány pomocí fosfátového pufru s pankreatinem (Sumczynski et al., 2015a). Výsledek byl vyjádřen jako % stravitelnosti sušiny (DMD) nebo organické hmoty vzorku (OMD).

3.3 Stanovení polyfenolů a antioxidační aktivity

3.3.1 Extrakce volných, vázaných a konjugovaných polyfenolů

Extrakce volných frakcí polyfenolů

Do čtyř tmavých lékovek bylo naváženo po 1,5 g vzorku. Ke každé navážce byl přidán 80% metanol a vzorek byl extrahován po dobu 1 hodiny na magnetické míchačce. Pasteurovou pipetou se extrakt odsál do keramické odpařovací misky. Extrakce se znovu zopakovala, druhý extrakt byl přilít k prvnímu do keramické misky a tento byl odpařen do sucha. Byly získány 4 misky s odpařenými extrakty. Obsah odpařovacích misek 1 a 2 byl zregenerován postupně 10 ml 80% metanolu. Takto byl získán extrakt volných polyfenolů (Qiu et al., 2010).

Extrakce konjugovaných polyfenolů

Zbylé dvě misky (označené 3 a 4) s odparkem byly zregenerovány NaOH a byly převedeny do lékovky na magnetické míchadlo, kde byl vzorek pod dusíkem hydrolyzován po dobu 4 hodin. Po uplynutí doby bylo pomocí HCl upraveno pH na 3–5. Následně byl extrakt odstředěn při 12300xg (Velocity 13 μ , DynamicaScientific, UK). Výsledný supernatant byl použit jako extrakt konjugovaných polyfenolů (Qiu et al., 2010).

Extrakce vázaných (nerozpustných) forem polyfenolů

K pevnému zbytku v lékovkách 1 a 2 byl přidán NaOH. Lékovka byla umístěna na magnetické míchadlo, kde byl vzorek hydrolyzován pod dusíkem. Následně bylo pomocí HCl upraveno pH na 3–5. Poté byl extrakt odstředěn při 12300xg a supernatant byl použit jako extrakt obsahující vázané polyfenoly (Qiu et al., 2010).

Všechny extrakty sloužily pro následné stanovení celkových polyfenolů a antioxidační aktivity, a také pro stanovení polyfenolického profilu na HPLC.

3.3.2 Stanovení celkových polyfenolů

Celkový obsah polyfenolů byl stanoven pomocí Folin-Ciocalteuova činidla spektrofotometriky. K měření byl využit spektrofotometr Lambda 25 (PerkinElmer, USA). Rovnicí lineární regrese byl ze získaných hodnot vypočítán celkový obsah polyfenolů ve vzorku, vyjádřený jako ekvivalent standardu kyseliny gallové v 1 kg vzorku (Cicco et al., 2009).

3.3.3 Stanovení antioxidační aktivity metodou s ABTS

Metoda s ABTS využívá schopnost vzorku zhaset kation-radikál ABTS (2,2'-azinobis-(3-etyl-2,3-dihydrobenzotiazol-6-sulfonátu). Při vlnové délce 734 nm byl změřen úbytek absorbance na spektrofotometru Lambda 25. Z rovnice lineární regrese (vyjádřené ze závislosti inaktivace na koncentraci troloxu) byla vypočtena antioxidační aktivita vyjádřená jako mmol troloxu na 1 kg vzorku (Re et al., 1999).

3.3.4 Stanovení volných, konjugovaných a vázaných polyfenolů pomocí HPLC

Extrakty byly získány dle postupu uvedeného v kapitole 3.3.1. Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (zařízení ThermoScientific Dionex Ultimate 3000; ThermoFisher Scientific, USA) byla využita pro stanovení profilu vybraných polyfenolických látek. Extrakty vzorku byly nastříkovány na kolonu v množství 10 μ l, doba analýzy byla 45 minut a teplota termostatu kolony byla 30 °C. Mobilní fázi A byla voda a kyselina octová v poměru 99:1. Mobilní fázi B byla voda,

acetonitril a kyselina octová v poměru 67:32:1. Eluce probíhala gradientově, průtok mobilní fáze byl 1 ml.min⁻¹, typ kolony PhenomenexKinetex C18 (150 x 4,6 mm; 5 μm). Vlnová délka detekce byla 275 nm. Obsah jednotlivých polyfenolických látek byl vypočítán z příslušných rovnic lineárních regresí, které vycházejí ze závislosti ploch píků na koncentraci standardu analytu.

3.4 Stanovení antokyanů

3.4.1 Extrakce antokyanových barviv a jejich spektrofotometrické stanovení

Do tmavé lékovky byly naváženy vzorky. Extrakční směs byla připravena smícháním metanolu a 1 mol.l⁻¹ HCl. Poté byly vzorky extrahovány třepáním na vodní lázni při 40 °C po 1 hodinu. Následně byly lékovky umístěny na 20 minut do ultrazvuku, vzorky byly ochlazeny na laboratorní teplotu a odstředěny při 12300xg (Abdel-Aal a Hucl, 2003). Celkový obsah antokyanů (TAC) byl stanoven spektrofotometrickou pH-diferenční metodou, která využívá změnu absorpčního spektra antokyanů v závislosti na pH. Absorbance byla proměřena u všech zkumavek na spektrofotometru při vlnové délce 510 nm a 700 nm proti extrakční směsi. Byla vypočtena absorbance vzorku po korekci. Získaná koncentrace byla přepočítána na mg antokyanů v 1 kg vzorku (Jothityangkoon a Sivapalan, 2009; Abdel-Aal et al., 2006).

3.4.2 Stanovení profilu antokyanů pomocí HPLC

Extrakty byly získány dle postupu uvedeného v kapitole 3.4.1. Tyto byly aplikovány na kolonu v množství 20 μl, čas analýzy byl nastaven na 35 minut a teplota termostatu kolony byla nastavena na 25 °C. Mobilní fází A byla voda a 85% kyselina mravenčí v poměru 90:10, mobilní fází B pak acetonitril. Eluce probíhala gradientově, průtok mobilní fáze byl 1 ml.min⁻¹, typ kolony YMC-Triart C18 (150 x 3,0 mm; 5 μm). Vlnová délka detekce byla 520 nm. Obsah jednotlivých antokyanů byl vypočítán z příslušných rovnic lineárních regresí, vycházejících ze závislosti ploch píků na koncentraci standardu analytu (Barnes et al., 2003).

3.4.3 Stanovení vitamínů skupiny B pomocí HPLC

Do tmavé lékovky byl navážen vzorek, k němu byla přidána 0,1 mol.l⁻¹HCl. Poté probíhala extrakce 1 hodinu při 30 °C v ultrazvukové lázni, extrakty byly odstředěny. Obsah vitamínů skupiny B byl stanoven modifikací metody Ciulu et al. (2011) pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie na přístroji DionexUltiMate 3000. Extrakt vzorku byl nastříkovan na kolonu ZorbaxEclipse XDB C 18 (150 x 4,6 mm; 3,5 μm) v množství 50 μl s teplotou termostatu kolony 25 °C. Doba analýzy byla 25 minut. Jako mobilní fáze A byla

použita 0,025% kyselina trifluoroctová a jako mobilní fáze B byl použit acetonitril. Během analýzy probíhala gradientová eluce, průtok mobilní fáze byl 1 ml.min⁻¹. Vyhodnocení pro niacin, kyselinu pantotenovou a pyridoxin bylo při 210 nm, pro tiamin a riboflavin při 270 nm a pro foláty při 290 nm. Ze závislosti ploch píků na koncentraci standardů byly sestrojeny kalibrační křivky. Jednotlivé vitamíny B byly kvantifikovány pomocí rovnice lineární regrese.

3.4.4 Stanovení prvkového složení pomocí ICP-MS

Mineralizace byla provedena v teflonových nádobkách, do kterých byly naváženy vzorky s 67% ultrapure HNO₃ a 30% ultrapure H₂O₂. K mineralizaci byl využit mikrovlnný systém EthosOne (Milestone, Itálie) s rozkladným programem pro cereálie. Byly připraveny dvě sady kalibračních standardů a to následovně: ⁹Be, ⁶⁶Zn, ⁶³Cu, ⁶⁰Ni, ²⁷Al, ²⁴Mg, ⁵⁹Co, ⁷Li, ⁴⁵Sc, ¹⁰⁷Ag, ⁵⁵Mn, ⁸⁸Sr, ¹³⁷Ba, ²⁰⁵Tl, ²⁰⁹Bi, ¹⁴⁰Ce, ¹³³Cs, ¹⁶⁵Ho, ¹⁸¹Ta, ¹⁵⁹Tb, ²³⁸U, ⁸⁹Y v koncentraci 3–35 µg.l⁻¹. Druhá nižší koncentrační řada byla ⁷⁵As, ⁴⁴Ca, ¹¹¹Cd, ⁵²Cr, ⁵⁷Fe, ²⁰²Hg, ³⁹K, ³¹P, ²³Na, ²⁰⁸Pb, ⁷⁷Se, ¹¹⁸Sn a ⁴¹Ti v koncentraci 0,5–1,0 µg.l⁻¹. Jako vnitřní standard bylo využito Rhodium (¹⁰³Rh) v koncentraci (10–100 µg.l⁻¹). Pro přesnost (konkrétněji správnost) měření byly použity certifikované referenční materiály ze zelených řas Metranal® 8 a NIST rýžová mouka 1568b (dodavatel Analytica Ltd., Praha, ČR). Ke stanovení byla využita hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem ICP-MS Thermo Scientifici CAPQ na bázi kvadrupólového analyzátoru (ThermoScientific, USA) s technologií QCell (CCT – Collision Cell Technology)(Sumezynski et al., 2018).

3.4.5 Statistické zpracování dat

Naměřená data byla prezentována jako střední hodnota v sušině vzorku ± SD. K jejich vyhodnocení byl použit program StatK25 a Excel (Buňka et al. Stadyd, verze 2.0. beta). S pomocí Dean-Dixonova testu (Q-testu) byly z naměřených výsledků vyloučeny odlehlé hodnoty. Poté bylo provedeno statistické vyhodnocení pomocí parametrického a neparametrického testu, který srovnává střední hodnoty dvou nezávislých souborů (Studentův *t*-test, Tukeyho test, Wilcoxonův test), s hladinou významnosti 5 %.

4. VÝSLEDKY A DISKUZE EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI

V experimentální části budou nejdříve prezentovány výsledky u všech osmi modelových müsli směsí (experimentální část A). Z těchto osmi směsí, byly následně vybrány čtyři, které byly znovu připraveny a u těchto byly stanoveny jakostní znaky převážně v oblasti biologicky aktivních látek v rámci definovaných skladovacích podmínek (experimentální část B). Z obou experimentálních částí jsou zde prezentovány pouze vybrané výsledky stanovení, ucelený soubor dat je v dizertační práci.

Experimentální část A

4.1 Stanovení základních nutričních znaků müsli směsí a monitoring vlhkosti

Výsledky stanovení obsahu sušiny a základních nutričních znaků spolu s vlákninou jsou prezentovány v Tabulce 3. Byly stanoveny hrubá (CF) a neutrálně-detergentní vláknina (NDF). Výsledek stanovení stravitelnosti je prezentovaný jako hodnota OMD (Organic Matter Digestibility, stravitelnost organické hmoty vzorku) a DMD (Dry Matter Digestibility, stravitelnost sušiny vzorku).

Obsah sušiny se u vzorků pohyboval v rozmezí od 90,5 do 91,3 %. Podle Vyhlášky č. 18/2020 Sb. může být vlhkost u ovesných vloček nejvýše 12 %, a 14 % u vloček pšeničných, žitných, ječných a ostatních. U müsli směsí není obsah vlhkosti legislativně definován. Z tabulky můžeme vidět, že všechny obsahy vlhkosti byly nižší než výše uvedené limity. Výsledky obsahu sušiny po roce monitorovacího skladování při laboratorní teplotě byly v rozmezí od 90,1 do 92,0 %. Hrubým ukazatelem obsahu minerálních látek je obsah popela. Množství popela se u modelových směsí pohybovalo od 2,02 do 2,80 %. Nejvyšší obsah byl naměřen u bezlepkové směsi M6, která jako obilný podíl obsahovala vločky z černé rýže, teffu a červené quinoi. Lze se domnívat, že obilný podíl bude významným přispěvatelem k obsahu popela. Diskutovat výsledky obsahu základních nutričních parametrů, stejně jako posléze obsahy biologicky aktivních látek, je velmi složité, vzhledem k heterogenitě ve složení těchto výrobků. Z literárních údajů je však dostupné, že obsah popela u běžných komerčních müsli směsí se pohybuje cca od 1,20 do 1,60 % (Kobus-Cisowska et al., 2013; Gramza-Michałowska et al., 2015). Obecně známým faktem je, že celiaci se potýkají s horší vstřebatelností a využitím nejen základních živin, ale i biologicky aktivních látek (Theethira et al., 2014).

Obsah hrubé bílkoviny se pohyboval od 12,3 do 15,5 %. Signifikantně nejvyšší obsah byl naměřen u bezlepkové směsi M7, která obsahuje vločky z prosa a pohanky, což jsou cereálie na bílkoviny bohaté. Dalšími komponentami,

s vyšším podílem bílkovin ve směsi, jsou zajisté mandle a semínka. Je nutno ale také napsat, že nejen obsah hrubé bílkoviny jako takové, ale její aminokyselinové složení ukáže na kvalitu proteinu z hlediska výživového (Shewry, 2007). Podobných výsledků v obsahu proteinu bylo dosaženo u modelových müsli směsí ve studii Kobus-Cisowska et al. (2013), naopak u vzorků komerčních müsli mohou být obsahy bílkovin i nižší, cca mezi 9 a 10 % (Jabeur et al., 2017). Pokud se podíváme napříč analyzovanými vzorky, všechny obsahují více než 10 % bílkovin, čehož bylo docíleno variabilitou surovinové skladby vloček, ořechy a semínky. Obsah lipidů se pohyboval v rozmezí od 6,36 do 8,78 %, kdy nejvyšší množství bylo naměřeno ve směsi M2. Tato směs, mimo ořechový a obilný podíl, obsahuje ovesné a žitné vločky. Ovesné vločky jsou obecně na podíl lipidů velmi bohaté. Výsledkystanovení ukazují, že se jedná o směsi s vyšším obsahem lipidů, které by mohly být problematické v rámci skladovacích podmínek. Tyto mohou být náchylnější na procesy oxidačního žluknutí (Jensen et al., 2005). Hlavními nositeli lipidů jsou u směsí zajisté mandle, chia a lněná semínka. U modelových müsli směsí ve studii Kobus-Cisowska et al. (2013), kde byly použity ovesné vločky a ovesné otruby v kombinaci se lněnými semínky, byl naměřen obsah lipidů vyšší, a to 9,81 %. Nutno poznamenat, že vždy bude záležet na tom, jaký hmotnostní podíl bude tvořen těmito surovinami, což vzhledem k již zmiňované heterogenitě müsli směsí je obtížně diskutovatelné.

Obsah CF (komplexu celulózy a ligninu) byl u směsí v rozmezí 1,31 až 1,56 %, přičemž nejvyšší hodnoty byly naměřeny u bezlepkových směsí M6 a M7. Ze surovinové skladby těchto směsí je možno se domnívat, že hlavními přispěvateli k hodnotám CF by mohly být právě vločky rýže, quinoi, pohanky a miličky. Nerozpustná forma vlákniny NDF (komplex ligninu, celulózy a nerozpustných hemicelulóz) byla nejvyšší u vzorku M1 (21,2 %), nejnižší obsah byl stanoven u směsi M8 (11,9 %). Směs M1 obsahuje vločky ovesné, pšeničné a ječné, z nichž obzvláště ovesné obsahují vyšší podíly hemicelulóz (Arendt a Zannini, 2013). U ostatních směsí byla hodnota NDF v rozmezí od 14,7 do 20,3 %. Pokud bychom se podívali na skupinu směsí bezlepkových a ty s obsahem lepku, potom ty s obsahem lepku byly obecně bohatší v obsahu NDF. S nedostatkem vlákniny se mohou potýkat především konzumenti trpící celiakií, u kterých je obecně příjem vlákniny nižší. Proto se v poslední době také potravinářský průmysl orientuje na její zvýšení v bezlepkových potravinách. Toto lze podložit i studií Taetzsch et al. (2018), která uvádí nižší obsah vlákniny v bezlepkových potravinách. Vyšší obsah vlákniny v obilných zrnech běžně pozitivně koreluje s nižšími hodnotami stravitelnosti (Sumczynski et al., 2015a). Námi stanovené hodnoty OMD se pohybovaly od 87,8 do 93,8 %, hodnoty DMD byly v rozmezí od 80,9 do 89,8 %. Jako nejlépe stravitelný (za podmínek *in vitro*) byl vyhodnocen vzorek M8, který obsahoval rýžové vločky, květ chrpy a růže a jako ovocný podíl malinu, dřišťál, jablko a borůvku, dále mandle a konopné semínko. Rýžová zrna,

vzhledem k vyššímu podílu škrobu a dobře trávitelných bílkovin, jsou považována za jedny z nejlépe stravitelných obilných zrn (Khatun et al., 2020).

Tabulka 3: Výsledky stanovení obsahu základních nutričních znaků a stanovení *in vitro* stravitelnosti

(%)	Sušina	Popel	Hrubá bílkovina	Lipidy	CF	NDF	DMD	OMD
M1	91,0±0,2 ^{a,b,A}	2,27±0,01 ^{a,A}	12,3±0,2 ^{a,A}	7,29±0,20 ^{a,A}	1,31±0,02 ^{a,A}	21,2±2,0 ^{a,A}	88,1±1,0 ^{a,A}	92,9±0,7 ^{a,A}
M2	90,9±0,1 ^{a,A}	2,38±0,10 ^{b,B}	13,9±0,3 ^{b,B}	8,78±0,10 ^{b,B}	1,33±0,01 ^{a,A}	20,3±0,2 ^{b,B}	89,1±1,1 ^{b,B}	93,2±1,0 ^{b,B}
M3	91,0±0,3 ^{a,b,A}	2,19±0,10 ^{c,C}	12,6±0,3 ^{a,d,A}	7,24±0,20 ^{a,A}	1,42±0,02 ^{a,A}	16,5±0,5 ^{c,C}	89,2±0,9 ^{b,B}	93,5±0,9 ^{b,B}
M4	90,8±0,2 ^{a,A}	2,52±0,10 ^{d,D}	14,4±0,3 ^{c,C}	6,36±0,20 ^{c,C}	1,42±0,03 ^{a,A}	20,0±0,5 ^{a,A}	87,4±0,4 ^{c,C}	92,3±0,4 ^{a,A}
M5	91,1±0,2 ^{b,d,A,C}	2,39±0,10 ^{b,A}	12,7±0,2 ^{d,f,A}	7,71±0,20 ^{d,A}	1,41±0,01 ^{a,A}	17,8±1,0 ^{d,A}	80,9±1,2 ^{d,A}	87,8±1,4 ^{c,A}
M6	90,8±0,2 ^{a,A}	2,80±0,12 ^{e,B}	13,6±0,1 ^{b,B}	7,55±0,20 ^{e,B}	1,54±0,01 ^{a,A}	14,7±0,6 ^{e,B}	81,5±0,4 ^{e,B}	89,1±0,6 ^{d,B}
M7	90,5±0,1 ^{c,B}	2,18±0,10 ^{c,C}	15,5±0,3 ^{e,C}	8,31±0,20 ^{f,C}	1,56±0,02 ^{a,A}	16,8±1,0 ^{c,C}	82,8±1,3 ^{f,C}	89,7±1,0 ^{d,B}
M8	91,3±0,1 ^{d,C}	2,02±0,10 ^{f,D}	12,9±0,1 ^{f,C}	8,09±0,20 ^{g,D}	1,39±0,01 ^{a,A}	11,9±1,0 ^{f,D}	89,8±0,7 ^{b,D}	93,8±0,6 ^{b,C}

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Statistika byla provedena pro všechny směsi současně (horní malé písmenné indexy) a také zvlášť pro lepkové a bezlepkové (horní velké písmenné indexy). Hrubá vláknina (CF, Crude Fibre), neutrálně-detergentní vláknina (NDF, Neutral-Detergent Fibre), OMD (Organic Matter Digestibility, stravitelnost organické hmoty vzorku), DMD (Dry Matter Digestibility, stravitelnost sušiny vzorku).

4.2 Stanovení obsahu vitamínů skupiny B pomocí HPLC

V Tabulce 4 jsou uvedeny koncentrace vitamínů skupiny B, které byly stanovovány pomocí HPLC-DAD. Z výsledků stanovených koncentrací lze konstatovat, že ve všech mšlích směsích byl naměřen nejvyšší obsah kyseliny pantotenové, a to v rozsahu od 124 do 246 mg.kg⁻¹. Jako druhý nejvíce zastoupený vitamín, co do jeho obsahu, byl ve všech směsích riboflavin, jehož koncentrace dosahovala až 97,1 mg.kg⁻¹ (u směsi M2). Třetím nejvíce zastoupeným vitamínem byl tiamin. Výjimkou byla směs M6, kde byla detekována vyšší koncentrace niacinu (ve formě kyseliny nikotinové). Naopak ve směsích M1 až M3 byla zase koncentrace niacinu velmi nízká. Z naměřených dat lze vidět, že směsi M4 až M6 obsahovaly nízké koncentrace kyseliny listové. Dá se říci, vzhledem k surovinové skladbě, že na koncentraci jednotlivých vitamínů B-komplexu se podílely nejvíce vločky, ořechy a semínka.

Tabulka 4: Výsledky stanovení obsahu vitamínů B-komplexu pomocí HPLC

(mg.kg ⁻¹)	Thiamin	Riboflavin	Niacin	Kyselina pantotenová	Pyridoxin	Kyselina listová
M1	28,5±0,1 ^{a,A}	91,7±0,2 ^{a,A}	3,93±0,05 ^{a,A}	141±1 ^{a,A}	10,6±0,1 ^{a,A}	11,6±0,1 ^{a,A}
M2	23,0±0,1 ^{b,B}	97,1±0,2 ^{b,B}	7,21±0,02 ^{b,B}	142±1 ^{a,A}	7,26±0,10 ^{b,B}	7,41±0,05 ^{b,B}
M3	25,4±0,1 ^{c,C}	83,3±0,2 ^{c,C}	3,50±0,03 ^{c,C}	159±2 ^{b,B}	9,04±0,05 ^{c,C}	12,3±0,4 ^{c,C}
M4	33,2±0,1 ^{d,D}	96,3±0,5 ^{d,D}	8,22±0,02 ^{d,D}	160±2 ^{b,B}	9,08±0,05 ^{c,C}	2,25±0,01 ^{d,D}
M5	33,2±0,1 ^{d,D}	50,9±0,1 ^{e,A}	2,18±0,02 ^{e,A}	132±2 ^{c,A}	12,1±0,1 ^{d,A}	2,04±0,01 ^{e,A}
M6	13,9±0,1 ^{e,B}	70,1±0,1 ^{f,B}	14,7±0,2 ^{f,B}	246±2 ^{d,B}	13,9±0,6 ^{e,B}	5,75±0,02 ^{f,B}
M7	18,8±0,2 ^g	58,1±0,2 ^{g,C}	9,12±0,04 ^{g,C}	124±2 ^{e,C}	8,10±0,01 ^{f,C}	9,08±0,04 ^{g,C}
M8	18,8±0,2 ^g	80,3±0,2 ^{h,D}	5,60±0,04 ^{h,D}	187±3 ^{f,D}	6,03±0,02 ^{g,D}	5,80±0,04 ^{h,D}

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Statistika byla provedena pro všechny směsi současně (horní malé písmenné indexy) a také zvlášť pro lepkové a bezlepkové (horní velké písmenné indexy).

Vzhledem k silné heterogenitě vyrobených směsí, je velmi obtížné ukázat na konkrétní zdroj těchto vitamínů. Zdrojem kyseliny pantotenové a riboflavinu mohou být obiloviny, jako např. rýže s barevnými obalovými vrstvami (Kyritsi et al., 2011; Lebedzińska a Szefer, 2006). Na riboflavin jsou bohatá zrna ječmene, pohanky a prosa (Lebedzińska a Szefer, 2006). Významným zdrojem tiaminu mohou být i zrna teffu (Rybicka a Gliszczynska-Swiglo, 2017). Co se týká pyridoxinu a niacinu, jsou zastoupeny ve vyšších množstvích v zrnech rýže, pohanky, ječmene a prosa (Lebedzińska a Szefer, 2006; Rybicka a Gliszczynska-Swiglo, 2017). Významnou úlohu v ovlivnění koncentrace vitamínů skupiny B mohou hrát olejnatá semena a ořechy. Tato jsou převážně zdrojem tiaminu, riboflavinu, pyridoxinu a niacinu. Klíčky a obalové vrstvy obilovin jsou bohaté na tiamin a riboflavin (Kučerová, 2004).

4.3 Stanovení obsahu minerálních prvků pomocí ICP-MS

Obsah vybraných minerálních prvků v müsli směsích byl stanoven pomocí ICP-MS. Naměřené koncentrace jednotlivých prvků jsou podle jejich množství ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ nebo $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) prezentovány v Tabulkách 5 a 6.

4.3.1 Makrobiogenní a mikrobiogenní prvky

V nejvyšších koncentracích byl zastoupen draslík, a to u směsi M7 ($4730 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Tento prvek je hojně přítomen napříč všemi rostlinnými surovinami, které byly v müsli směsích použity. Významnými přispěvateli k jeho obsahu mohou být obiloviny (Whittaker et al., 2015; Préstamo et al., 2003; Ragaee et al., 2006; Shao et al., 2018). Řádově srovnatelných koncentrací dosahovaly hodnoty naměřené pro fosfor (až $4180 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a to opět u směsi M7). Obsah fosforu je velmi dobře zmapován zejména v obilovinách, které jsou na něj bohaté (Whittaker et al., 2015; Ragaee et al., 2006). Obsah vápníku se ve směsích pohyboval v rozmezí od 1640 do $2650 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Surovinami bohatými na obsah vápníku jsou maliny a jahody, proso, méně pak mandle (Nicklas et al., 2016; Ragaee et al., 2006). Dalším významným makroprvkem je hořčík. Tento dosahoval nejvyšší koncentrace u müsli M3 ($2530 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Je všeobecně známým faktem, že tento prvek je hojně zastoupen v ořechách a různých semenech, které jsou jeho typickými zdroji.

Mezi mikrobiogenní prvky se obvykle řadí železo a zinek. Nejvyšší koncentrace železa byla naměřena ve směsi M4 ($152 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). V případě této směsi se na zdroji železa mohou podílet vločky z červené pšenice, květy růže a chrpy, konopné semínko, méně potom ovoce. Literární údaje týkající se koncentrace železa v müsli směsích jsou nedostatečné. Z obilných surovin jsou na obsah železa bohatší obiloviny s barevnými obalovými vrstvami (Gu et al., 2021). I přes relativně vyšší koncentrace železa ve směsích je nutno uvést, že se železo vyznačuje nižší biologickou dostupností (9 %) z rostlinných matric (Pereira et al., 2018). Podobně jako u železa, také zinek se vyznačuje nižším indexem biodostupnosti (Pereira et al., 2018). Ve vzorcích směsí se jeho koncentrace pohybovala v rozmezí $21,5\text{--}74,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Pokud vezmeme v úvahu surovinovou skladbu směsí, přispěvatelem k obsahu Zn by mohl být jejich obilný podíl (Ragaee et al., 2006; Shao et al., 2018).

4.3.2 Stopové prvky

V rámci svého členění, na ně můžeme pohlížet jako na esenciální, neesenciální, a z nich ještě vyčlenit toxické. Stroncium dosahovalo nejvyšší koncentrace u směsi M3, a to $480 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Na obsah tohoto prvku bývají většinou bohatá obilná zrna, kdy jejich koncentrace mnohdy přesáhne hodnoty $1,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Nascimento et al., 2014). Obsah niklu v müsli směsích byl v nejvyšší koncentraci u směsi M1 ($434 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Studie Gu et al. (2021) ukazuje,

že přispěvatelem k obsahu nikloby mohla být konopná semínka. Dalším, relativně hojně se vyskytujícím, stopovým prvkem je kobalt. Srovnatelné hodnoty koncentrací jako u kobaltu byly naměřeny pro měď. Na tento prvek byla bohatá směs M4 (23,7 mg.kg⁻¹). Jedná se o hojně zastoupený prvek rostlinných surovin, jako jsou chia semínka, zrna ječmene, plody ostružin, jahod apod. (Gu et al., 2021; Ragaee et al., 2006; Pereira et al., 2018). Co se týká manganu v müsli směsích jeho koncentrace se pohybovaly od 17,4 do 59,7 mg.kg⁻¹. Z obilovin je na mangan bohaté žito (24,4 mg.kg⁻¹), dále se nachází v pšenici, ječmeni, prosu a čiroku (Ragaee et al., 2006).

Podíváme-li se na výsledky stanovení obsahu hliníku, jeho koncentrační rozpětí se pohybovalo od 5,41 do 13,4 mg.kg⁻¹. Monitorování hliníku je důležité vzhledem k jeho potenciálním neurotoxickým účinkům (Rebellato et al., 2021). Vzhledem k tomu, že arsen je jednou z příčin rakoviny kůže, plic a močového měchýře, byl pro něj stanoven tolerovatelný týdenní příjem, a to 0,015 mg.kg⁻¹ (EFSA, 2009). V našich směsích byl detekován nejvyšší obsah u vzorku M8 (31,5 µg.kg⁻¹), kde by jeho zdrojem mohly být rýžové vločky. Maximální povolené množství kadmia v obilovinách je 0,10 mg.kg⁻¹, pro otruby, klíčky, pšenici a rýži je stanovena hodnota 0,20 mg.kg⁻¹, pro ovoce je to 0,10 mg.kg⁻¹ a pro bobuloviny a drobné ovoce byla stanovena maximální koncentrace 0,20 mg.kg⁻¹ (Nařízení 1881/2006). V naší studii byla nejvyšší naměřená koncentrace kadmia u vzorků 1,83 µg.kg⁻¹, což je výrazně pod výše jmenovanými limity. Dalšími toxickými prvky jsou rtuť a olovo. V našich směsích byla koncentrace rtuti v rozsahu od 1,43 do 2,88 µg.kg⁻¹. Co se týká limitních hodnot v obsahu olova, v obilovinách je to max. 0,20 mg.kg⁻¹, u ovoce 0,10 mg.kg⁻¹, u bobulovin pak 0,2 mg.kg⁻¹ (Nařízení 1181/2006). Co se týká naměřených koncentrací rtuti, ty byly výrazně pod legislativními požadavky, koncentrace olova byly pod detekčním limitem.

Tabulka 5: Obsah vybraných prvků v müsli směsích v mg.kg⁻¹

Prvky	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
²³ Na	130±2 ^{a,A}	124±2 ^{b,B}	137±1 ^{c,C}	154±2 ^{d,D}	160±8 ^{e,A}	159±3 ^{e,A}	155±2 ^{d,B}	156±7 ^{d,e,C}
²⁴ Mg	1990±20 ^{a,A}	1760±10 ^{b,B}	2530±25 ^{c,C}	1760±10 ^{b,B}	2290±20 ^{d,A}	2420±20 ^{e,B}	2300±20 ^{d,A}	2310±20 ^{d,e,A,B}
²⁷ Al	10,8±0,1 ^{a,A}	13,4±0,1 ^{b,B}	12,1±0,1 ^{c,C}	11,5±0,1 ^{d,D}	5,41±0,10 ^{e,A}	5,93±0,10 ^{f,B}	8,12±0,20 ^{g,C}	7,72±0,20 ^{h,D}
³¹ P	3850±20 ^{a,A}	3740±30 ^{b,B}	3950±30 ^{c,C}	3740±20 ^{b,B}	4070±20 ^{d,A}	3770±30 ^{e,B}	4180±30 ^{f,C}	3970±20 ^{c,D}
³⁹ K	2970±20 ^{a,A}	2750±20 ^{b,B}	2970±20 ^{a,A}	2750±20 ^{b,B}	4150±30 ^{c,A}	3080±20 ^{d,B}	4730±30 ^{e,C}	4050±30 ^{f,D}
⁴⁴ Ca	1980±20 ^{a,A}	2310±20 ^{b,B}	2420±20 ^{c,C}	2310±20 ^{b,B}	1650±20 ^{d,A}	2630±30 ^{e,B}	2650±40 ^{e,B}	1640±20 ^{d,A}
⁵⁵ Mn	17,4±0,8 ^{a,A}	18,8±0,8 ^{b,B}	17,8±0,7 ^{a,A}	27,1±1,2 ^{c,C}	19,1±1,2 ^{b,A}	23,6±1,1 ^{d,B}	50,2±1,4 ^{e,C}	59,7±2,1 ^{f,D}
⁵⁷ Fe	111±3 ^{a,A}	89,6±1,6 ^{b,B}	117±2 ^{c,C}	152±3 ^{d,D}	96,4±2,7 ^{c,A}	87,5±1,4 ^{f,B}	89,4±1,5 ^{b,C}	87,5±1,4 ^{f,B}
⁶³ Cu	7,04±0,20 ^{a,A}	5,30±0,25 ^{b,B}	6,21±0,20 ^{c,C}	23,7±1,2 ^{d,D}	22,8±0,8 ^{e,A}	6,61±0,20 ^{f,B}	6,12±0,10 ^{g,C}	6,21±0,20 ^{c,D}
⁶⁶ Zn	24,7±0,7 ^{a,A}	69,5±1,8 ^{b,B}	66,9±1,7 ^{c,C}	73,0±1,4 ^{d,D}	37,7±1,1 ^{e,A}	34,7±1,1 ^{f,B}	74,2±2,0 ^{g,C}	21,5±0,5 ^{h,D}

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5). Hodnoty v řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Statistika byla provedena pro všechny směsi současně (horní malé písmenné indexy) a také zvlášť pro lepkové a bezlepkové (horní velké písmenné indexy).

Tabulka 6: Obsah vybraných prvků v müsli směsích v $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

Prvky	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
⁵⁹ Co	32,9±1,2 ^{a,A}	25,5±1,0 ^{b,B}	26,5±0,8 ^{c,C}	21,3±0,9 ^{d,D}	31,8±1,1 ^{e,A}	23,6±1,0 ^{f,B}	38,3±0,9 ^{g,C}	31,4±0,8 ^{e,A}
⁶⁰ Ni	434±5 ^{a,A}	313±4 ^{b,B}	375±3 ^{c,C}	268±2 ^{d,D}	367±5 ^{e,A}	251±3 ^{f,B}	399±3 ^{g,C}	206±2 ^{h,D}
⁷⁵ As	28,6±0,7 ^{a,A}	21,2±0,7 ^{b,B}	24,1±1,1 ^{c,C}	24,2±0,4 ^{c,C}	14,2±0,5 ^{d,A}	28,0±0,8 ^{e,B}	19,2±0,8 ^{f,C}	31,5±1,2 ^{g,D}
⁷⁷ Se	7,81±0,10 ^{a,A}	8,83±0,25 ^{b,B}	9,60±0,10 ^{c,C}	15,9±0,3 ^{d,D}	16,3±0,3 ^{e,A}	10,2±0,2 ^{f,B}	8,50±0,10 ^{g,C}	17,6 ±0,3 ^{h,D}
⁸⁸ Sr	258±3 ^{a,A}	205±3 ^{b,B}	480±5 ^{c,C}	256±3 ^{d,D}	389±2 ^{e,A}	408±5 ^{f,B}	208±3 ^{b,C}	288±3 ^{g,D}
¹⁰⁷ Ag	15,4±0,6 ^{a,A}	25,8±0,8 ^{b,B}	12,1±0,4 ^{c,C}	30,4±0,5 ^{d,D}	31,4±0,8 ^{e,A}	23,8±0,6 ^{f,B}	30,4±0,8 ^{d,C}	14,2±0,3 ^{g,D}
¹¹¹ Cd	1,20±0,10 ^{a,A}	1,05±0,10 ^{b,B}	1,24±0,10 ^{a,A}	1,41±0,10 ^{c,C}	1,55±0,10 ^{d,A}	1,14±0,10 ^{e,B}	1,83±0,10 ^{f,C}	1,11±0,10 ^{e,B}
¹¹⁸ Sn	1,12±0,01 ^{a,A}	0,43±0,02 ^{b,B}	0,64±0,04 ^{c,C}	0,65±0,04 ^{c,C}	0,52±0,01 ^{d,A}	1,12±0,02 ^{a,B}	0,53±0,02 ^{d,A}	0,84±0,05 ^{e,C}
²⁰² Hg	1,51±0,01 ^{a,A}	2,62±0,01 ^{b,B}	1,43±0,01 ^{c,C}	1,75±0,03 ^{d,D}	1,76±0,05 ^{d,A}	1,56±0,01 ^{e,B}	2,88±0,01 ^{f,C}	1,47±0,01 ^{g,D}
²⁰⁸ Pb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5). Hodnoty v řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Statistika byla provedena pro všechny směsi současně (horní malé písmenné indexy) a také zvlášť pro lepkové a bezlepkové (horní velké písmenné indexy).

4.4 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

Celkový obsah polyfenolů ve volných, konjugovaných a vázaných fenolických frakcích je prezentován v Tabulce 7.

Vyšší koncentrace polyfenolů (TPC) byly naměřeny v konjugovaných a volných frakcích. Obsah volných TPC v netradičních směsích dosahoval 642 GAE.kg⁻¹, v konjugovaných až 730 mg GAE.kg⁻¹. U vázaných frakcí byl obsah TPC naměřen nejvýše do 200 mg GAE.kg⁻¹. Obsah celkových polyfenolů se napříč všemi analyzovanými vzorky pohyboval v širokém rozmezí 671–1530 mg GAE.kg⁻¹. Koncentrace TPC budou závislé na mnoha faktorech. Zajisté se hodnoty budou lišit v rámci jednotlivých výrobních šarží. Vzhledem k heterogenitě použitých surovin a samotných směsí je velmi obtížné získané výsledky porovnávat i s literárními údaji. Pokud se zaměříme na jednotlivé suroviny, které byly použity i v našich směsích, potom z literárních údajů dohledáme i rozdílné výsledky studií.

Tabulka 7: Výsledky stanovení celkového obsahu polyfenolů (TPC)

TPC (mg GAE.kg ⁻¹)	Volné	Konjugované	Vázané	Celkové
M1	537±20 ^{a,A}	413±10 ^{a,A}	190±10 ^{a,c,A,C}	1140±20 ^{a,A}
M2	350±10 ^{b,B}	333±10 ^{b,B}	122±8 ^{b,B}	805±17 ^{b,B}
M3	642±20 ^{c,C}	704±20 ^{c,C}	183±10 ^{a,A}	1530±40 ^{c,C}
M4	438±10 ^{d,D}	465±10 ^{d,D}	200±10 ^{c,C}	1100±17 ^{d,D}
M5	571±30 ^{e,A}	730±10 ^{e,A}	102±10 ^{d,A}	1400±30 ^{e,A}
M6	331±10 ^{f,B}	404±10 ^{f,B}	125±10 ^{b,B}	860±17 ^{f,B}
M7	263±10 ^{g,C}	303±10 ^{g,C}	105±10 ^{d,A}	671±20 ^{g,C}
M8	583±20 ^{h,D}	565±10 ^{h,D}	130±10 ^{b,B}	1280±20 ^{h,D}

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=4–8) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Statistika byla provedena pro všechny směsi současně (horní malé písmenné indexy) a také zvlášť pro lepkové a bezlepkové (horní velké písmenné indexy).

U obilovin hraje významnou roli nejen obilovina samotná, ale také její odrůda, pěstební podmínky. Například u vzorku rýžových zrn byl naměřen vyšší podíl TPC ve volných frakcích (Vichapong et al., 2010; Massaretto et al., 2011). Koncentrace TPC souvisí i s barvou oplodí (Massaretto et al., 2011; De Mira et al., 2009), kdy byl zaznamenán až čtyřikrát vyšší obsah polyfenolů v zrnech s barevnými obalovými vrstvami. Zdrojem volných TPC mohou být i ořechy (Wu et al., 2021) a ovoce (Yao et al., 2021). Naproti tomu ale bylo dosaženo i odlišných výsledků, kdy ve studii Kim et al. (2018) byl stanoven v ovoci vyšší podíl vázaných TPC, podobně tomu může být i u obilovin (Shao et al., 2014). Jako dobré zdroje polyfenolů slouží i jedlé květy (He et al., 2015).

Měl by být zmíněn i metabolický aspekt a vlastně i důvod samotného stanovení TPC v jednotlivých frakcích. Konjugované a nerozpustné frakce polyfenolů se mohou uvolňovat v GIT za daných podmínek (kyselé či zásadité pH) a při fermentaci bakteriemi tlustého střeva, a/nebo po absorpci střevní stěnou, se mohou podílet na metabolických funkcích vedoucích k podpoře intestinálního epitelu a dostávají se dále do lidského těla, např. do periferního krevního oběhu. Volné polyfenoly jsou uvolňovány a vstřebávány z potravy již v žaludku a poté v předních částech tenkého střeva (Bento-Silva et al., 2020).

Výsledky stanovení hodnot TPC po roce pilotního skladování při laboratorní teplotě za nepřístupu světla jsou shrnuty v Tabulce 8, včetně jejich procentuálních úbytků v jednotlivých frakcích oproti výchozímu stavu (Tabulka 7). Podíváme-li se na hodnoty celkových polyfenolů, potom jejich úbytek se pohyboval v rozmezí 7 až 22 %. Směsi vakuově balené bez přístupu světla za běžné pokojové teploty vykazují relativně nízké % úbytky v obsahu polyfenolů v porovnání s různými studii v rámci celé škály použitých surovin. Lze vyslovit hypotézu, že i zvýšení teploty skladování a přístup světla by mohly být jedny z faktorů, které by se mohly výrazně podílet na snižování koncentrací biologicky aktivních látek. Proto podrobnější diskuze bude vedena u výsledků skladovacího pokusu za definovaných podmínek.

Z pohledu všech frakcí byly zaznamenány nejvyšší úbytky polyfenolů ve frakcích vázaných (37 až 66 %). Na základě dostupných literárních údajů se lze domnívat, že došlo k jejich vyvázání a přechodu do frakcí volných. Ve volných frakcích bývají většinou polyfenoly méně stabilní a snáze degradují (Stanisavljević et al., 2013; Chatthongpisut et al., 2015). Technologickými zásahy dochází často k již zmíněnému uvolnění vázaných polyfenolů do volných frakcí (Bueno-Herrera and Pérez-Magariño, 2020; Ti et al., 2014).

Tabulka 8: Výsledky stanovení celkového obsahu polyfenolů v rámci pilotního ročního skladování

TPC (mg GAE.kg ⁻¹)	Volné	Konjugované	Vázané	Celkové
M1	510±10 ^{a,A} (-5 %)	302±10 ^{a,A} (-27 %)	74,0±20 ^{a,A} (-61 %)	886±20 ^{a,A} (-22 %)
M2	306±10 ^{b,B} (-13 %)	298±20 ^{a,B} (-11 %)	42,1±10 ^{b,B} (-66 %)	646±10 ^{b,B} (-20 %)
M3	615±10 ^{c,C} (-4 %)	593±10 ^{b,C} (-16 %)	88,3±10 ^{c,C} (-52 %)	1300±20 ^{c,C} (-15 %)
M4	407±20 ^{d,D} (-7 %)	406±10 ^{c,D} (-13 %)	79,2±10 ^{a,A} (-61 %)	892±10 ^{d,D} (-19 %)
M5	522±20 ^{e,A} (-9 %)	672±10 ^{d,A} (-13 %)	64,3±10 ^{a,A} (-37 %)	1260±20 ^{e,A} (-10 %)
M6	311±10 ^{b,B} (-6 %)	367±10 ^{e,B} (-9 %)	66,2±10 ^{a,A} (-47 %)	744±10 ^{f,B} (-10 %)
M7	242±10 ^{f,C} (-8 %)	278±20 ^{f,C} (-8 %)	60,1±20 ^{a,A} (-43 %)	580±10 ^{g,C} (-14 %)
M8	571±10 ^{g,D} (-2 %)	540±10 ^{g,D} (-4 %)	82,3±10 ^{c,B} (-37 %)	1190±10 ^{h,D} (-7 %)

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=4–8) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Statistika byla provedena pro všechny směsi současně (horní malé písmenné indexy) a také zvlášť pro lepkové a bezlepkové (horní velké písmenné indexy).

Experimentální část B

4.5 Stanovení sušiny a hrubé bílkoviny

V Tabulce 9 jsou shrnuty výsledky obsahu sušiny a hrubé bílkoviny stanovované na začátku založení skladovacího pokusu u vybraných směsí M1, M3, M5 a M8 a po skladování za definovaných podmínek. Obsah sušiny u vzorků vybraných směsí byl v rozsahu od 90,5 do 91,5 %. Vyhláška č.18/2020 Sb. udává max. obsahy vlhkosti pro vločky, pro müsli směsi není obsah vlhkosti legislativně definován. I přes to může být významným faktorem pro údržnost směsí. Se zvyšující se vlhkostí by mohlo docházet k výskytu plísní, které by mohly být potenciálními producenty mykotoxinů, mohly by se rozvíjet oxidační pochody (zejména oxidace nenasycených mastných kyselin), Maillardovy reakce, reakce enzymatického hnědnutí apod. (Schrödter, 2004). Z Tabulky 9 je zřejmé, že nejvyšší obsah sušiny byl naměřen ve směsích, které byly skladovány v

termostatu při 40 °C. Obsah sušiny se u těchto směsí pohyboval od 92,9 do 94,1 %. Lze se domnívat, že obal, ve kterém byly směsi zabaleny, by mohl být při vyšší teplotě více propustný pro vlhkost, která procházela vně obalu.

Co se týká obsahu hrubých bílkovin, nejvyšší obsah byl ve směsi M5, a to 15,6 %, u ostatních vzorků se pohyboval od 13,6 do 14,0 %. Zdrojem bílkovin v této směsi budou určitě mandle, nezanedbatelný bude také podíl bílkovin z vloček černé quinoi a teffu. Výsledky stanovení jsou srovnatelné se studií Kobus-Cisowska et al. (2013), kteří modelovali taktéž netradiční müsli směs. Z literárních zdrojů jsou ovšem známy i nižší obsahy bílkovin v müsli (9 až 10 %) (Jabeur et al., 2017). Podíváme-li se na obsah hrubé bílkoviny v rámci skladovacích podmínek (Tabulka 9), poklesy v jejich obsahu napříč podmínkami byly velmi podobné. Výjimkou byl vzorek první směsi, u které byly naměřeny poklesy v obsahu bílkovin signifikantně vyšší, a to 20, 19 a 16 % za podmínek tmy, světla a termostatu. Vzhledem k tomu, že v literatuře jsou omezeně dostupné údaje týkající se změny koncentrací v obsahu dusíkatých látek u müsli směsí, jsou výsledky obtížně diskutovatelné. Taddese et al. (2020) a Scariot et al. (2020) uvádí pokles dusíkatých látek v zrně při skladování kukuřice, čiroku, pšenice a rýže. Zhao et al. (2021) publikoval, že se zvyšující se teplotou při skladování dochází k významnému poklesu obsahu dusíkatých látek v rýžových zrnech. Ve své studii prezentuje, že během skladování dochází k oxidaci rýžových proteinů, což potvrzuje i studie Shi et al. (2017). Vyšší pokles obsahu hrubé bílkoviny při vyšší teplotě skladování se v naší studii nepotvrdil. Pravděpodobně obal, který byl zvolen při skladování neumožňuje procesy oxidace. Navíc, vzorky byly vakuovány. Z naměřených dat lze do budoucna dále doporučit také monitoring v obsahu jednotlivých základních aminokyselin, zejména pak těch esenciálních.

Tabulka 9: Výsledky stanovení obsahu sušiny a hrubé bílkoviny v rámci definovaných skladovacích podmínek

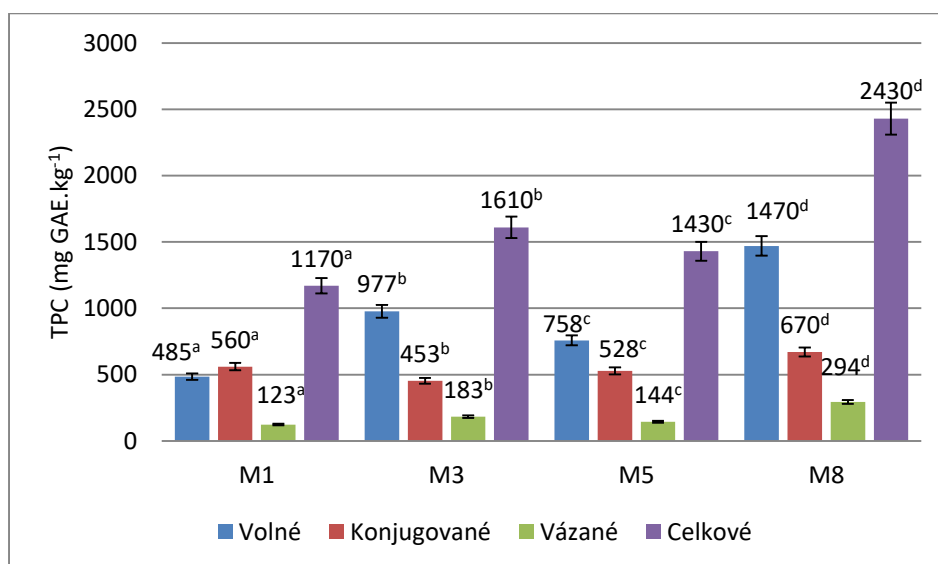
(%)	Sušina	Hrubá bílkovina	Sušina			Hrubá bílkovina		
Podmínky skladování	Začátek	Začátek	Tma 23 °C	Světlo 23 °C	Termostat 40 °C	Tma 23 °C	Světlo 23 °C	Termostat 40 °C
M1	91,5±0,14 ^a	14,0±0,3 ^a	91,5±0,10 ^a	91,6±0,11 ^a	94,1±0,18 ^a	11,2±0,3 ^{a,-20} %	11,4±0,3 ^{a,-19} %	11,8±0,1 ^{a,-16} %
M3	91,5±0,15 ^a	14,0±0,3 ^a	91,8±0,13 ^a	91,2±0,12 ^a	94,1±0,14 ^a	12,4±0,2 ^{b,-11} %	12,6±0,1 ^{b,-10} %	13,1±0,1 ^{b,-6} %
M5	90,5±0,24 ^b	15,6±0,1 ^b	91,1±0,10 ^c	90,2±0,18 ^b	92,9±0,16 ^b	13,7±0,2 ^{c,-12} %	13,8±0,2 ^{c,-12} %	14,9±0,2 ^{c,-4} %
M8	91,1±0,11 ^c	13,6±0,4 ^c	90,9±0,19 ^d	91,3±0,10 ^a	93,5±0,10 ^c	11,8±0,2 ^{d,-13} %	11,9±0,2 ^{d,-13} %	12,4±0,3 ^{d,-9} %

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Součástí tabulky jsou také vypočteny úbytky v procentech hrubé bílkoviny, a to z výchozích hodnot.

4.6 Stanovení celkového obsahu polyfenolů za definovaných skladovacích podmínek

Celkový obsah polyfenolů ve volných, konjugovaných a vázaných frakcích v müsli směsích na počátku skladovacího pokusu je uveden v Grafu 1. Obsahy celkových TPC v jednotlivých frakcích za definovaných skladovacích podmínek jsou prezentovány v Tabulce 10, kde jsou také uvedeny % úbytky TPC u jednotlivých frakcí.

Z naměřených hodnot je zřejmé, že koncentrace polyfenolů byly nejvyšší ve volných a konjugovaných frakcích, naopak nejnižší byly naměřeny ve vázaných frakcích. Výsledky měření na začátku skladovacího pokusu potvrdily již zaznamenaný trend z první fáze experimentů. Obsah volných TPC v netradičních směsích dosahoval hodnoty až 1470 mg GAE.kg⁻¹, obsah konjugovaných polyfenolů byl v rozmezí 453 až 670 mg GAE.kg⁻¹ a obsah vázaných TPC dosahoval nejvýše 294 mg GAE.kg⁻¹. Obsah celkových polyfenolů byl v rozmezí od 1170 do 2430 mg GAE.kg⁻¹. Nejvyšší koncentrace volných, konjugovaných i vázaných TPC byla naměřena u vzorku M8. Tato bezlepková směs by tak mohla být doporučena k obohacení jídelníčku pro celiaky, z důvodu možného přísunu vyšší koncentrace antioxidantů, kterých mají ve stravě nedostatek (z důvodu jejich nízké vstřebatelnosti díky tomuto onemocnění). Tato směs obsahuje suroviny bohaté na biologicky aktivní látky, a to ovoce (borůvky, maliny, dřišťál), květy růže a chrpy, a hlavně rýžové vločky s barevnými obalovými vrstvami. Z literárních údajů je již potvrzeno, že zdrojem volných polyfenolických frakcí mohou být suroviny jako rýžové vločky s barevnými obalovými vrstvami (Vichapong et al., 2010; Massaretto et al. 2011), ořechy, ovoce i jedlé květy (Wu et al., 2021; Chen et al., 2018).



Graf 1: Výsledky stanovení celkového obsahu polyfenolů TPC na začátku skladování

Z naměřených výsledků (Tabulka 10) je vidět, že co do obsahu TPC se jeví jako nejstabilnější směs M1, a to napříč všemi frakcemi polyfenolů. Co do obsahu TPC ve volných frakcích, se jejich obsah ve směsi snížil o 61 a 60 % při skladování za tmy a za podmínky přístupu denního světla a o 53 % při skladování v termostatu při 40 °C. Nicméně u již zmiňované směsi M1 byly tyto poklesy pouze v jednotkách %. Diskuze zaměřená na stabilitu TPC v rámci silně heterogenních směsí, a navíc v jejich polyfenolických frakcích, je velmi komplikovaná. U směsi M1 by se na stabilitě TPC mohl podílet ibiškový květ. Tento je kyselý a vytváří sám o sobě vhodné stabilní prostředí, zejména pro antokyanová barviva. Dále mezi bohatší suroviny, co do obsahu polyfenolů, obsahuje už jen ovoce (maliny, dřišťál, jablko a borůvky). Vločky ovesné, pšeničné a žitné jsou v porovnání s výše zmíněnými surovinami na obsah TPC chudší. Nejvyšší úbytky obsahu TPC napříč frakcemi byly zaznamenány u bezlepkové směsi M8. Tato byla na základě výsledku obsahu TPC na začátku pokusu doporučena v předchozí kapitole jako vhodný zdroj antioxidantů pro celiaky. Bohužel měřením se ukázalo, že by mohla být tato směs také nejméně stálá, co do obsahu TPC v rámci skladovacích podmínek. Jako nejlépe stabilní, co do obsahu celkových TPC, je směs M1, přičemž nejvyšší úbytek celkových TPC u tohoto vzorku byl naměřen při skladování za přístupu denního světla při 23 °C. Na degradaci TPC u vzorku M8 se mohla podílet i samotná výroba rýžových vloček, kdy po hydrotermálním ošetření zrna mohlo dojít již k počáteční iniciaci degradace TPC.

Z dostupných studií lze usoudit na fakt, že denní světlo napomáhá degradaci TPC více, než teplota 40 °C, kterou lze považovat za bezpečnou z hlediska degradace polyfenolických látek (Rababah et al., 2011; Piljac-Žegarac et al., 2009). Teplota 40 °C se také běžně používá v analýze potravin při jejich extrakci z matrice vzorků.

Tabulka 10: Výsledky stanovení celkového obsahu TPC v rámci skladovacího pokusu za definovaných podmínek

TPC (mg GAE.kg ⁻¹)	Tma 23 °C				Světlo 23 °C				Termostat 40 °C			
	Volné frakce	Konjugované frakce	Vázané frakce	Celkové TPC	Volné frakce	Konjugované frakce	Vázané frakce	Celkové TPC	Volné frakce	Konjugované frakce	Vázané frakce	Celkové TPC
M1	463±10 ^a (-5 %)	455±20 ^a (-19 %)	115±10 ^a (-7%)	1033±20 ^a (-12%)	457±10 ^a (-6 %)	400±20 ^a (-29 %)	114±20 ^a (-7 %)	971±20 ^a (-17 %)	476±20 ^a (-2 %)	554±20 ^a (-1 %)	93±10 ^a (-4 %)	1123±20 ^a (-4 %)
M3	562±10 ^b (-43 %)	356±10 ^b (-21 %)	156±20 ^b (-15 %)	1074±10 ^b (-33 %)	554±20 ^b (-43 %)	308±10 ^b (-32 %)	153±10 ^b (-16%)	1015±10 ^b (-37 %)	640±10 ^b (-34 %)	441±10 ^b (-3 %)	77±10 ^b (-58%)	1158±10 ^b (-28 %)
M5	471±20 ^c (-38 %)	437±10 ^c (-17 %)	100±10 ^c (-31 %)	1008±10 ^c (-30 %)	615±10 ^c (-19 %)	440±10 ^c (-17%)	96±20 ^c (-35 %)	1151±20 ^c (-20 %)	658±20 ^c (-13 %)	514±10 ^c (-3 %)	93±10 ^a (-35 %)	1265±20 ^c (-12 %)
M8	566±10 ^d (-61 %)	570±20 ^d (-15 %)	120±10 ^d (-60 %)	1256±10 ^d (-48 %)	586±10 ^d (-60 %)	503±20 ^d (-25 %)	105±10 ^d (-64 %)	1194±20 ^d (-51 %)	615±10 ^d (-58%)	440±10 ^b (-34%)	99±20 ^c (-66 %)	1154±10 ^b (-53%)

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=4–8) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Součástí tabulky jsou také uvedeny úbytky v procentech, které jsou vypočteny z výchozích hodnot uvedených v Grafu 1.

4.7 Stanovení polyfenolického profilu směsí za definovaných skladovacích podmínek

Pomocí HPLC byl ve směsích analyzován profil polyfenolů v jednotlivých frakcích. V rámci ročního skladovacího pokusu za definovaných podmínek jsou naměřená data shrnuta v Tabulkách 11 až 19. Součástí těchto tabulek jsou i % úbytky polyfenolů vzhledem k počátku skladování (data naměřená v rámci počátku skladování jsou prezentována v dizertační práci).

Z dat naměřených na začátku skladovacího pokusu lze uvést, že kyseliny protokatechinová a neochlorogenová byly nejvíce se vyskytující polyfenolické kyseliny ve volných frakcích ve všech analyzovaných směsích. Ve volných frakcích flavonoidů byl na počátku skladování vždy v nejnižší koncentraci zastoupen kvercetin. V konjugovaných frakcích na počátku převládaly vyšší koncentrace kyselin protokatechinové, gallové a neochlorogenové, dále epikatechinu, katechinu i rutinu. Co se týká profilu vázaných polyfenolických kyselin, tak byly naměřeny vyšší koncentrace kyselin neochlorogenové, protokatechinové, sinapové a z flavonoidů epikatechinu, katechinu a rutinu. Zdrojem vysokého obsahu kyseliny protokatechinové mohou být obiloviny s barevnými obalovými vrstvami (Guo a Beta, 2013). Dalšími významnými zdroji jsou mandle, para ořechy (Sang et al., 2002; John a Shahidi, 2010) a ovoce (Huang et al., 2012; Russell et al., 2009; Lee et al. (2017)). Zdrojem kyseliny neochlorogenové, která byla ve všech směsích detekována, může být hlavně ovoce (Szopa et al., 2018; Valcheva-Kuzmanova et al., 2019). Pro dřevitiny, který byl součástí všech připravených směsí, je typické zastoupení vyšších koncentrací *p*-hydroxybenzoové kyseliny (Radziejewska et al.; 2020; Da Silva et al., 2017). Významným zdrojem polyfenolických kyselin jsou jedlé květy (Kaisoon et al., 2011). Jedlé květy jsou i bohatým zdrojem katechinu a epikatechinu (Li et al., 2014; Chen et al., 2015).

Zaměříme-li se na jednotlivé polyfenoly ve volných frakcích, po roce skladování byl vždy zaznamenán jejich procentuální úbytek. Při skladování v temnu koncentrace jednotlivých polyfenolů klesla o 15 až 31 % (Tabulka 11), při skladování v termostatu při teplotě 40 °C (Tabulka 13) byl zaznamenán vyšší pokles, a to od 21 do 57 %. Nejvyšší pokles v koncentraci (odpovídající zmiňovaným 57 %) byl zaznamenán u flavonoidu rutinu, dále byly naměřeny nižší koncentrace kyseliny ellagové a katechinu. V případě, že byly směsi skladovány za přítomnosti denního světla (Tabulka 12), potom obsahy jednotlivých polyfenolů ve volných frakcích klesaly v rozmezí 21 až 44 %, přičemž nejvyšších % úbytků bylo naměřeno u kyseliny ellagové, kvercetinu, katechinu a kyseliny neochlorogenové. Z naměřených výsledků vyplývá, že ve volných frakcích jsou polyfenolické látky stabilnější při skladování směsí za laboratorní teploty a nepřítomnosti světla, kdy jako nejstabilnější se jeví epikatechin a kyselina sinapová.

V rámci konjugovaných frakcí taktéž došlo vždy k poklesu obsahu koncentrací u jednotlivých polyfenolických látek. Při skladování za nepřístupu denního světla (Tabulka 14) byl naměřen pokles v rozsahu 14 až 32 %, což byl ve srovnání s dalšími skladovacími podmínkami pokles v nejnižším rozsahu. Při skladování za tmy byl naměřen nejvyšší pokles v koncentracích kvercetinu a *p*-hydroxybenzoové kyseliny. Za podmínky skladování s přístupem denního světla (Tabulka 15) došlo ke snížení koncentrace konjugovaných polyfenolů o 17 až 47 %, přičemž nejvyšší pokles byl zaznamenán u kvercetinu, *p*-kumarové a ellagové kyseliny společně s etylesterem protokatechinové kyseliny. Pokud byl ke skladování použit termostat (Tabulka 16), byl opět zaznamenán nejvyšší úbytek v koncentraci kvercetinu a *p*-hydroxybenzoové a ellagové kyseliny. Za podmínky skladování při 40 °C došlo k úbytkům jednotlivých koncentrací konjugovaných polyfenolů o 14 až 41 %. Zdá se, že jednotlivé polyfenolické látky jsou v konjugovaných frakcích stabilnější při skladování za nepřístupu denního světla. Jako jedny z nejstabilnějších konjugovaných polyfenolů směsí se jeví být flavonoid epikatechin a neochlorogenová společně se sinapovou kyselinou.

Podíváme-li se na výsledky stanovení pro vázané frakce polyfenolů, při skladování bez přístupu denního světla (Tabulka 17), byly naměřeny úbytky v rozsahu 15 až 30 %, při skladování za přístupu světla (Tabulka 18) 16 až 45 % a při použití termostatu (40 °C) (Tabulka 19) potom 16–40 %. U vázaných frakcí došlo k nejvyšším poklesům koncentrací u rutinu a kvercetinu napříč všemi skladovacími podmínkami. Při skladování za podmínek přístupu denního světla byly ještě zaznamenány poklesy v koncentracích kyselin gallové, protokatechinové, *p*-hydroxybenzoové, *p*-kumarové a ellagové. Opět nejnižší poklesy v koncentracích byly zaznamenány při skladování za nepřístupu světla. Jako jedny z nejstabilnějších se jeví opět epikatechin, neochlorogenová a sinapová kyselina.

Tabulka 11: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve volných frakcích za nepřístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	102±1 ^{a,-18 %}	71,2±2,1 ^{b,-17 %}	99,1±1,3 ^{c,-15 %}	61,7±1,1 ^{d,-15 %}
Katechin	7,23±0,22 ^{a,-27 %}	36,2±0,2 ^{b,-16 %}	51,7±1,1 ^{c,-21 %}	34,2±0,8 ^{d,-26 %}
Rutin	1,03±0,02 ^{a,-18 %}	72,3 ±0,3 ^{b,-16 %}	87,8±1,2 ^{c,-19 %}	64,8±0,2 ^{d,-22 %}
Kvercetin	1,78±0,31 ^{a,-28 %}	2,99±0,22 ^{b,-19 %}	0,71±0,02 ^{c,-17 %}	2,03±0,02 ^{d,-22 %}
Neochlorogenová	52,7±0,2 ^{a,-19 %}	41,7±0,2 ^{b,-23 %}	37,8±0,3 ^{c,-27 %}	37,1±0,1 ^{c,-24 %}
Gallová	6,44±0,31 ^{a,-20 %}	12,1±0,42 ^{b,-19 %}	1,87±0,02 ^{c,-19 %}	6,25±0,22 ^{d,-26 %}
Protokatechinová	89,1±1,3 ^{a,-23 %}	103±1 ^{b,-20 %}	87,2±1,3 ^{c,-25 %}	79,8±2,1 ^{d,-23 %}
<i>p</i> -Hydroxy-benzoová	1,99±0,22 ^{a,-26 %}	5,07±0,01 ^{b,-17 %}	5,74±0,22 ^{c,-18 %}	4,47±0,11 ^{d,-25 %}
Kávová	11,7±0,2 ^{a,-21 %}	21,7±1,2 ^{b,-17 %}	21,9±0,27 ^{b,-21 %}	18,9±0,32 ^{c,-23 %}
<i>p</i> -Kumarová	14,2±0,4 ^{a,-16 %}	2,78±0,05 ^{b,-23 %}	2,46±0,21 ^{c,-27 %}	0,74±0,02 ^{d,-24 %}
Sinapová	16,7±0,2 ^{a,-17 %}	24,3±0,4 ^{b,-22 %}	21,1±0,30 ^{c,-18 %}	26,5±0,01 ^{d,-20 %}
Ellagová	2,19±0,09 ^{a,-17 %}	1,86±0,21 ^{b,-23 %}	0,67±0,08 ^{c,-24 %}	0,38±0,02 ^{d,-31 %}
Etylester protokatechinové	0,03±0,01 ^{a,-25 %}	1,13±0,02 ^{b,-28 %}	2,19±0,09 ^{c,-20 %}	0,96±0,04 ^{d,-21 %}
Celkové volné	307±1 ^{a,-20 %}	396±2 ^{b,-19 %}	420±1 ^{c,-21 %}	338±2 ^{d,-22 %}

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 12: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve volných frakcích při skladování za přístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	95,2±1,2 ^{a,-24} %	61,7±0,7 ^{b,-28} %	90,1±1,1 ^{c,-23} %	56,2±0,9 ^{d,-23} %
Katechin	6,57±0,21 ^{a,-33} %	28,7±0,4 ^{b,-34} %	45,2±1,2 ^{c,-31} %	27,4±0,7 ^{d,-41} %
Rutin	0,88±0,05 ^{a,-30} %	64,2±0,6 ^{b,-25} %	77,4±0,8 ^{c,-28} %	57,8±0,4 ^{d,-30} %
Kvercetin	1,51±0,10 ^{a,-39} %	2,62±0,16 ^{b,-29} %	0,54±0,05 ^{c,-37} %	1,76±0,08 ^{d,-32} %
Neochlorogenová	45,2±0,4 ^{a,-30} %	35,1±0,9 ^{b,-35} %	33,7±0,7 ^{c,-35} %	31,4±0,5 ^{d,-36} %
Gallová	6,03±0,06 ^{a,-25} %	9,65±0,4 ^{b,-35} %	1,52±0,02 ^{c,-34} %	5,87±0,10 ^{d,-30} %
Protokatechinová	84,1±1,4 ^{a,-27} %	96,7±1,2 ^{b,-24} %	83,4±0,9 ^{c,-29} %	75,8±1,0 ^{d,-26} %
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	1,81±0,15 ^{a,-33} %	4,72±0,05 ^{b,-23} %	5,54±0,10 ^{c,-21} %	4,30±0,07 ^{d,-28} %
Kávová	10,2±0,3 ^{a,-32} %	19,3±0,2 ^{b,-26} %	19,5±0,04 ^{b,-29} %	16,3±0,08 ^{c,-34} %
<i>p</i> -Kumarová	12,8±0,2 ^{a,-25} %	2,51±0,07 ^{b,-30} %	2,27±0,10 ^{c,-32} %	0,61±0,02 ^{d,-38} %
Sinapová	15,1±0,3 ^{a,-25} %	22,5±0,5 ^{b,-29} %	19,2±0,07 ^{c,-25} %	23,1±0,05 ^{b,-30} %
Ellagová	1,93±0,10 ^{a,-27} %	1,66±0,15 ^{b,-31} %	0,57±0,01 ^{c,-35} %	0,31±0,02 ^{d,-44} %
Etylester protokatechinové	0,03±0,01 ^{a,-25} %	1,01±0,02 ^{b,-36} %	2,01±0,04 ^{c,-27} %	0,82±0,05 ^{d,-33} %
Celkové volné	281±3 ^{a,-27} %	350±4 ^{b,-28} %	381±2 ^{c,-28} %	302±2 ^{d,-30} %

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 13: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve volných frakcích při skladování v termostatu (40 °C)

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	97,1±0,9 ^{a,-22 %}	64,5±1,4 ^{b,-25 %}	92,4±1,8 ^{c,-21 %}	57,6±1,9 ^{d,-21 %}
Katechin	6,77±0,55 ^{a,-31 %}	32,4±1,1 ^{b,-25 %}	47,2±1,2 ^{c,-28 %}	29,8±0,9 ^{d,-36 %}
Rutin	0,92±0,01 ^{a,-26 %}	67,2±1,2 ^{b,-57 %}	81,2±1,3 ^{c,-25 %}	60,2±1,2 ^{d,-27 %}
Kvercetin	1,62±0,12 ^{a,-34 %}	2,74±0,14 ^{b,-26 %}	0,63±0,02 ^{c,-27 %}	1,82±0,04 ^{d,-30 %}
Neochlorogenová	47,8±0,4 ^{a,-26 %}	37,2±0,8 ^{b,-31 %}	35,4±0,6 ^{c,-31 %}	34,7±0,2 ^{d,-29 %}
Gallová	6,21±0,54 ^{a,-23 %}	10,9±0,4 ^{b,-27 %}	1,67±0,04 ^{c,-28 %}	6,01±0,12 ^{d,-28 %}
Protokatechinová	86,2±1,1 ^{a,-25 %}	98,2±1,2 ^{b,-23 %}	85,9±1,2 ^{a,-27 %}	77,1±0,9 ^{c,-25 %}
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	1,97±0,10 ^{a,-27 %}	4,87±0,04 ^{b,-21 %}	5,64±0,12 ^{c,-20 %}	4,42±0,22 ^{d,-26 %}
Kávová	10,9±0,5 ^{a,-27 %}	20,1±0,3 ^{b,-23 %}	20,4±0,22 ^{b,-26 %}	17,2 ±0,09 ^{c,-30 %}
<i>p</i> -Kumarová	13,4±0,4 ^{a,-21 %}	2,63±0,09 ^{b,-27 %}	2,34±0,10 ^{c,-30 %}	0,69±0,04 ^{d,-30 %}
Sinapová	15,7±0,4 ^{a,-22 %}	23,1±0,7 ^{b,-27 %}	20,1±0,10 ^{c,-21 %}	24,7±0,08 ^{d,-25 %}
Ellagová	2,02±0,13 ^{a,-24 %}	1,74±0,10 ^{b,-28 %}	0,61±0,02 ^{c,-31 %}	0,34±0,04 ^{d,-37 %}
Etylester protokatechinové	0,03±0,01 ^{a,-25 %}	1,04±0,04 ^{b,-34 %}	2,07±0,04 ^{c,-25 %}	0,89±0,08 ^{d,-27 %}
Celkové volné	291±3 ^{a,-24 %}	366±4 ^{b,-25 %}	396±2 ^{c,-25 %}	317±2 ^{d,-26 %}

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 14: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů v konjugovaných frakcích při skladování za nepřístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	143±4 ^{a,-21} %	107±1 ^{b,-17} %	99,7±1,3 ^{c,-15} %	53,7±0,3 ^{d,-18} %
Katechin	64,3±0,2 ^{a,-20} %	41,9±0,3 ^{b,-14} %	96,3±4 ^{c,-18} %	57,2±0,1 ^{d,-22} %
Rutin	12,7±0,1 ^{a,-22} %	14,6±0,2 ^{b,-18} %	27,4±0,2 ^{c,-17} %	18,9±0,2 ^{d,-23} %
Kvercetin	0,88±0,02 ^{a,-28} %	0,14±0,01 ^{b,-26} %	0,62±0,01 ^{c,-29} %	0,13±0,02 ^{b,-32} %
Neochlorogenová	9,23±0,1 ^{a,-22} %	3,97±0,03 ^{b,-17} %	6,02±0,02 ^{c,-15} %	5,47±0,12 ^{d,-17} %
Gallová	3,07±0,11 ^{a,-27} %	50,7±0,2 ^{b,-14} %	2,07±0,02 ^{c,-20} %	47,4±0,3 ^{d,-14} %
Protokatechinová	83,7±2,3 ^{a,-17} %	69,9±1,2 ^{b,-31} %	57,9±0,2 ^{c,-20} %	47,2±0,7 ^{d,-21} %
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	0,67±0,02 ^{a,-26} %	0,28±0,01 ^{b,-32} %	0,47±0,04 ^{c,-29} %	0,41±0,01 ^{c,-29} %
Kávová	1,32±0,02 ^{a,-19} %	2,47±0,08 ^{b,-19} %	2,17±0,01 ^{c,-18} %	0,74±0,02 ^{d,-30} %
<i>p</i> -Kumarová	0,47±0,08 ^{a,-16} %	0,21±0,01 ^{b,-22} %	0,42±0,01 ^{a,-29} %	0,29±0,05 ^{b,-22} %
Sinapová	2,67±0,02 ^{a,-12} %	0,92±0,05 ^{b,-16} %	6,37±0,10 ^{c,-13} %	5,12±0,01 ^{d,-15} %
Ellagová	0,07±0,01 ^{a,-22} %	0,10±0,02 ^{a,-23} %	0,27±0,04 ^{c,-25} %	0,46±0,01 ^{d,-22} %
Etylester protokatechinové	0,12±0,01 ^{a,-25} %	3,03±0,02 ^{b,-24} %	1,27±0,03 ^{c,-24} %	1,55±0,01 ^{d,-24} %
Celkové konjugované	322±2 ^{a,-20} %	295±1 ^{b,-20} %	301±2 ^{c,-17} %	239±2 ^{d,-19} %

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 15: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů v konjugovaných frakcích při skladování za přístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	136±3 ^{a,-25 %}	98,6±0,7 ^{b,-24 %}	95,4±1,1 ^{c,-18 %}	48,2±0,4 ^{d,-27 %}
Katechin	58,3±0,5 ^{a,-28 %}	36,4±0,2 ^{b,-26 %}	92,7±0,9 ^{c,-21 %}	52,1±0,2 ^{d,-29 %}
Rutin	10,8±0,4 ^{a,-33 %}	11,1±0,2 ^{a,-38 %}	23,2±0,1 ^{b,-30 %}	16,0±0,1 ^{c,-34 %}
Kvercetin	0,71±0,01 ^{a,-42 %}	0,10±0,01 ^{b,-47 %}	0,52±0,03 ^{c,-40 %}	0,11±0,01 ^{b,-42 %}
Neochlorogenová	8,74±0,12 ^{a,-26 %}	3,61±0,06 ^{b,-24 %}	5,60±0,09 ^{c,-21 %}	5,03±0,11 ^{d,-24 %}
Gallová	2,71±0,10 ^{a,-35 %}	45,7±0,2 ^{b,-22 %}	1,82±0,05 ^{c,-30 %}	43,7±0,2 ^{d,-21 %}
Protokatechinová	79,8±1,1 ^{a,-21 %}	65,1±0,9 ^{b,-36 %}	53,2±0,2 ^{c,-26 %}	42,1±0,7 ^{d,-30 %}
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	0,56±0,04 ^{a,-38 %}	0,22±0,01 ^{b,-46 %}	0,41±0,02 ^{c,-38 %}	0,33±0,02 ^{d,-43 %}
Kávová	1,23±0,05 ^{a,-24 %}	2,28±0,12 ^{b,-25 %}	2,02±0,01 ^{c,-23 %}	0,67±0,04 ^{d,-36 %}
<i>p</i> -Kumarová	0,37±0,05 ^{a,-34 %}	0,16±0,02 ^{b,-41 %}	0,34±0,01 ^{a,-42 %}	0,22±0,05 ^{b,-41 %}
Sinapová	2,52±0,02 ^{a,-17 %}	0,81±0,01 ^{b,-26 %}	6,03±0,10 ^{c,-18 %}	4,93±0,02 ^{d,-18 %}
Ellagová	0,06±0,01 ^{a,-33 %}	0,07±0,01 ^{a,-46 %}	0,21±0,02 ^{b,-42 %}	0,39±0,01 ^{c,-34 %}
Etylester protokatechinové	0,09±0,01 ^{a,-44 %}	2,91±0,01 ^{b,-27 %}	0,96±0,04 ^{c,-43 %}	1,37±0,02 ^{d,-33 %}
Celkové konjugované	302±4 ^{a,-25 %}	267±2 ^{b,-28 %}	282±3 ^{c,-23 %}	215±1 ^{d,-27 %}

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 16: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů v konjugovaných frakcích při skladování v termostatu (40 °C)

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	139±1 ^{a,-24} %	101±2 ^{b,-22} %	97,4±0,8 ^{c,-17} %	50,7±0,7 ^{d,-23} %
Katechin	61,1±0,7 ^{a,-24} %	37,9±0,4 ^{b,-22} %	94,0±1,1 ^{c,-20} %	54,3±0,6 ^{d,-26} %
Rutin	11,2±0,5 ^{a,-31} %	12,0±0,2 ^{a,-33} %	25,3±0,2 ^{c,-24} %	17,1±0,4 ^{d,-30} %
Kvercetin	0,76±0,02 ^{a,-38} %	0,12±0,01 ^{b,-37} %	0,57±0,05 ^{c,-34} %	0,13±0,01 ^{b,-32} %
Neochlorogenová	9,01±0,4 ^{a,-24} %	3,72±0,05 ^{b,-22} %	5,74±0,11 ^{c,-19} %	5,21±0,10 ^{d,-21} %
Gallová	2,87±0,10 ^{a,-31} %	47,2±0,4 ^{b,-20} %	1,99±0,05 ^{c,-23} %	45,1±0,6 ^{d,-18} %
Protokatechinová	81,2±1,4 ^{a,-20} %	67,8±1,0 ^{b,-33} %	55,2±0,4 ^{c,-24} %	45,8±0,2 ^{d,-24} %
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	0,59±0,02 ^{a,-35} %	0,24 ±0,02 ^{b,-41} %	0,45±0,04 ^{c,-32} %	0,37±0,01 ^{d,-36} %
Kávová	1,27±0,01 ^{a,-22} %	2,32±0,13 ^{b,-24} %	2,10±0,04 ^{c,-20} %	0,71±0,10 ^{d,-32} %
<i>p</i> -Kumarová	0,42±0,01 ^{a,-25} %	0,18±0,04 ^{b,-33} %	0,38±0,03 ^{a,-36} %	0,26±0,04 ^{b,-30} %
Sinapová	2,61±0,02 ^{a,-14} %	0,87±0,04 ^{b,-21} %	6,21±0,11 ^{c,-15} %	5,01±0,02 ^{d,-17} %
Ellagová	0,06±0,01 ^{a,-33} %	0,08±0,01 ^{a,-38} %	0,24±0,02 ^{c,-33} %	0,42±0,01 ^{d,-29} %
Etylester protokatechinové	0,10±0,01 ^{a,-38} %	2,96±0,02 ^{b,-26} %	1,02±0,01 ^{c,-39} %	1,42±0,02 ^{d,-31} %
Celkové konjugované	310±2 ^{a,-23} %	277±2 ^{b,-25} %	291±3 ^{c,-20} %	227±2 ^{d,-23} %

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 17: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve vázaných frakcích při skladování za nepřístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	75,3±1,1 ^{a,-19} %	97,2±1,7 ^{b,-16} %	16,3±0,2 ^{c,-20} %	24,2±0,1 ^{d,-21} %
Katechin	5,05±0,06 ^{a,-23} %	5,78±0,21 ^{b,-16} %	9,22±0,1 ^{c,-18} %	8,87±0,2 ^{d,-15} %
Rutin	0,49±0,04 ^{a,-30} %	4,47±0,04 ^{b,-16} %	4,27±0,04 ^{c,-27} %	2,08±0,01 ^{d,-23} %
Kvercetin	0,77±0,02 ^{a,-29} %	1,01±0,02 ^{b,-22} %	0,37±0,01 ^{c,-24} %	1,06±0,02 ^{d,-21} %
Neochlorogenová	21,8±0,2 ^{a,-17} %	22,3±0,2 ^{b,-21} %	20,7±0,3 ^{c,-20} %	52,8±0,1 ^{d,-16} %
Gallová	0,38±0,02 ^{a,-19} %	0,41±0,01 ^{a,-27} %	0,38±0,01 ^{a,-24} %	2,89±0,03 ^{b,-12} %
Protokatechinová	3,27±0,01 ^{a,-18} %	3,02±0,06 ^{b,-17} %	14,7±0,2 ^{c,-22} %	17,1±0,12 ^{d,-23} %
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	1,21±0,07 ^{a,-25} %	1,07±0,04 ^{b,-25} %	0,48±0,01 ^{c,-21} %	2,47±0,01 ^{d,-21} %
Kávová	3,74±0,08 ^{a,-23} %	4,03±0,02 ^{b,-22} %	2,47±0,04 ^{c,-30} %	2,07±0,01 ^{d,-27} %
<i>p</i> -Kumarová	0,21±0,04 ^{a,-28} %	0,29±0,04 ^{a,-28} %	0,14±0,01 ^{b,-30} %	0,07±0,01 ^{c,-30} %
Sinapová	4,87±0,11 ^{a,-15} %	6,47±0,05 ^{b,-15} %	4,02±0,01 ^{c,-20} %	1,07±0,04 ^{d,-23} %
Ellagová	1,74±0,02 ^{a,-21} %	1,99±0,04 ^{b,-21} %	0,47±0,08 ^{c,-25} %	0,97±0,02 ^{d,-24} %
Etylester protokatechinové	1,88±0,09 ^{a,-30} %	6,89±0,10 ^{b,-15} %	3,57±0,20 ^{c,-18} %	4,62±0,01 ^{d,-22} %
Celkové vázané	121±1 ^{a,-18} %	155±1 ^{b,-16} %	77,1±0,4 ^{c,-21} %	122±2 ^{a,-17} %

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 18: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve vázaných frakcích při skladování za přístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	71,1±0,6 ^{a,-24} %	93,9±0,9 ^{b,-19} %	12,7±0,4 ^{c,-38} %	21,3±0,4 ^{d,-31} %
Katechin	4,75±0,04 ^{a,-27} %	5,50±0,10 ^{b,-20} %	8,87±0,1 ^{c,-22} %	7,82±0,2 ^{d,-25} %
Rutin	0,41±0,01 ^{a,-41} %	4,03±0,02 ^{b,-24} %	3,99±0,02 ^{b,-31} %	1,81±0,01 ^{c,-33} %
Kvercetin	0,68 ±0,02 ^{a,-38} %	0,89±0,01 ^{b,-32} %	0,28±0,02 ^{c,-43} %	0,87±0,05 ^{b,-36} %
Neochlorogenová	19,3±0,2 ^{a,-27} %	20,1±0,3 ^{a,-29} %	18,3±0,2 ^{c,-30} %	48,9±0,2 ^{d,-23} %
Gallová	0,31±0,02 ^{a,-34} %	0,34±0,01 ^{a,-39} %	0,31±0,02 ^{a,-38} %	2,62±0,01 ^{b,-21} %
Protokatechinová	3,01±0,04 ^{a,-25} %	2,88±0,04 ^{b,-39} %	12,1±0,1 ^{c,-36} %	15,2±0,10 ^{d,-32} %
<i>p</i> -Hydroxybenzoová	1,01±0,02 ^{a,-37} %	0,95±0,02 ^{a,-33} %	0,37±0,01 ^{b,-39} %	2,01±0,07 ^{c,-36} %
Kávová	3,57±0,08 ^{a,-20} %	3,82±0,04 ^{b,-26} %	2,34±0,04 ^{c,-33} %	1,91±0,02 ^{d,-33} %
<i>p</i> -Kumarová	0,17±0,02 ^{a,-41} %	0,27±0,01 ^{b,-25} %	0,11±0,01 ^{a,c,-45} %	0,06±0,01 ^{c,-40} %
Sinapová	4,78±0,10 ^{a,-16} %	6,34±0,02 ^{b,-16} %	3,91±0,01 ^{c,-22} %	0,99±0,02 ^{d,-29} %
Ellagová	1,67±0,04 ^{a,-24} %	1,81±0,05 ^{b,-28} %	0,38±0,01 ^{c,-40} %	0,98±0,04 ^{d,-23} %
Etylester protokatechinové	1,77±0,02 ^{a,-34} %	6,72±0,12 ^{b,-17} %	3,41±0,09 ^{c,-22} %	4,47±0,10 ^{d,-24} %
Celkové vázané	113±2 ^{a,-24} %	148±3 ^{b,-20} %	67,1±0,4 ^{c,-31} %	109±1 ^{a,-26} %

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 19: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve vázaných frakcích při skladování v termostatu (40 °C)

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Epikatechin	72,1±0,8 ^{a,-23} %	95,1±1 ^{b,-18} %	14,2±0,4 ^{c,-30} %	22,7±0,5 ^{c,-26} %
Katechin	4,89±0,05 ^{a,-25} %	5,61±0,16 ^{b,-19} %	9,02±0,2 ^{c,-20} %	8,12±0,2 ^{d,-22} %
Rutin	0,44±0,02 ^{a,-37} %	4,20±0,05 ^{b,-21} %	4,07±0,04 ^{c,-30} %	1,87±0,02 ^{d,-31} %
Kvercetin	0,71 ±0,01 ^{a,-35} %	0,92±0,04 ^{b,-29} %	0,31±0,05 ^{c,-37} %	0,99±0,07 ^{b,-27} %
Neochlorogenová	20,2±0,5 ^{a,-23} %	21,3±0,2 ^{b,-24} %	19,9±0,4 ^{a,-23} %	50,3±0,5 ^{c,-20} %
Gallová	0,33±0,06 ^{a,-30} %	0,37±0,04 ^{a,-34} %	0,34±0,06 ^{a,-32} %	2,74±0,04 ^{b,-17} %
Protokatechinová	3,07±0,04 ^{a,-23} %	2,98±0,04 ^{a,-18} %	12,7±0,07 ^{b,-33} %	15,9±0,11 ^{c,-29} %
<i>p</i> -Hydroxy-benzoová	1,07±0,09 ^{a,-34} %	0,95±0,07 ^{b,-33} %	0,42±0,04 ^{c,-31} %	2,12±0,04 ^{d,-32} %
Kávová	3,62±0,09 ^{a,-26} %	3,99±0,10 ^{b,-23} %	2,41 ±0,04 ^{c,-31} %	1,97±0,02 ^{d,-31} %
<i>p</i> -Kumarová	0,19±0,02 ^{a,-34} %	0,27±0,04 ^{b,-25} %	0,12±0,01 ^{a,c,-40} %	0,06±0,01 ^{c,-40} %
Sinapová	4,81±0,08 ^{a,-16} %	6,39±0,05 ^{b,-16} %	3,97±0,04 ^{c,-21} %	1,02±0,09 ^{d,-27} %
Ellagová	1,71±0,02 ^{a,-22} %	1,87±0,08 ^{b,-26} %	0,42±0,05 ^{c,-33} %	0,91±0,05 ^{d,-29} %
Etylester protokatechinové	1,81±0,05 ^{a,-32} %	6,81±0,07 ^{b,-16} %	3,49±0,08 ^{c,-20} %	4,52±0,09 ^{d,-23} %
Celkové vázané	115±2 ^{a,-22} %	151±3 ^{b,-18} %	71,4±0,5 ^{c,-27} %	113±1 ^{a,-23} %

Výsledky jsou uvedeny jako střední hodnota ± SD v sušině, n=5. Hodnoty v rámci řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

4.8 Stanovení antioxidační aktivity za definovaných skladovacích podmínek

V Tabulce 20 jsou uvedeny hodnoty antioxidační aktivity (AOA) stanovené metodou se zhášením radikálu ABTS na začátku založení skladovacího pokusu. U směsí M3, M5 a M8 byly nejvyšší hodnoty AOA naměřeny ve volných frakcích, zatímco u směsi M1 byly nejvyšší hodnoty naměřeny v konjugovaných frakcích. Celková antioxidační aktivita naměřená metodou s ABTS se pohybovala od 1630 do 1780 mmol TE.kg⁻¹. Všechny směsi mezi sebou vykazovaly statisticky významný rozdíl v hodnotách celkové AOA. Nejvyšší hodnota AOA byla naměřena u směsi M3. Celková AOA surovin a potravin může být ovlivněna mnoha faktory, například klimatickými podmínkami, odrůdou a aplikací hnojiv (Mareček et al., 2017). Technologickým opracováním mohou být ovlivněny i hodnoty AOA v jednotlivých frakcích obilných zrn (Pradeep a Sreerama, 2017). Existují studie, které poukazují na zvýšení AOA v průběhu skladování (Connor et al. (2002).

U vzorků rýže s černými obalovými vrstvami studie udávají vyšší hodnoty AOA u volných nebo konjugovaných frakcí, zároveň studie na obilných zrnech potvrzují signifikantně vyšší naměřené hodnoty AOA u zrn s barevnými obalovými vrstvami (Shao et al., 2014; Wu et al., 2018; Van Hung a Morita, 2008; Abdel-Aal et al., 2018; Ti et al., 2014). Mimo jiné i z tohoto důvodu byly v naší studii použity vločky vyrobené z těchto zrn. Vysokou antioxidační aktivitu mohou mít také skořápkové plody (Taş a Gökmen, 2017). Pokud se podíváme na surovinovou skladbu müsli směsí, bohatým surovinným zdrojem s vyšší hodnotou AOA jsou určitě ovocné plody a jedlé květy (Kim, 2018; Chen et al., 2018). Z literárních údajů se zdá, že vyšší hodnoty AOA jsou dosahovány u jedlých květů ve volných polyfenolických frakcích (Kaisoon et al., 2011; Chen et al., 2018). Obsah polyfenolů v jednotlivých frakcích obvykle pozitivně koreluje s hodnotami AOA. Korelační koeficienty byly v rozmezí 0,7256 až 0,7936 (Wu et al., 2018; Van Hung et al., 2008; Abdel-Aal et al., 2018; Ti et al., 2014; Bueno-Herrera a Pérez-Magariño, 2020; Chen et al., 2018; Kim, 2018).

Tabulka 20: Výsledky stanovení AOA metodou s ABTS na počátku skladovacího pokusu

AOA (mmol TE.kg ⁻¹)	Volné frakce (s ABTS)	Konjugované frakce (s ABTS)	Vázané frakce (s ABTS)	Celková AOA (s ABTS)
M1	733±20 ^a	741±20 ^a	152±20 ^a	1630±20 ^a
M3	838±20 ^b	743±10 ^b	219±10 ^b	1780±20 ^b
M5	772±10 ^c	742±10 ^a	136±10 ^c	1650±10 ^c
M8	810±14 ^d	700±5 ^c	232±2 ^d	1740±10 ^d

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=4–8) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Výsledky stanovení AOA v rámci ročního skladovacího pokusu za definovaných podmínek jsou shrnuty v Tabulce 21. Ve volných fracích bylo naměřeno snížení v hodnotách AOA v rozsahu 6 až 17 % při skladování za nepřístupu denního světla. Při skladování za přístupu světla klesla hodnota AOA max. o 19 %, při podmínkách skladování v termostatu potom v rozmezí 3 až 12 %. U stanovení AOA v konjugovaných fracích byl naměřen vždy statisticky shodný výsledek v jejím úbytku při skladování ve tmě napříč všemi vzorky. Nízký úbytek AOA byl podobně jako u volných frací zaznamenán za podmínek skladování v termostatu. Naopak se zdá, že nejvyšší vliv na snížení hodnot AOA u konjugovaných frací má přístup denního světla, podobně jako u frací volných polyfenolů. Nejvyšší pokles v naměřených hodnotách AOA byl zaznamenán u frací vázaných polyfenolů. Konkrétněji u směsi M3 byl pokles při skladování v termostatu o téměř 50 %, podobně jako za podmínky přístupu světla. Statisticky významně nižší hodnoty poklesů AOA u vázaných frací byly naměřeny při skladování za tmy. Z dat prezentovaných v Tabulce 35 je vidět, že k vyššímu úbytku v hodnotách AOA docházelo při skladování za přístupu světla než při skladování v temnu.

Tabulka 21: Výsledky stanovení AOA metodou s ABTS za definovaných skladovacích podmínek

AOA	Tma 23 °C				Termostat 40 °C				Světlo 23 °C			
	Volné frakce	Konjugované frakce	Vázané frakce	Celková AOA	Volné frakce	Konjugované frakce	Vázané frakce	Celková AOA	Volné frakce	Konjugované frakce	Vázané frakce	Celková AOA
M1	635±10 ^a (-13 %)	699±10 ^a (-6 %)	101±5 ^a (-34 %)	1440±10 ^a (-12 %)	659±10 ^a (-10 %)	710±10 ^a (-4 %)	84±5 ^a (-45 %)	1450±10 ^a (-11 %)	644±10 ^a (-12 %)	661±10 ^a (-11 %)	88±20 ^a (-42 %)	1390±10 ^a (-15 %)
M3	787±10 ^b (-6 %)	702±10 ^b (-6 %)	163±10 ^b (-26%)	1650±10 ^b (-7%)	797±20 ^b (-5 %)	722±20 ^b (-3 %)	153±10 ^b (-30 %)	1670±20 ^b (-6 %)	759±20 ^b (-9 %)	674±10 ^b (-9 %)	158±10 ^b (-28 %)	1590±20 ^b (-11 %)
M5	639±10 ^c (-17 %)	700±20 ^a (-6 %)	82±10 ^c (-40 %)	1420±10 ^c (-14 %)	681±10 ^c (-12 %)	718±10 ^a (-3 %)	69±10 ^c (-49 %)	1470±10 ^c (-11 %)	627±10 ^c (-19 %)	608±10 ^a (-18 %)	71±10 ^c (-48 %)	1310±10 ^c (-21 %)
M8	731±20 ^d (-10 %)	657±10 ^c (-6 %)	175±10 ^d (-25 %)	1560±20 ^d (-10 %)	788±10 ^d (-3 %)	664±10 ^c (-5 %)	162±10 ^d (-30 %)	1610±20 ^d (-7 %)	799±10 ^d (-1 %)	597±10 ^c (-15 %)	164±2 ^d (-29 %)	1560±10 ^d (-10 %)

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=4–8) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Hodnoty AOA prezentovány v mmol TE.kg⁻¹.

4.9 Stanovení celkových antokyanových barviv za definovaných skladovacích podmínek

Celkové obsahy antokyanů (TAC) jsou uvedeny v Tabulce 22. Rozmezí hodnot naměřených v müsli směsích byl od 322 do 663 mg C3G.kg⁻¹. Nejvyšší obsah celkových antokyanů byl naměřen v müsliM3. Lze předpokládat, že zdrojem antokyanů v této směsi byly borůvky, jahody a dřišťál. Dalším zdrojem antokyanů v této směsi by mohly být i jedlé květy. Hlavními zdroji antokyanů v müsli směsích mohou být ovoce (Mazza, 2007) jedlé květy (Benvenuti et al., 2016), méně potom obiloviny s barevnými obalovými vrstvami (Abdel-Aal et al., 2006).

Tabulka 22: Stanovení celkových antokyanů za definovaných skladovacích podmínek

TAC (mg C3G.kg ⁻¹)	Začátek	Tma 23 °C	Termostat 40 °C	Světlo 23 °C
M1	322 ± 2 ^a	208 ± 1 ^{a,-35 %}	198 ± 1 ^{a,-39 %}	187 ± 2 ^{a,-42 %}
M3	663 ± 2 ^b	487 ± 2 ^{b,-27 %}	472 ± 2 ^{b,-29 %}	465 ± 1 ^{b,-30 %}
M5	663 ± 2 ^b	174 ± 1 ^{c,-55 %}	161 ± 1 ^{c,-58 %}	146 ± 1 ^{c,-62 %}
M8	424 ± 2 ^d	231 ± 2 ^{d,-46 %}	219 ± 2 ^{d,-48 %}	212 ± 1 ^{d,-50 %}

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=4–8) na sušinu vzorku. Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Z naměřených dat je patrné, že jednotlivá rozmezí úbytků koncentrací TAC jsou prakticky vyrovnaná, a to v rámci všech skladovacích podmínek. Za nepřístupu světla došlo k 27 až 55% úbytku v obsahu TAC, za přístupu světla to byl úbytek naměřený v rozsahu 30–62 % a při skladování v termostatu došlo ke snížení celkových antokyanů o 29 až 58 %. Antokyanová barviva, jako zástupci flavonoidů, budou na skladovací podmínky citlivé. Pro jejich dlouhodobější stabilitu lze doporučit potenciálnímu výrobcí směsi pro jejich uchování tmavý, dennímu světlu nepropustný obal a skladování při pokojové teplotě. Data prezentovaná v Tabulce 22 dále ukazují na směs M5, která dosahovala vždy nejvyšších úbytků v obsahu TAC, a to za všech parametrů zvolených pro skladování, ihned za ní potom směs M8. Obě tyto směsi jsou bezlepkové. Literární údaje, zabývající se skladováním müsli směsí, nejsou v dostatečné míře pro diskuzi dostupné. Stejně tak není moc údajů o stabilitě antokyanových barviv při skladování bezlepkových zrn a zrn obsahujících lepek. Lze využít studie na surovinách, které jsou součástí našich směsí. Typickým

zdrojem antokyanových barviv jsou borůvky. Po třech dnech skladování tohoto lyofilizací upraveného ovoce při teplotě 80 °C byl zaznamenán úbytek TAC o 85 % (Fracassetti et al., 2013). Naopak ke zvýšení obsahu antokyanových barviv může dojít při skladování čerstvých malin či borůvek cca při 0–5 °C, ovšem pouze po dobu 8 dnů až tří týdnů (Kalt et al., 1999; Connor et al., 2002).

4.10 Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů po skladování za definovaných podmínek

Koncentrace jednotlivých antokyaninů a antokyanidinů měřených za definovaných skladovacích podmínek jsou uvedeny v Tabulkách 23 až 25, zároveň jsou zde vypočteny % úbytky v jejich koncentracích od počátku, tedy založení skladovacího pokusu (data naměřená na počátku skladování jsou prezentována v dizertační práci). Nejvíce zastoupenými antokyaniny směsí na počátku skladování byly delfinidin-3-glukosid, kyanidin-3-glukosid a kyanidin-3-rutinosid, z antokyanidinů byl nejvíce zastoupený delfinidin. Jejich zdroji jsou určité borůvky, jahoda a jedlé květy, zejména sléz (Regue et al., 2014; Liu et al., 2019). Zdrojem kyanidin-3-glukosidu jsou mimo jedlé květy i rýže s černými a červenými obalovými vrstvami (Abdel-Aal et al., 2006; Park et al., 2008; Abdel-Aal et al., 2018; Zheng et al., 2019).

Výsledky stanovení úbytků jednotlivých antokyanových barviv kopírují trend předchozího spektrofotometrického stanovení celkových TAC. Za podmínky ročního skladování bez přístupu denního světla se úbytky v koncentracích antokyanidinů pohybovaly v rozmezí od 17 do 58 %, v případě antokyanidinů potom od 21 do 59 %. Při skladování za denního světla (Tabulka 25) byly naměřeny vyšší úbytky v koncentracích v porovnání se skladováním za tmy. Koncentrace glykosylovaných antokyanových barviv klesla o 35–67 %, u antokyanidinů potom až o 78 %. Podobně tomu bylo u skladování v termostatu při 40 °C, kde koncentrace antokyaninů klesla o 26 až 63 %, u antokyanidinů dosáhl pokles až 67 %. Data v Tabulkách 23–25 ukazují na další zajímavost, že jednotlivá antokyanová barviva byla méně stabilní vždy u bezlepkových vzorků směsí, čímž se potvrdily výsledky spektrofotometrického stanovení. Pokud se zaměříme na jednotlivá antokyaninová barviva, zdá se, že na skladovací podmínky za přístupu denního světla a vyšší teploty jsou shodně citlivé. Jejich číselné hodnoty koncentračních úbytků vyjádřených v % jsou velmi blízké. Stejně tak to platí pro jednotlivé antokyanidiny, s výjimkou již zmiňovaného peonidinu. Při skladování za nepřístupu denního světla nebyl ani u jednoho z barviv zaznamenán koncentrační pokles o více jak 60 %. Oproti tomu při skladování za přístupu denního světla byl koncentrační pokles o více jak 60 % zaznamenán u 8 barviv z 10 měřených, a to převážně u bezlepkových směsí. Podobně je tomu za podmínek skladování v termostatu.

V literárních zdrojích je popsán pokles jednotlivých antokyanů za různých podmínek skladování. Například Sui et al. (2014) ve své studii uvádí pokles u černé rýže antokyaninů kyanidinu-3-glukosidu a kyanidinu-3-rutinosidu se zvyšující se teplotou, a to v rozmezí od 100 do 165 °C. Získané výsledky je těžké diskutovat, a to především z důvodu již zmíněné vysoké heterogenity připravených müsli směsí a nedostatečném počtu literárních zdrojů srovnávající stabilitu antokyanových barviv u surovin obsahující lepek a bezlepkových surovin. Mohl by to být námět na další studie.

Tabulka 23: Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů při skladování za nepřístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Antokyaniny				
Delfinidin-3-glukosid	3,68±0,01 ^{a,-31} %	51,8±0,1 ^{b,-18} %	3,46±0,02 ^{c,-58} %	24,7±0,9 ^{d,-48} %
Kyanidin-3-glukosid	27,8±0,2 ^{a,-37} %	0,12±0,01 ^{b,-37} %	8,11±0,02 ^{c,-55} %	11,4±0,09 ^{d,-51} %
Kyanidin-3-rutinosid	1,41±0,01 ^{a,-40} %	23,4±0,1 ^{b,-27} %	2,01±0,01 ^{c,-57} %	12,3±0,05 ^{d,-49} %
Pelargonidin-3-glukosid	0,58±0,01 ^{a,-51} %	13,4 ±0,01 ^{b,-26} %	7,63±0,03 ^{c,-57} %	0,09±0,01 ^{d,-53} %
Peonidin-3-glukosid	0,27±0,04 ^{a,-34} %	0,35 ±0,01 ^{b,-17} %	3,62±0,04 ^{c,-59} %	0,87±0,01 ^{d,-46} %
Antokyanidiny				
Delfinidin	0,69±0,01 ^{a,-34} %	28,6±0,8 ^{b,-25} %	10,2±1,4 ^{c,-59} %	8,78±0,9 ^{d,-55} %
Kyanidin	3,14±0,12 ^{a,-24} %	2,39±0,02 ^{b,-24} %	0,31±0,02 ^{c,-59} %	2,88±0,10 ^{d,-44} %
Pelargonidin	0,25±0,02 ^{a,-32} %	0,39±0,01 ^{b,-28} %	0,04±0,01 ^{c,-56} %	0,03±0,01 ^{c,-25} %
Peonidin	0,07±0,01 ^{a,-36} %	0,18±0,01 ^{a,-31} %	0,05±0,01 ^{a,-50} %	ND
Malvidin	0,24±0,01 ^{a,-31} %	0,31±0,01 ^{b,-21} %	0,17±0,02 ^{c,-53} %	0,24±0,04 ^{a,-48} %
Celkem antokyany	38,1±1,4 ^{a,-35} %	121±1 ^{b,-26} %	35,6±1,1 ^{c,-58} %	61,3±1,0 ^{d,-50} %

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5). Hodnoty v řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). LOQ: 0,01 mg.kg⁻¹ u všech analytů.

Tabulka 24: Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů při skladování v termostatu (40 °C)

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Antokyaniny				
Delfinidin-3-glukosid	3,34±0,11 ^{a,-38} %	47,2±0,5 ^{b,-32} %	3,39±0,12 ^{c,-59} %	21,9±0,5 ^{d,-54} %
Kyanidin-3-glukosid	25,4±0,2 ^{a,-42} %	0,10±0,01 ^{b,-47} %	7,12±0,2 ^{c,-61} %	9,87±1,7 ^{d,-57} %
Kyanidin-3-rutinosid	1,32±0,04 ^{a,-44} %	21,7±1,0 ^{b,-32} %	1,75±0,11 ^{c,-63} %	11,7±0,5 ^{d,-51} %
Pelargonidin-3-glukosid	0,53±0,01 ^{a,-55} %	12,1±0,7 ^{b,-33} %	6,74 ±0,4 ^{c,-62} %	0,10±0,13 ^{d,-47} %
Peonidin-3-glukosid	0,23±0,02 ^{a,-44} %	0,31±0,01 ^{a,-26} %	3,41±0,21 ^{c,-61} %	0,74±0,34 ^{d,-54} %
Antokyanidiny				
Delfinidin	0,61±0,04 ^{a,-41} %	27,4±1,4 ^{b,-28} %	9,78±0,7 ^{c,-60} %	8,24±0,5 ^{d,-58} %
Kyanidin	3,02±0,11 ^{a,-27} %	2,21±0,10 ^{b,-30} %	0,36±0,01 ^{c,-52} %	2,61±0,02 ^{d,-49} %
Pelargonidin	0,21±0,01 ^{a,-43} %	0,36±0,03 ^{b,-33} %	0,03±0,01 ^{c,-67} %	0,02±0,01 ^{c,-50} %
Peonidin	0,06±0,01 ^{a,-45} %	0,16±0,01 ^{b,-38} %	0,06±0,01 ^{a,-40} %	ND
Malvidin	0,21±0,02 ^{a,-40} %	0,28±0,02 ^{b,-28} %	0,15±0,01 ^{c,-61} %	0,21±0,01 ^{a,-54} %
Celkem antokyaniny	34,9±0,9 ^{a,-41} %	112±1 ^{b,-31} %	32,8±0,7 ^{c,-61} %	55,4±0,4 ^{d,-55} %

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5). Hodnoty v řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). LOQ: 0,01 mg.kg⁻¹ u všech analytů.

Tabulka 25: Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů při skladování za přístupu světla

(mg.kg ⁻¹)	M1	M3	M5	M8
Antokyaniny				
Delfinidin-3-glukosid	3,21±0,07 ^{a,-40} %	45,1±0,8 ^{b,-35} %	3,02±0,21 ^{c,-63} %	18,9±0,3 ^{d,-60} %
Kyanidin-3-glukosid	23,9±0,4 ^{a,-45} %	0,08±0,01 ^{b,-58} %	6,21±0,44 ^{c,-66} %	8,24±0,1 ^{d,-64} %
Kyanidin-3-rutinosid	1,05±0,02 ^{a,-55} %	19,8±0,2 ^{b,-38} %	1,59±0,10 ^{c,-66} %	10,7±0,6 ^{d,-55} %
Pelargonidin-3-glukosid	0,48±0,01 ^{a,-59} %	11,1±0,5 ^{b,-38} %	5,98±0,4 ^{c,-67} %	0,08±0,01 ^{d,-58} %
Peonidin-3-glukosid	0,19±0,01 ^{a,-54} %	0,27 ±0,04 ^{b,-36} %	3,21±0,01 ^{c,-63} %	0,67±0,02 ^{d,-58} %
Antokyanidiny				
Delfinidin	0,57±0,04 ^{a,-45} %	24,9±0,7 ^{b,-18} %	8,77±0,08 ^{c,-64} %	7,65±0,2 ^{d,-61} %
Kyanidin	2,87±0,12 ^{a,-31} %	2,12±0,02 ^{b,-33} %	0,32±0,04 ^{c,-57} %	2,47±0,10 ^{d,-52} %
Pelargonidin	0,19±0,01 ^{a,-49} %	0,32±0,01 ^{b,-41} %	0,02±0,01 ^{c,-78} %	0,01±0,01 ^{c,-75} %
Peonidin	0,05±0,01 ^{a,-55} %	0,12±0,02 ^{b,-54} %	0,05±0,01 ^{a,-50} %	ND
Malvidin	0,19±0,01 ^{a,-46} %	0,24±0,01 ^{b,-38} %	0,13±0,01 ^{c,-66} %	0,18±0,01 ^{c,-61} %
Celkem antokyaniny	32,7±0,7 ^{a,-45} %	104±1 ^{b,-36} %	29,3±0,9 ^{c,-65} %	48,9±0,8 ^{d,-60} %

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3–5). Hodnoty v řádku s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). LOQ: 0,01 mg.kg⁻¹ u všech analytů.

5. PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI

S nárůstem civilizačních chorob v současné době roste zájem o nutričně bohatší potraviny. Dochází k vyhledávání a aplikaci netradičních rostlinných surovin jako komponent, které obsahují biologicky aktivní látky s antioxidačními vlastnostmi. Müsli směs jedlými květy, jako jedna z možností aplikace netradičních komponent, by mohly být zdrojem těchto látek a příznivě podporovat lidské zdraví. Zařazení jedlých květů do pokrmů souvisí s jejich vysokou antioxidační aktivitou spojenou s vysokým obsahem biologicky aktivních látek, protizánětlivým a protinádorovým účinkem. V dizertační práci byly sledovány základní nutriční jakostní znaky jako obsah vlhkosti, popele, lipidů, hrubé bílkoviny, hrubé a neutrálně-detergentní vlákniny. Navíc, u vzorků byla stanovena hodnota stravitelnosti v podmínkách *in vitro*. Dále se práce zabývala stanovením celkového obsahu polyfenolů, polyfenolického profilu, antioxidační aktivity, profilu jednotlivých antokyaninů a antokyanidinů. Ve směsích byly stanovovány vitamíny skupiny B a obsah minerálních prvků. Součástí práce je také hodnocení vlivu různých podmínek skladování na vybrané jakostní parametry müsli směsí.

Dizertační práce přináší pro vědu a praxi tyto přínosy:

a) Pro stanovení obsahu základních nutričních a biologicky aktivních látek byly zavedeny optimalizované a validované postupy (extrakce či jednotlivých stanovení) s ohledem na vysokou heterogenitu matrice vzorků.

b) Nově byly vypracovány extrakční postupy a metody pro stanovení celkových antokyanů spektrofotometricky a pro stanovení profilu jednotlivých antokyaninů a antokyanidinů pomocí HPLC s detekcí ve VIS oblasti spektra. Tyto optimalizované metody jsou na pracovišti ÚAČHP využívány a následně i validovány pro další matrice vzorků.

c) Pro uvolnění polyfenolických látek z heterogenní matrice müsli směsí byla aplikována a nastavena metodika alkalické hydrolyzy v inertní atmosféře N₂.

Zavedení metodik napomohlo výrazným způsobem v rozvoji pracoviště UACHP v oblasti stanovení biologicky aktivních látek.

d) Na základě chemických analýz byly vyselektovány čtyři směsi, které byly dále podrobeny skladovacím podmínkám. Na základě dosažených výsledků byly navrženy možnosti/doporučení pro balení či pro skladovací podmínky pro potenciální výrobce.

6. ZÁVĚR

Dizertační práce se zabývá charakteristikou müsli směsí a jednotlivých surovinových komponent, a to jak běžně používaných, tak i méně tradičních. Důraz je kladen především na nutriční hodnoty surovin. Tato část se také věnuje charakteristice biologicky aktivních látek, zejména polyfenolickým látkám. Netradiční müsli směsí s jedlými květy by mohly být potenciálním zdrojem bioaktivních látek a mohly by přispět k nutričně vyvážené stravě. V připravených müsli směsích byly stanoveny základní nutriční znaky jako obsah vlhkosti, popele, lipidů, hrubé bílkoviny, stravitelnosti, hrubé a neutrálně-detergentní vlákniny. Z hlediska biologicky aktivních látek byl v práci měřen celkový obsah polyfenolů, polyfenolický profil, celkový obsah antokyanů, profil jednotlivých antokyaninů a antokyanidinů a byla stanovována antioxidační aktivita. Dále byly ve směsích stanovovány vitamíny skupiny B. V práci bylo také provedeno stanovení obsahu minerálních prvků.

Výsledky ukazují, že netradiční müsli směsí se vyznačují vyšším podílem vlákniny, která je důležitá pro prevenci mnoha civilizačních chorob. Ve směsích byl také stanoven vyšší obsah bílkovin, které zajišťují mnoho nepostradatelných funkcí v organismu. Problémem může být vyšší obsah lipidů, který by mohl negativně ovlivňovat oxidační změny v průběhu skladování, ale také může být významným zdrojem polynenasycených mastných kyselin. Z B-komplexu vitamínů byly naměřeny nejvyšší koncentrace riboflavinu a kyseliny pantotenové. Z hlediska minerálních prvků směsí obsahují vyšší koncentrace draslíku, fosforu, vápníku, hořčíku, železa a zinku.

Polyfenolické látky se ve směsích vyskytují především ve volných a konjugovaných frakcích, nejméně jsou ve formě vázané. Koncentrace TPC v jednotlivých frakcích pozitivně koreluje s hodnotami AOA měřené se zhášením radikálů ABTS. Ve volných, konjugovaných a vázaných polyfenolických frakcích byly nejvíce zastoupeny kyseliny protokatechinová, neochlorogenová, sinapová a gallová, z flavonoidů potom epikatechin, kvercetin a epigallokatechin. Nejvíce zastoupenými antokyaniny jsou kyanidin-3-glukosid, delfinidin-3-glukosid a pelargonidin-3-glukosid, z antokyanidinů potom delfinidin a kyanidin.

V práci jsou dále prezentovány výsledky skladovacího pokusu. Připravené müsli směsí byly uchovány v klimatizované laboratoři v temnu při 23 °C, další část vzorků byla uchována také v klimatizované laboratoři při 23 °C, ale za přístupu denního světla a poslední část vzorků byla skladována v termostatu při 40 °C, bez přístupu světla. Všechny vzorky byly plněny do obalu (sáčky PA/PE) a vakuovány, za daných podmínek byly skladovány po dobu jednoho roku. U skladovaných vzorků byly stanoveny vybrané parametry jako celkový obsah polyfenolů, polyfenolický profil, celkový obsah antokyanů a profil antokyanových barviv, hodnoty antioxidační aktivity.

U müsli směsí, které byly skladovány za přístupu denního světla byly naměřeny nejvyšší úbytky celkových antokyanů (u směsi M5 byl zaznamenán pokles až o 62 %). Dále byly u tohoto vzorku naměřeny nejvyšší úbytky jednotlivých celkových polyfenolů stanovených pomocí HPLC (a to o 31 %) a také byl zaznamenán nejvyšší pokles v hodnotě AOA stanovené zhášením radikálu ABTS (konkrétně o 21 %). Měření ukázalo, že procentuální úbytky v obsahu TPC či TAC při skladování byly vyšší než s nimi související procentuální úbytky v hodnotách AOA, a to o desítky %. Co se týká stanovení celkových polyfenolů, můžeme směs M1 označit jako nejstabilnější, a to ve všech frakcích. Naopak, nejvyšší pokles TPC byl zaznamenán ve směsi M8, která byla skladována tentokrát v termostatu při 40 °C, kdy pokles TPC byl u této směsi 53 %. Pokud se podíváme na jednotlivé polyfenoly, nejméně byly při skladování za přístupu světla stabilní katechin a kvercetin, z polyfenolických kyselin byl nejvyšší úbytek zaznamenán u kyseliny ellagové. Dále byly naměřeny vyšší koncentrační úbytky u kyseliny protokatechinové, neochlorogenové, gallové a *p*-kumarové. Glykosylované formy antokyanových barviv byly v rámci skladovacích podmínek stabilnější než volné antokyanidiny. Jako nejméně stálý byl vyhodnocen peonidin. Skladovací pokus dále ukázal, že stabilnější jsou biologicky aktivní látky na bázi polyfenolů u směsí obsahujících lepek a na degradaci polyfenolických látek se pravděpodobně nejvíce podílejí antokyanová barviva.

Dosažené výsledky mohou přispět k rozšíření doposud získaných znalostí o bioaktivních látkách a nutričních hodnotách nově navržených směsí. Budou sloužit jako podklad pro potenciálního výrobce směsí pro návržení vhodné obalové techniky a dalších podmínek uchovatelnosti. Do budoucna bude nutno provést také analýzu mastných kyselin a jejich změn v průběhu skladování a provést testy oxidační stability, a to i přesto, že směsi je lépe balit do vakuovaných obalů nebo použít ochranné plyny (vzhledem ke koncentraci biologicky aktivních látek).

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABBAS, M., SAEED, F., ANJUM, F. M., AFZAAL, M., TUFAIL, T., BASHIR, M. S., ISHTIAQ, A., HUSSAIN, S., SULERIA, H. A. R. Natural polyphenols: An overview. *International Journal of Food Properties*[online]. 2017, vol. 20, iss. 8, s. 1689-1699. ISSN 1094-2912. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1220393>.

ABDEL-AAL, E. S. M., HUCL, P. Composition and stability of anthocyanins in blue-grained wheat. *Journal of Agricultural and food Chemistry* [online]. 2003, vol. 51, iss. 8, s. 2174-2180. ISSN 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf021043x>.

ABDEL-AAL, E. S. M., HUCL, P., RABALSKI, I. Compositional and antioxidant properties of anthocyanin-rich products prepared from purple wheat. *Food chemistry*[online]. 2018, vol. 254, s. 13-19. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.170>.

ABDEL-AAL, E. S. M., YOUNG, J. CH., RABALSKI, I. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of agricultural and food chemistry* [online]. 2006, vol. 54, iss. 13, s. 4696-4704. ISSN 1520-8118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf0606609>.

AGHBASHLO, M., KIANMEHR, M. H., SAMIMI-AKHIJAHANI, H. Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of barberries (*Barberries Vulgaris*). *Journal of food process engineering* [online]. 2009, vol. 32, iss. 2, s. 278-293. ISSN 0145-8876. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00216.x>.

ALI, B. H., WABEL, N. A., BLUNDEN, G. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L.: a review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* [online]. 2005, vol. 19, iss. 5, s. 369-375. ISSN 0951-418X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ptr.1628>.

ARENDDT, E. K., ZANNINI, E. Cereal grains for the food and beverage industries. In: *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* [online]. United Kingdom, Elsevier Science & Technology, 2013, vol. 248, s. 519 [cit. 2021-05-17]. ISBN 978-0-85709-413-1. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=j_9DAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cereal+grains+for+the+food+and+beverage+industries.+Woodhead+Publishing+Series+in+Food+Science,+Technology+and+Nutrition=false

BALAKRISHNAN, G., SCHNEIDER, R. G. Quinoa flavonoids and their bioaccessibility during in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Cereal Science*[online]. 2020, vol. 95, s. 103070. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103070>.

BARNES, J. S., NGUYEN, H. P., SHEN, S., SCHUG, K. A. General method for extraction of blueberry anthocyanins and identification using high performance liquid chromatography–electrospray ionization-ion trap-time of flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* [online]. 2009, vol. 1216, iss. 23, s. 4728-4735. ISSN 4728-4735. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.04.032>.

BENTO-SILVA, A., KOISTINEN, V. M., MENA, P., BRONZE, M. R., HANHINEVA, K., SAHLSTRÖM, S., KITRYTĚ, V., MOCO, S., AURA, A. M. Factors affecting intake, metabolism and health benefits of phenolic acids: do we understand individual variability?. *European journal of nutrition*[online]. 2020, vol. 59, iss. 4, s. 1275-1293. ISSN 1436-6207. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01987-6>.

BENVENUTI, S., BORTOLOTTI, E., MAGGINI, R. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*[online]. 2016, vol. 199, s. 170-177. ISSN 0304-4238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.052>.

BUENO-HERRERA, M., PÉREZ-MAGARIÑO, S. Validation of an extraction method for the quantification of soluble free and insoluble bound phenolic compounds in wheat by HPLC-DAD. *Journal of Cereal Science*[online]. 2020, vol. 93, s. 102984. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102984>.

BUENO, J. M., SÁEZ-PLAZA, P., RAMOS-ESCUADERO, F., JIMÉNEZ, A. M., FETT, R., ASUERO, A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* [online]. 2012, vol. 42, iss. 2, s. 126-151. ISSN 1040-8347. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408347.2011.632314>.

BUŇKA, F., KRÍŽ, O., HRABĚ, J. Program pro statistické vyhodnocování dat *Stadvyd*, verze 2.0 beta.

BUREŠOVÁ, I., LORENCOVÁ, E. *Výroba potravin rostlinného původu, Zpracování obilovin*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-278-7.

CALDWELL, E. F., KADAN, R. S. Breakfast cereallImproving the protein content reals. In: WRIGLEY, C., CORKE, H., WALKER, C. *Encyclopedia of Grain Science*, Academic Press [online]. Elsevier. United Kingdom. 2004, s. 201-206 [cit. 2021-05-17]. ISBN 978-0-12-765490-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-765490-9/00021-5>.

CONNOR, A. M., LUBY, J. J., HANCOCK, J. F., BERHEIMER, S., HANSON, E. J. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *Agricultural and food chemistry*[online]. 2002, vol. 50, iss. 4, s. 893-898. ISSN 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf011212y>.

CICCO, N., LANORTE, M. T., PARAGGIO, M., VIGGIANO, M., LATTANZIO, V. Lanorte M, Paraggio M, Viggiano M and Lattanzio V. A reproducible, rapid and inexpensive folin-ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts. *Microchemical Journal*[online]. 2009, vol. 91, iss. 1, s. 107-110. ISSN Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.08.011>.

CIULU, M., SOLINAS, S., FLORIS, I., PANZANELLI, A., PILO, M. I., PIU, P. C., SPANO, N., SANNA, G. RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey. *Talanta*[online]. 2011, vol. 83, iss. 3, s. 924-929. ISSN 0039-9140. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.10.059>.

ČSN ISO 2171 (461019): *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich – Stanovení obsahu popela spalováním* (2008) Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-iso-2171-461019-206274.html>

ČSN EN ISO 712 (461014): *Obiloviny a výrobky z nich - Stanovení vlhkosti - Praktická referenční metoda* (2010) Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-iso-712-461014-206263.html>

DAKHILI, S., ABDOLALIZADEH, L., HOSSEINI, S. M., SHOJAEI-ALIBADI, S., MIROMOGHTADAIE, L. Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. *Food chemistry*[online]. 2019, vol. 299, s. 125161. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125161>.

DA SILVA, B. P., ANUNCIACÃO, P. C., MATYELKA, J. C., DEELA LUCIA, C. M., MARTINO, H. S. D., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Chemical composition of Brazilian chia seeds grown in different places. *Food chemistry*[online]. 2017, vol. 221, s. 1709-1716. ISSN Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.115>.

DE MIRA, N. V. M., MASSARETTO, I. L., PASCUAL, C. S. C. I., LANFER, M. U. M. Comparative study of phenolic compounds in different Brazilian rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*[online]. 2009, vol. 22, iss. 5, s. 405-409. ISSN 0889-1575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.06.012>.

DE QUIRÓS, A. R. B., FERNÁNDEZ-ARIAS, M., LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J. A screening method for the determination of ascorbic acid in fruit juices and soft drinks. *Food chemistry* [online]. 2009, vol. 116, iss. 2, s. 509-512. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.013>.

EL-SEEDI, H. R., EL-SAID, A. M. A., KHALIFA, S. A. M., GÖRANSON, U., BOHLIN, L., BORG-KARLSON, A. K., VERPOORTE, R. Biosynthesis, natural sources, dietary intake, pharmacokinetic properties, and biological activities of hydroxycinnamic acids. *Journal of agricultural and food chemistry* [online]. 2012, vol. 60, iss. 44, s. 10877-10895. ISSN 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf301807g>.

FERGUSON, L. R. Role of plant polyphenols in genomic stability. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*[online]. 2001, vol. 475, iss.1-2, s. 89-111. ISSN 0027-5107. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0027-5107\(01\)00073-2](https://doi.org/10.1016/S0027-5107(01)00073-2).

FERRI, M., GIANOTTI, A., TASSONI, A. Optimisation of assay conditions for the determination of antioxidant capacity and polyphenols in cereal food components. *Journal of food composition and analysis* [online]. 2013, vol. 30, iss. 2, s. 94-101. ISSN 0889-1575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.004>.

FRACASSETTI, D., DEL BO, C., SIMONETTI, P., GARDANA, C., KLIMIS-ZACAS, D., CIAPPELLANO, S. Effect of time and storage temperature on anthocyanin decay and antioxidant activity in wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) powder. *Journal of agricultural and food chemistry*[online]. 2013, vol. 61, iss. 12, s. 2999-3005. ISSN 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf3048884>.

GALLAGHER, E., MCCARTHY, D., GORMLEY, R. T., ARENDT, E. *Improving the quality of gluten-free breads*[online]. Dublin: Teagasc, 2004 [cit. 2021-05-17]. ISBN 1841703680. Dostupné z: <https://tstor.teagasc.ie/handle/11019/151>

GEBREMARIAM, M. M., ZARNKOW, M., BECKER, T. Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*[online]. 2014, vol. 51, iss. 11, s. 2881-2895. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0745-5>.

GORZYNIK-DEBICKA, M., PRZYCHODZEN, P., CAPPELLO, F., KUBAN-JANKOWSKA, A., GAMMAZZA, A., KNAP, N., WOZNIAK, M., GORSKA-PONIKOWSKA, M. Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols. *International journal of molecular sciences*[online]. 2018, vol. 19, iss. 3, s. 686. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms19030686>.

GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A., SIDOR, A. Czarny bez *Sambucus nigra* w dietoterapii chorób cywilizacyjnych. *Przemysł Spożywczy* [online]. 2015, vol. 69, iss., 1, s. 38-41. ISSN 0033-250X. Dostupné z: <https://doi.org/10.15199/65.2015.1.9>.

GU, S. Y., SHIN, H. CH., KIM, D. J., PARK, S. U., KIM, Y. K. The content and health risk assessment of micro and toxic elements in cereals (oat and quinoa), legumes (lentil and chick pea), and seeds (chia, hemp, and flax). *Journal of Food Composition and Analysis*[online]. 2021, vol. 99, s. 103881. ISSN 0889-1575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103881>.

GUO, W., BETA, T. Phenolic acid composition and antioxidant potential of insoluble and soluble dietary fibre extracts derived from select whole-grain cereals. *Food Research International*[online]. 2013, vol. 51, iss. 2, s. 518-525. ISSN 0963-9969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.008>.

HE, J., YIN, T., CHEN, Y., CAI, L., TAI, Z., LI, Z., LIU, CH., WANG, Y., DING, Z. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers of *Pyrus pashia*. *Journal of Functional Foods* [online]. 2015, vol. 17, s. 371-379. ISSN 1756-4646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.045>.

HERRMANN, K., NAGEL, CH. W. Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods. *Critical reviews in food science & nutrition*[online]. 1989, vol. 28, iss. 4, s. 315-347. ISSN 0731-7085. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398909527504>.

HIDALGO, A., FERRARETTO, A., DE NONI, I., BOTTANI, M., CATTANEO, S., GALLI, S., BRANDOLINI, A. Bioactive compounds and antioxidant properties of pseudocereals-enriched water biscuits and their in vitro

digestates. *Food Chemistry*[online]. 2018, vol. 240, s. 799-807. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.014>.

HOSSAIN, A., BEGUM, P., SALMA, Z. M., HAFIZUR, R., M., AHSAN, M., ISLAM, S. N. Nutrient composition of strawberry genotypes cultivated in a horticulture farm. *Food Chemistry*[online]. 2016, vol. 199, s. 648-652. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.056>.

HUANG, W. Y., ZHANG, H. CH., LOU, W. X., LI, CH. Y. Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *Journal of Zhejiang University Science B* [online]. 2012, vol. 13, iss. 2, s. 94-102. ISSN 1673-1581. Dostupné z: <https://doi.org/10.1631/jzus.B1100137>.

HYSON, D. A., SCHNEEMAN, B. O., DAVIS, P. A. Almonds and almond oil have similar effects on plasma lipids and LDL oxidation in healthy men and women. *The Journal of nutrition*[online]. 2002, vol. 132, iss. 4, s. 703-707. ISSN 0022-3166. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jn/132.4.703>.

CHALKER-SCOTT, L. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and photobiology*[online]. 1999, vol. 70, iss. 1, s. 1-9. ISSN 0031-8655. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1999.tb01944.x>.

CHATTHONGPISUT, R., SCHWARTZ, S. J., YONGSAWATDIGUL, J. Antioxidant activities and antiproliferative activity of Thai purple rice cooked by various methods on human colon cancer cells. *Food chemistry*[online]. 2015, vol. 188, s. 99-105. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.074>.

CHAVES, V. C., CALVETE, E., REGINATTO, F. H. Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (*Fragaria x ananassa* duch) cultivars. *Scientia horticultruae*[online]. 2017, vol. 225, s. 293-298. ISSN 0304-4238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.013>.

CHEN, G. L., CHEN, S. G., XIAO, Y., FU, N. L. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 30 flowers. *Industrial Crops and Products* [online]. 2018, vol. 111, s. 430-445. ISSN 0926-6690. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.051>.

CHEN, G. L., CHEN, S. G., XIE, Y. Q., CHEN, F., ZHAO, Y. Y., LUO, CH. X., GAO, Y. Q. Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to *in vitro* digestion. *Journal of Functional Foods*[online].

2015, vol. 17, s. 243-259. ISSN 1756-4646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.028>.

CHEN, CH. Y., LAPSLEY, K., BLUMBERG, J. A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*[online]. 2006, vol. 86, iss. 14, s. 2245-2250. ISSN 022-5142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2659>.

CHEN, Q., XU, B., HUANG, W., AMROUCHE, A. T., MAURIZIO, B., SIMAL-GANDARA, J., TUNDIS, R., XIAO, J., ZOU, L., LU, B. Edible flowers as functional raw materials: A review on anti-aging properties. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2020, vol. 106, s. 30-47. ISSN 0924-2244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.023>.

IMANSHAHIDI, M., HOSSEINZADEH, H. Pharmacological and therapeutic effects of *Berberis vulgaris* and its active constituent, berberine. *Phytotherapy research* [online]. 2008, vol, 22. iss. 8, s. 999-1012. ISSN 0951-418X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ptr.2399>.

JABEUR, I., PEREIRA, E., BARROSM L., CALHELHA, R. C., SOKOVIĆ, M., OLIVEIRA, M. B. P. P., FERREIRA, I. C. F. R. Hibiscus sabdariffa L. as a source of nutrients, bioactive compounds and colouring agents. *Food Research International*[online]. 2017, vol. 100, s. 717-723. ISSN 0963-9969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.073>.

JACOBSEN, S. E. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food reviews international*[online]. 2003, vol. 19, iss. 1-2, s 167-177. ISSN 8755-9129. Dostupné z: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018883>.

JAMES, L. E. A. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. In: Taylor, S.L. *Advances in food and nutrition research*. Elsevier. [online]. 2009, s. 1-31 [cit. 2021-05-17]. ISSN 1043-4526. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1).

JAVID, A. Z., HORMOZNEJAD, R., ALLAH YOUSEFIMANESH, H., HAGHIGHI-ZADEH, M. H., ZEKERKISH, M. Impact of resveratrol supplementation on inflammatory, antioxidant, and periodontal markers in type 2 diabetic patients with chronic periodontitis. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* [online]. 2019, vol. 13, iss.4, s. 2769-2774. ISSN 1871-4021. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.07.042>.

JENSEN, P. N., DANIELSEN, B., BERTELSEN, G., SKIBSTED, L.H., ANDERSEN, M.L. Storage stabilities of pork scratchings, peanuts, oatmeal and

muesli: Comparison of ESR spectroscopy, headspace-GC and sensory evaluation for detection of oxidation in dry foods. *Food Chemistry*[online]. 2005, vol. 91, s. 25–38. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.043>.

JOHN, J. A., SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods*[online]. 2010, vol. 2, iss. 3, s. 196-209. ISSN 1756-466. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.04.008>.

JOTHITYANGKON, CH., SIVAPALAN, M. Framework for exploration of climatic and landscape controls on catchment water balance, with emphasis on inter-annual variability. *Journal of Hydrology* [online]. 2009, vol. 371, iss. 1-4, s. 154-168. ISSN 0022-1694. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.03.030>.

KAISOON, O., SIRIAMORNPUN, S., WEERAPREEYAKUL, N., MEESO, N. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *Journal of functional foods*[online]. 2011, vol. 3, iss. 2, s. 88-99. ISSN Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.002>.

KALT, W., FORNEY, CH. F., MARTIN, A., PRIOR, R. L. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*[online]. 1999, vol. 47, iss. 11, s. 4638-4644. ISSN 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf990266t>.

KAMIL, A., CHEN, C. Y. O. Health benefits of almonds beyond cholesterol reduction. *Journal of agricultural and food chemistry*[online]. 2012, vol. 60, iss. 27, s. 6694-6702. ISSN 6694-6702. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf2044795>.

KHATUN, A., WATERS, D. L. E., LIU, L. The impact of rice protein on in vitro rice starch digestibility. *Food Hydrocolloids*[online]. 2020, vol. 109, s. 106072. ISSN 0268-005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106072>.

KHOO, H. E., AZLAN, A., TANG, S. T., LIM, S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & nutrition research*[online]. 2017, vol. 61, iss. 1, s. 1361779. ISSN 1654-6628. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>.

KIM, J. S. Antioxidant activities of selected berries and their free, esterified, and insoluble-bound phenolic acid contents. *Preventive nutrition and food science* [online]. 2018, vol. 23, iss. 1, s. 35. PMID 29662846. Dostupné z: <https://doi.org/110.3746/pnf.2018.23.1.35>.

KOBUS-CISOWSKA, J., GRAMZA-MICHALOWSKA, A., KMIĘCIK, D., FLACZYK, E., KORCZAK, J. Mulberry fruit as an antioxidant component in muesli. *Agricultural Sciences*[online]. 2013, vol. 4, iss. 05, s. 130. ISSN 2156-8561. Dostupné z: <https://doi.org/10.4236/as.2013.45B024>.

KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 8071578118.

KYRITSI, A., TZIA, C., KARATHANOS, V. T. Vitamin fortified rice grain using spraying and soaking methods. *LWT-Food Science and Technology*[online]. 2011, vol. 44, iss. 1, s. 312-320. ISSN 0023-6438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.001>.

LEBIEDZIŃSKA, A., SZEFER, P. Vitamins B in grain and cereal–grain food, soy-products and seeds. *Food Chemistry*[online]. 2006, vol. 95, iss. 1, s. 116-122. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.024>.

LEE, J., CHAN, B. L. S., MITCHELL, A. E. Identification/quantification of free and bound phenolic acids in peel and pulp of apples (*Malus domestica*) using high resolution mass spectrometry (HRMS). *Food chemistry*[online]. 2017, vol. 215, s. 301-310. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.166>.

LI, A. N., LI, S., LI, H. B., XU, D. P., XU, X. R., CHEN, F. Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. *Journal of functional foods*[online]. 2014, vol. 6, s. 319-330. ISSN 1756-4646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.10.022>.

LIU, CH., XUE, H., SHEN, L., LIU, CH., ZHENG, X., SHI, J., XUE, S. Improvement of anthocyanins rate of blueberry powder under variable power of microwave extraction. *Separation and Purification Technology*[online]. 2019, vol. 226, s. 286-298. ISSN 1383-5866. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.05.096>.

LIU, R. H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American journal of clinical*

nutrition[online]. 2003, vol. 78, iss. 3, s. 517S-520S. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.517S>.

LOCKOWANDT, L., PINELA, J., RORIZ, C. L., PEREIRA, C., ABREU, R. M. V., CALHELHA, R. C., ALVES, M. J., BARROS, L., BREDOL, M., FERREIRA, I. C. F. R. Chemical features and bioactivities of cornflower (*Centaurea cyanus* L.) capitula: The blue flowers and the unexplored non-edible part. *Industrial crops and products* [online]. 2019, vol. 128, s. 496-503. ISSN 0926-6690. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.059>.

MAJERSKA, J., MICHALSKA, A., FIGIEL, A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science & Technology*[online]. 2019, vol. 88, s. 207-219. ISSN 0924-2244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>.

MALLESHI, N. G., AGARWAL, A., TIWARI, A., SOOD, S. Nutritional quality and health benefits. In: SINGH, M., SOOD, S. *Millets and Pseudo Cereals*. Woodhead Publishing [online]. Elsevier Inc. All rights reserved. 2021, s. 159-168 [cit. 2021-05-17]. ISBN 978-0-12-820089-6. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820089-6.00009-4>.

manuál ANKOM220 Fiber Analyser

MAREČEK, V., MIKYŠKA, A., HAMPEL, D., ČEJKA, P., NEUWIRTHOVÁ, J., MALACHOVÁ, A., CERKAL, R. ABTS and DPPH methods as a tool for studying antioxidant capacity of spring barley and malt. *Journal of cereal science*[online]. 2017, vol. 73, s. 40-45. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.11.004>.

MASSARETTO, I. L., MADUREIRA ALVES, M. F., MUSSEI DE MIRA, N. V., CARMONA, A. K., LANFER MARQUZ, U. M. Phenolic compounds in raw and cooked rice (*Oryza sativa* L.) and their inhibitory effect on the activity of angiotensin I-converting enzyme. *Journal of cereal science*[online]. 2011, vol. 54, iss. 2, s. 236-240. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.06.006>.

MAZZA, G. J. Anthocyanins and heart health. *Annali-Istituto Superiore Di Sanita*[online]. 2007, vol. 43, iss. 4, s. 369. ISSN 0021-2571. Dostupné z: <https://resolver.ebscohost.com/openurl?sid=google&auinit=G&aulast=Mazza&title=Anthocyanins+and+heart+health&title=Annali+dell%27Istituto+Superiore+di+Sanit&volume=43&issue=4&date=2007&spage=369&issn=0021-2571>

MENG, L., ZHU, J., MA, Y., SUN, X., LI, D., LI, L., BAI, H., XIN, G., MENG, X. Composition and antioxidant activity of anthocyanins from *Aronia melanocarpa* cultivated in Haicheng, Liaoning, China. *Food Bioscience*[online]. 2019, vol. 30, s. 100413. ISSN 2212-4292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100413>.

MORRIS, C. F. Grain Quality Attributes for Cereals Other than Wheat. In: WRIGLEY, C., CORKE, H., SEETHARAMAN, K., FAUBION J. *Encyclopedia of Food Grains*. Academic press[online]. 2016, s. 257-261. [cit. 2021-05-17]. ISBN 978-0-12-394786-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394437-5.00248-5>.

Nariadení Komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, v platném znění. Dostupné z: <https://openlaws.com/detail/b61d36b4-4f02-4383-b65f-d0438b9ddd96/en/SINGLE>

NASCIMENTO, A. C., MOTA, C., COELHO, I., GUEIFAO, S., SANTOS, M., MATOS, A. S., GIMENEZ, A., LOBO, M., SAMMAN, N., CASTANHEIRA, I. Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. *Food chemistry*[online]. 2014, vol. 148, s. 420-426. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.155>.

NAVRUZ-VARLI, S., SANLIER, N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science* [online]. 2016, vol. 69, s. 371-376. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004>.

NICKLAS, T. A., O'NEIL, C., FULGONI, V. L. Almond Consumption Is Associated with Better Nutrient Intake, Nutrient Adequacy, and Diet Quality in Adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2010. *Food and Nutrition Sciences* [online]. 2016, vol. 7, iss.7, s. 504-515. ISSN 1654-6628. Dostupné z: <https://doi.org/10.4236/fns.2016.77052>.

NICOLAU, A. I., GOSTIN, A. I. Safety of Edible Flowers. In: Prakash, V., Martín-Belloso, O., Keener, L., Astley, S., Braun, S., McMahon, H., Lelieveld, H. *Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods*. Academic press[online]. Elsevier, 2016. s. 395-419 [cit. 2021-05-17]. ISBN 978-0-12-800605-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800605-4.00021-9>.

Norma ČSN EN ISO 20483 (461401): *Obiloviny a luštěniny - Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek – Kjeldahlova metoda* (2014) Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-iso-20483-461401-206421.html>

NUUTINEN, T. Medicinal properties of terpenes found in *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *European journal of medicinal chemistry*[online]. 2018, vol. 157, s. 198-228. ISSN 0223-5234. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.07.076>.

OANCEA, S., OPREAN, L. Anthocyanins, from biosynthesis in plants to human health benefits. *Acta Universitatis Cibinensis, Series E: Food Technology* [online]. 2011, vol. 15, iss 1. ISSN 2344-150X. Dostupné z: https://saiapm.ulbsibiu.ro/cercetare/ACTA_E/AUCFT_2011_I_3_16.pdf

OGAWA, S., TAKAFUJI, K., TSUBUKU, S., HORIE, Y., IKEGUAWA, S., HIGASHI, T. Isotope-coded derivatization based LC/ESI-MS/MS methods using a pair of novel reagents for quantification of hydroxycinnamic acids and hydroxybenzoic acids in fermented brown rice product. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*[online]. 2017, vol. 142, s. 162-170. ISSN 0731-785 Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.04.035>.

PANDEY, K. B., RIZVI, S. I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative medicine and cellular longevity* [online]. 2009, vol. 2, iss. 5, s. 270–278. ISSN 1942-0900. Dostupné z: <https://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>.

PARK, Y. S., KIM, S. J., CHANG, H. I. Isolation of anthocyanin from black rice (Heugjinjubyeo) and screening of its antioxidant activities. *Microbiology and Biotechnology Letters*[online]. 2008, vol. 36, iss. 1, s 55-60. ISSN 2234-7305. Dostupné z: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200832642387950.page>

PATRAS, A., BRUNTON, N. P., O'DONNELL, C., TIWARI, B. K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science & Technology*[online]. 2010, vol. 21, iss. 1, s. 3-11. ISSN 0924-2244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.07.004>.

PEANPARKDEE, M., PATRAWART, J., IWAMOTO, S. Physicochemical stability and in vitro bioaccessibility of phenolic compounds and anthocyanins from Thai rice bran extracts. *Food Chemistry*[online]. 2020, vol. 329, s. 127157. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127157>.

PEREIRA, C. C., DA SILVA, E. D. N., DE SOUZA, A. O., VIEIRA, M. A., RIBEIRO, A. S., CADORE, S. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*[online]. 2018, vol. 68, s. 73-78. ISSN 0889-1575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.001>.

PHILLIPS, K. M., COUNCIL-TROCHE, M., MCGINTY, R. C., RASOR, A. S., TARRAGO-TRANI, M. T. Stability of vitamin C in fruit and vegetable homogenates stored at different temperatures. *Journal of Food Composition and Analysis*[online]. 2016, vol. 45, s. 147-162. ISSN 0889-1575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.09.008>.

PRADEEP, P. M., SREERAMA, Y. N. Soluble and bound phenolics of two different millet genera and their milled fractions: Comparative evaluation of antioxidant properties and inhibitory effects on starch hydrolysing enzyme activities. *Journal of Functional Foods*[online]. 2017, vol. 35, s. 682-693. ISSN 1756-4646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.06.033>.

PRÉSTAMO, G., PEDRAZUELA, A., PEÑAS, E., LASUNCIÓN, M. A., ARROYO, G. Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food. *Nutrition Research*[online]. 2003, vol. 23, iss. 6, s. 803-814. ISSN 0271-5317. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(03\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(03)00074-5).

PRUSINOWSKA, R., ŚMIGIELSKI, K. B. Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L). A review. *Herba polonica* [online]. 2014, vol. 60, iss. 2, s. 56-66. ISSN 2449-8343. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/hepo-2014-0010>.

QIU, Y., LIU, Q., BETA, T. Antioxidant properties of commercial wild rice and analysis of soluble and insoluble phenolic acids. *Food Chemistry* [online]. 2010, vol. 121, iss. 1, s. 140-147. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.021>.

QUATELA, A., CALLISTER, R., PATTERSON, A. J., MCEVOY, M., MACDONALD-WICKS, L. K. The protective effect of muesli consumption on diabetes risk: Results from 12 years of follow-up in the Australian Longitudinal Study on Women's Health. *Nutrition Research* [online]. 2018, vol. 51, s. 12-20. ISSN 0271-5317. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2017.12.007>.

RABABAH, T. M., AL-MAHASNEH, M. A., KILANI, I., YANG, W., ALHAMAD, M. N., EREIFEJ, K., AL-U'DATT, M. Effect of jam processing and

storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*[online]. 2011, vol. 91, iss. 6, s. 1096-1102. ISSN 0022-5142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4289>.

RADZIEJEWSKA-KUBZDELA, E., SZWENGIEL, A., RATAJKIEWICZ, H., NOWAK, K. Effect of ultrasound, heating and enzymatic pre-treatment on bioactive compounds in juice from *Berberis amurensis* Rupr. *Ultrasonics sonochemistry*[online]. 2020, vol. 63, s. 104971. ISSN 1350-4177. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.104971>.

RAGAEI, S., ABDEL-AAL, E. S. M., NOAMAN, M. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food chemistry*, 2006, vol. 98, iss. 1, s. 32-38. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.039>.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M., RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine* [online]. 1999, vol. 2, iss. 9-10, s. 1231-1237. ISSN Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3).

REBELLATO, A. P., SILVA, J. G. S., DE PAIVA, E. L., ARISSETO-BRAGOTTO, A. P., PALLONE, J. A. L. Aluminium in infant foods: toxicology, total content and bioaccessibility. *Current Opinion in Food Science*[online]. 2021, vol. 368, s. 130731. ISSN 2214-7993. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.03.016>.

REPO-CARRASCO, R., ESPINOZA, C., JACOBSEN, S. E. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food reviews international*[online]. 2003, vol. 19, iss. 1-2, s. 179-189. ISSN 8755-9129. Dostupné z: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>.

RICHARDSON, D. G. The health benefits of eating hazelnuts: implications for blood lipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. In: *IV International Symposium on Hazelnut 445* [online]. 1996, s. 295-300. ISSN 2406-6168. Dostupné z: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.445.39>.

ROCHA-VILLARREAL, V., HOFFMANN, J. F., VANIER, N. L., SERNA-ALDIVAR, S. O., GARCÍA-LARA, S. Hydrothermal treatment of maize: Changes in physical, chemical, and functional properties. *Food chemistry*[online].

2018, vol. 263, s. 225-231. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.003>.

ROS, E. Health benefits of nut consumption. *Nutrients*[online]. 2010, vol. 2, iss. 7, s. 652-682. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu2070652>.

RUSSELL, W. R., LABAT, A., SCOBBIIE, L., DUNCAN, G. J., DUTHIE, G. G. Phenolic acid content of fruits commonly consumed and locally produced in Scotland. *Food Chemistry* [online]. 2009, vol. 115, iss. 1, s. 100-104. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.086>.

RYBICKA, I., GLISZCZYNSKA-SWIGLO, A. Gluten-Free flours from different raw materials as the source of vitamin B1, B2, B3 and B6. *Journal of nutritional science and vitaminology*[online]. 2017, vol. 63, iss. 2, s. 125-132. ISSN 1881-7742. Dostupné z: <https://doi.org/10.3177/jnsv.63.125>.

SANG, S., LAPSLEY, K., JEONG, W. S., LACHANCE, P. A., HO, CH. T., ROSEN, R. T. Antioxidative phenolic compounds isolated from almond skins (*Prunus amygdalus* Batsch). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*[online]. 2002, vol. 50, iss. 8, s. 2459-2463. ISSN 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf011533+>.

SCARIOT, M. A., KARLINSKI, L., DIONELLO, R. G., RADÜNZ, A. L., RADÜNZ, L. L. Effect of drying air temperature and storage on industrial and chemical quality of rice grains. *Journal of Stored Products Research*[online]. 2020, vol. 89, s. 101717. ISSN Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101717>.

SHAO, Y., HU, Z., YU, Y., MOU, R., ZHU, Z., BETA, T. Phenolic acids, anthocyanins, proanthocyanidins, antioxidant activity, minerals and their correlations in non-pigmented, red, and black rice. *Food Chemistry*[online]. 2018, vol. 239, s. 733-741. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.009>.

SHAO, Y., XU, F., SUN, X., BAO, J., BETA, T. Phenolic acids, anthocyanins, and antioxidant capacity in rice (*Oryza sativa* L.) grains at four stages of development after flowering. *Food chemistry* [online]. 2014, vol. 143, s. 90-96. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.042>.

SHEWRY, P. R. Improving the protein content and composition of cereal grain. *Journal of cereal science*[online]. 2007, vol. 46, iss 3, s. 239-250. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.06.006>.

SHI, J., WU, M., QUAN, M. Effects of protein oxidation on gelatinization characteristics during rice storage. *Journal of Cereal Science*[online]. 2017, vol. 75, s. 228-233. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.04.013>.

SCHRÖDTER, R. Influence of harvest and storage conditions on trichothecenes levels in various cereals. *Toxicology letters*[online]. 2004, vol. 153, iss. 1, s. 47-49. ISSN 0378-4574. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2004.04.043>.

SINELLI, N., SPINARDI, A., DI EGIDIO, V., MIGNANI, I., CASURAGHI, E. MIGNANI, I., CASIRAHGI, E. Evaluation of quality and nutraceutical content of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. *Postharvest Biol. Technol* [online]. 2008, vol. 50, iss. 1, s. 31-36. ISSN 0925-5124. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.03.013>.

SKRAJDA-BRDAK, M., DAJBROWSKI, G., KONOPKA, I. Edible flowers, a source of valuable phytonutrients and their pro-healthy effects—A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2020, s. 179-199. ISSN 0924-2244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.016>.

SLAVIN, J. L., LLOYD, B. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in nutrition*[online]. 2012, vol. 3, iss. 4, s. 506-516. ISSN 2161-8813. Dostupné z: <https://doi.org/10.3945/an.112.002154>.

SRIKUMAR, T. S. The mineral and trace element composition of vegetables, pulses and cereals of southern India. *Food chemistry*[online]. 1993, vol. 46, iss. 2, s. 163-167. ISSN 0308-8146. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(93\)90031-A](https://doi.org/10.1016/0308-8146(93)90031-A).

STANISAVLJEVIĆ, N., JOVANOVIĆ, Ž., ČUPIĆ, T., LUKIĆ, J., ĐUKIĆ, J. M., RADOVIĆ, S., MIKIĆ, A. Extractability of antioxidants from legume seed flour after cooking and in vitro gastrointestinal digestion in comparison with methanolic extraction of the unprocessed flour. *International journal of food science & technology*[online]. 2013, vol. 48, iss. 10, s. 2096-2104. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12191>.

SUI, X., DONG, X., ZHOU, W. Combined effect of pH and high temperature on the stability and antioxidant capacity of two anthocyanins in aqueous

solution. *Food Chemistry*[online]. 2014, vol. 163, s. 163-170. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.075>.

SUMCZYNSKI, D., BUBELOVÁ, Z., FIŠERA, M. Determination of chemical, insoluble dietary fibre, neutral-detergent fibre and *in vitro* digestibility in rice types commercialized in Czech markets. *Journal of Food Composition and Analysis*[online]. 2015b, vol. 40, s. 8-13. ISSN 0889-1575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.12.007>.

SUMCZYNSKI, D., BUBELOVA, Z., SNEYD, J., ERB-WEBER, S., MLČEK, J. Total phenolics, flavonoids, antioxidant activity, crude fibre and digestibility in non-traditional wheat flakes and muesli. *Food chemistry* [online]. 2015a, vol. 174, s. 319-325. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.065>.

SUMCZYNSKI, D., KOUBOVÁ, R., ŠENKÁROVÁ, L., ORSAVOVÁ, J. Rice flakes produced from commercial wild rice: Chemical compositions, vitamin B compounds, mineral and trace element contents and their dietary intake evaluation. *Food chemistry* [online]. 2018, vol. 264, s. 386-392. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.061>.

SZOPA, A., STARZEC, A., EKIERT, H. The importance of monochromatic lights in the production of phenolic acids and flavonoids in shoot cultures of *Aronia melanocarpa*, *Aronia arbutifolia* and *Aronia* × *prunifolia*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*[online]. 2018, vol. 179, s. 91-97. ISSN 1011-1344. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.01.005>.

TADDESE, M., DIBABA, K., BAYISSA, W., HUNDE, D., MENDESIL, E., KASSIE, M., MUTUNGI, CH., TEFERA, T. Assessment of quantitative and qualitative losses of stored grains due to insect infestation in Ethiopia. *Journal of Stored Products Research*[online]. 2020, vol. 89, s. 101689. ISSN 0022-474X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101689>.

TAETZSCH, A., DAS, S. K., BROWN, C., KRAUSS, A., SILVER, R. E., ROBERTS, S. B. Are gluten-free diets more nutritious? An evaluation of self-selected and recommended gluten-free and gluten-containing dietary patterns. *Nutrients* [online]. 2018, vol. 10, iss. 12, s. 1881. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu10121881>.

TAKAHASHI, J. A., Rezenda, F. A. G. G., Moura, M. A. F., Dominguet, L. C. B., Sande, D. Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development. *Food Research International*[online]. 2020, vol. 129, s. 108868. ISSN 0963-9969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108868>.

TAŞ, N. G., GÖKMEN, V. Phenolic compounds in natural and roasted nuts and their skins: a brief review. *Current Opinion in Food Science*[online]. 2017, vol. 14, s. 103-109. ISSN 2214-7993. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.03.001>.

TENG, H., FANG, T., LIN, Q., SONG, H., LIU, B., CHEN, L. Red raspberry and its anthocyanins: Bioactivity beyond antioxidant capacity. *Trends in Food Science & Technology*[online]. 2017, vol. 66, s. 153-165. ISSN 0924-2244. Dstupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.015>.

THEETHIRA, T. G., DENNIS, M., LEFFLER, D. A. Nutritional consequences of celiac disease and the gluten-free diet. *Expert review of gastroenterology & hepatology*[online]. 2014, vol. 8, iss. 2, s. 123-129. ISSN 1747-4124. Dostupné z: <https://doi.org/10.1586/17474124.2014.876360>.

TI, H., LI, Q., ZHANG, R., ZHANG, M., DENG, Y., WEI, Z., CHI, J., ZHANG, Y. Free and bound phenolic profiles and antioxidant activity of milled fractions of different indica rice varieties cultivated in southern China. *Food chemistry*[online]. 2014, vol. 159, s. 166-174. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.029>.

TUOHETI, Y., ITOI, E., PRADHAN, R. L., WAKABAYASHI, I., TAKAHASHI, S., MINAGAWA, H., KOBAYASHI, M., OKADA, K., SHIMADA, Y. Apoptosis in the supraspinatus tendon with stage II subacromial impingement. *Journal of shoulder and elbow surgery*[online]. 2005, vol. 14, iss. 5, s. 535-541. ISSN 1058-2746. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2005.01.001>.

VAKNIN, H., BAR-AKIVA, A., OVADIA, R., NISSIM-LEVI, A., FORER, I., WEISS, D., OREN-SHAMIR, M. Active anthocyanin degradation in *Brunfelsia calycina* (yesterday–today–tomorrow) flowers. *Planta* [online]. 2005, vol. 222, iss. 1, s. 19-26. ISSN 0032-0935. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00425-005-1509-5>.

VALCHEVA-KUZMANOVA, S., DENEV, P., EFTIMOV, M., GEORGIEVA, A., KUZMANOVA, V., KUZMANOV, A., KUZMANOV, K., TZANEVA, M.

Protective effects of Aronia melanocarpa juices either alone or combined with extracts from Rosa canina or Alchemilla vulgaris in a rat model of indomethacin-induced gastric ulcers. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2019, vol. 132, s. 110739. ISSN 0278-6915. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110739>.

VAN HUNG, P., MORITA, N. Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities. *Food chemistry*[online]. 2008, vol. 109, iss. 2, s. 325-331. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.060>.

VELASCO, J., DOBARGANES, C., MÁRQUEZ-RUIZ, G. Oxidative rancidity in foods and food quality. In: RISBO, J., ANDERSEN, M. L., SKIBSTED, L. H. *Chemical deterioration and physical instability of food and beverages*. Woodhead Publishing [online]. 2010, s. 3-32 [cit. 2021-05-17]. ISBN 978-1-84569-495-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845699260.1.3>.

VICHAPONG, J., SOOKSERM, M., SRIJESDARUK, V., SWATSITANG, P., SRIJARANAI, S. High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT-Food Science and Technology*[online]. 2010, vol. 43, iss. 9, s. 1325-1330. ISSN 0023-6438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.007>.

Vyhláška č. 18/2020 Sb. Vyhláška o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta

Vyhláška č. 18/2020 Sb. Vyhláška o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-18>

WANG, H., WANG, J., QIU, C., YE, Y., GUO, X., CHEN, G., LI, T., WANG, Y., FU, X., LIU, R. H. Comparison of phytochemical profiles and health benefits in fiber and oil flaxseeds (*Linum usitatissimum* L.). *Food chemistry* [online]. 2017, vol. 214, s. 227-233. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.075>.

WANG, L., LI, Y. M., LEI, L., LIU, Y., WANG, X., MA, K. Y., CHEN, Z. Y. Cranberry anthocyanin extract prolongs lifespan of fruit flies. *Experimental gerontology*[online]. 2015, vol. 69, s. 189-195. ISSN 0531-5565. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2015.06.021>.

WHITTAKER, A., SOFI, F., LUISI, M. E., RAFANELLI, E., FIORILLO, C., BECATTI, M., ABBATE, R., CASINI, A., GENSINI, G. F., BENEDETTELLI,

S. An organic khorasan wheat-based replacement diet improves risk profile of patients with acute coronary syndrome: a randomized crossover trial. *Nutrients* [online]. 2015, vol. 7, iss.5, s. 3401-3415. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu7053401>.

WU, N. N., LI, H. H., TAN, B., ZHANG, M., XIAO, Z. G., TIAN, X. H., ZHAI, X. T., LIU, M., LIU, Y. X., WANG, L. P., GAO, K. Free and bound phenolic profiles of the bran from different rice varieties and their antioxidant activity and inhibitory effects on α -amylase and α -glucosidase. *Journal of Cereal Science*[online]. 2018, vol. 82, s. 206-212. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.06.013>.

WU, S., SHEN, D., WANG, R., LI, Q., MO, R., ZHENG, Y., ZHOU, Y., LIU, Y. Phenolic profiles and antioxidant activities of free, esterified and bound phenolic compounds in walnut kernel. *Food Chemistry*[online]. 2021, vol. 350, s. 129217. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129217>.

YAO, J., CHEN, J., YANG, J., HAO, Y., FAN., Y., WANG., CH., LI, N. Free, soluble-bound and insoluble-bound phenolics and their bioactivity in raspberry pomace. *LWT* [online]. 2021, vol. 135, s. 109995. ISSN 0023-6438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109995>.

YIGZAW, Y., GORTON, L., AKALU, G., SOLMON, T. Fermentation of teff (*Eragrostis tef*), grass-pea (*Lathyrus sativus*), and their mixtures: Aspects of nutrition and food safety. *Lathyrus lathyrism newsletter*[online]. 2001, vol. 2, s. 8-10. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Isaura-Martin-2/publication/242166717_Morphological_characterisation_of_Spanish_genetic_resources_of_Lathyrus_sativus_L/links/541dc92b0cf2218008d1d698/Morphological-characterisation-of-Spanish-genetic-resources-of-Lathyrus-sativus-L.pdf#page=11.

ZENG, Z., HU, X., MCCLEMENTS, D. J., LUO, S., LIU, CH., GONG, E., HUANG, K. Hydrothermal stability of phenolic extracts of brown rice. *Food chemistry*[online]. 2019, vol. 271, s. 114-121. ISSN Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.180>.

ZHAO, Q., LIN, J., WANG, CH., YOUSAF, L., XUE, Y., SHEN, Q. Protein structural properties and proteomic analysis of rice during storage at different temperatures. *Food Chemistry*[online]. 2021, vol. 361, s. 130028. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130028>.

ZHENG, J., MEENU, M., XU, B. A systematic investigation on free phenolic acids and flavonoids profiles of commonly consumed edible flowers in China. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*[online]. 2019, vol. 172, s. 268-277. ISSN 0731-7085. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.05.007>.

8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Složení müsli směsí s obsahem lepku

Tabulka 2: Složení müsli směsí bez lepku

Tabulka 3: Výsledky stanovení obsahu základních nutričních znaků a stanovení *in vitro* stravitelnosti

Tabulka 4: Výsledky stanovení obsahu vitamínů B-komplexu pomocí HPLC

Tabulka 5: Obsah vybraných prvků v müsli směsích v mg.kg^{-1}

Tabulka 6: Obsah vybraných prvků v müsli směsích v $\mu\text{g.kg}^{-1}$

Tabulka 7: Výsledky stanovení celkového obsahu polyfenolů (TPC)

Tabulka 8: Výsledky stanovení celkového obsahu polyfenolů v rámci pilotního ročního skladování

Tabulka 9: Výsledky stanovení obsahu sušiny a hrubé bílkoviny v rámci definovaných skladovacích podmínek

Tabulka 10: Výsledky stanovení celkového obsahu TPC v rámci skladovacího pokusu za definovaných podmínek

Tabulka 11: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve volných frakcích za nepřístupu světla

Tabulka 12: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve volných frakcích při skladování za přístupu světla

Tabulka 13: Tabulka 13: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve volných frakcích při skladování v termostatu (40 °C)

Tabulka 14: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů v konjugovaných frakcích při skladování za nepřístupu světla

Tabulka 15: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů v konjugovaných frakcích při skladování za přístupu světla

Tabulka 16: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů v konjugovaných frakcích při skladování v termostatu (40 °C)

Tabulka 17: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve vázaných frakcích při skladování za nepřístupu světla

Tabulka 18: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve vázaných frakcích při skladování za přístupu světla

Tabulka 19: Výsledky stanovení vybraných polyfenolů ve vázaných frakcích při skladování v termostatu (40 °C)

Tabulka 20: Výsledky stanovení AOA metodou s ABTS na počátku skladovacího pokusu

Tabulka 21: Výsledky stanovení AOA metodou s ABTS za definovaných skladovacích podmínek

Tabulka 22: Stanovení celkových antokyanů za definovaných skladovacích podmínek

Tabulka 23: Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů při skladování za nepřístupu světla

Tabulka 24: Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů při skladování v termostatu (40 °C)

Tabulka 25: Výsledky stanovení antokyaninů a antokyanidinů při skladování za přístupu světla

9. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABTS – 2,2'-azinobis (3-etyl-2,3-dihydrobenzotiazol-6-sulfonát)

AOA – antioxidační aktivita

CCT – Collision Cell Technology

CF – Crude Fiber (hrubá vláknina)

DAD – Diode-Array Detector (detektor diodového pole)

DMD – Dry Matter Digestibility (stravitelnost sušiny vzorku)

EFSA – European Food Safety Authority

EU – Evropská unie

GIT – gastrointestinální systém

HPLC – High Performance Liquid Chromatography (vysokoúčinná kapalinová chromatografie)

ICP-MS – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem)

NDČ – neutrálně-detergentní činidlo

NDF – Neutral-Detergent Fiber (neutrálně-detergentní vláknina)

NDR – neutrálně-detergentní roztok

OMD – Organic Matter Digestibility (stravitelnost organické hmoty vzorku)

RTE – ready-to-eat-cereals

TAC – Total Anthocyanin Content (celkový obsah antokyanů)

TPC – Total Phenolic Content (celkový obsah polyfenolů)

UACHP – Ústav analýzy a chemie potravin

UK – United Kingdom

UV – ultrafialové záření

USA – United States of America

10. PŘÍLOHA I



Obrázek 1: Směs M1



Obrázek 2: Směs M2



Obrázek 3: Směs M3



Obrázek 4: Směs M4



Obrázek 5: Směs M5



Obrázek 6: Směs M6



Obrázek 7: Směs M7



Obrázek 8: Směs M8

11. PUBLIKAČNÍ AKTIVITY AUTORA

Příspěvky v mezinárodních časopisech s impakt faktorem

- 1) KOUBOVÁ, E., MRÁZKOVÁ, M., SUMCZYNSKI, D., ORSAVOVÁ, J. *In vitro* digestibility, free and bound phenolic profiles and antioxidant activity of thermally treated *Eragrostis tef* L. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2018, vol. 98, iss. 9, s. 3014-3021. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8800>.
- 2) MRÁZKOVÁ, M., SUMCZYNSKI, D., ORSAVOVÁ, J. Non-traditional muesli mixtures supplemented by edible flowers: Analysis of nutritional composition, phenolic acids, flavonoids and anthocyanins. *Plant Foods for Human Nutrition* [online]. 2021, vol. 76, iss. 3, s. 371-376. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00918-3>.
- 3) ŠŤASTNÁ, K., MRÁZKOVÁ, M., SUMCZYNSKI, D., CINDIK, B., YAIÇIN, E. The nutritional value of non-traditional gluten-free flakes and their antioxidant activity. *Antioxidants* [online]. 2019, vol. 8, iss. 11, s. 565. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox8110565>.

12. ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA

OSOBNÍ ÚDAJE

Jméno a příjmení: Ing. Martina Mrázková, Ph.D.

Datum narození: 19. 11. 1990

Adresa: Dobrkovice 89, 763 07

Telefon: 728 547 288

E-mail: mmrazkova@utb.cz

Státní příslušnost: ČR

Národnost: česká

VZDĚLÁNÍ

- 2016 – dosud Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Technologická fakulta, doktorský studijní program Chemie a technologie potravin, obor Technologie potravin
- 2014 – 2016 Mendlova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, obor Ekotrofologie
- 2011 – 2014 Mendlova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, obor Chemie a technologie potravin
- 2007 – 2011 Tauferova SOŠ veterinární, Kroměříž

ÚČAST NA PROJEKTECH

- 2020 IGA/FT/2020/010
Nutriční znaky netradičních surovinových komponent
(člen řešitelského týmu)
- 2019 IGA /FT/2019/004
Analýza nutričních hodnot a bioaktivních látek v netradičních surovinových komponentech a výrobcích z nich
(hlavní řešitel)
- 2018 IGA/FT/2018/006
Stanovení nutričních znaků rostlinných surovinových komponent
(člen řešitelského týmu)
- 2107 IGA/FT/2017/006
Stanovení obsahů biologicky aktivních látek v rostlinných produktech a sledování jejich změn vlivem technologického zpracování
(člen řešitelského týmu)

Ing. Martina Mrázková, Ph.D.

**Výroba netradičních müsli směsí s jedlými květy a jejich nutriční
analýza**

Production of non-traditional muesli with edible flowers and their nutritional
analysis

Teze disertační práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín.

Náklad: vyšlo elektronicky

Sazba: autor

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2022

Pořadí vydání: první

ISBN 978-80-7678-078-1

