

Vliv technologických úprav na obsah bioaktivních látek u rostlin rodu *Aronia* a *Sorbus*

Bc. Anežka Šuráňová

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Anežka Šuráňová**
Osobní číslo: **T16566**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vliv technologických úprav na obsah bioaktivních látek u rostlin rodu Aronia a Sorbus**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Rozdělení, charakteristika a chemické složení rostlin rodu Aronia a Sorbus.
2. Technologické zpracování rostlin rodu Aronia a Sorbus.
3. Biologicky aktivní látky.

II. Praktická část

1. Shromáždění vzorků a příprava extraktů.
2. Stanovení antioxidační aktivity a bioaktivních látek během zpracování a skladování.
3. Zpracování výsledků a jejich vyhodnocení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. et al. Co byste měli vědět o výrobě potravin? 1. vydání. Ostrava: KEY Publishing 2009. 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [2] MLCEK, J., ROP, O., JURIKOVA, T., SOCHOR, J., FISERA, M., BALLA, S., BARON, M., HRABE, J. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of Interspecific Rowan crosses. (2014) Central European Journal of Biology, 9 (11), pp. 1078-1086.
- [3] JURIKOVA, T., SOCHOR, J., MLCEK, J., BALLA, S., KLEJDUS, B., BARON, M., ERCISLI, S., OZTURK YILMAZ, S. Polyphenolic profile of interspecific crosses of rowan (*Sorbus Aucuparia* L.) (2014) Italian Journal of Food Science, 26 (3), pp. 317-324.
- [4] JURIKOVA, T., SOCHOR, J., ROP, O., MLCEK, J., BALLA, S., SZEKERS, L., ZITNY, R., ZITKA, O., ADAM, V., KIZEK, R. Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic - A comparative study (2012) Molecules, 17 (8), pp. 8968-8981.
- [5] ROP, O., MLCEK, J., JURIKOVA, T., VALSIKOVA, M., SOCHOR, J., REZNICEK, V., KRAMAROVA, D. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars (2010) Journal of Medicinal Plants Research, 4 (22), pp. 2431-2437.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Miček, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **3. května 2019**

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Miček, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně, 3.5.2019

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce zkoumá vliv technologického zpracování na obsah bioaktivních látek u rostlin rodu *Aronia* a *Sorbus*. Jeřáby se vyznačují vysokým obsahem biologicky aktivních látek, především antioxidantů, polyfenolů a flavonoidů. V teoretické části je uvedena charakteristika, chemické složení a bioaktivní látky rostlin rodu *Aronia* a *Sorbus*, popis nejvýznamnějších odrůd a technologické zpracování. Praktická část se zabývá stanovením antioxidační aktivity, celkového obsahu polyfenolů a flavonoidů. Je porovnáván a hodnocen obsah bioaktivních látek u čerstvých vzorků šťáv, po pasteraci a skladování.

Klíčová slova: aronie, jeřáb, antioxidační aktivita, polyfenoly, flavonoidy

ABSTRACT

The thesis examines the effect of technological processing on the content of bioactive substances in plants of the genus *Aronia* and *Sorbus*. Rowan berry are characterized by a high content of biologically active substances, especially antioxidants, polyphenols and flavonoids. In the theoretical part, the characteristics, chemical composition and bioactive substances of plants of the genus *Aronia* and *Sorbus*, description of the most important varieties and technological processing are presented. The practical part deals with determination of antioxidant activity, total content of polyphenols and flavonoids. The content of bioactive substances in fresh juice samples, after pasteurization and storage, is compared and evaluated.

Keywords: chokeberry, rowan berry, antioxidant activity, polyphenols, flavonoids

Ráda bych poděkovala panu doc. Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za odborné a cenné rady při zpracování této diplomové práce a rovněž bych chtěla poděkovat paní Ing. Lence Fojtíkové za odborné vedení při práci v laboratoři.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 CHARAKTERISTIKA RODU <i>SORBUS</i>.....	12
1.1 HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ	13
1.2 NEJZNÁMĚJŠÍ ODRŮDY JEŘÁBŮ	13
1.2.1 Jeřáb obecný ptačí (<i>Sorbus aucuparia L.</i>).....	13
1.2.2 Jeřáb moravský sladkoplodý (<i>Sorbus aucuparia L. subsp. moravica</i>)	14
1.2.3 Jeřáb oskeruše (<i>Sorbus domestica</i>)	14
1.2.4 Jeřáb muk (<i>Sorbus aria</i>).....	15
1.2.5 Jeřáb břek (<i>Sorbus torminalis</i>)	16
1.2.6 Křížené odrůdy jeřábu	17
1.2.6.1 Mičurinské odrůdy	17
1.2.6.2 Nevěžinský jeřáb.....	18
1.3 LÉČIVÉ ÚČINKY	19
2 CHARAKTERISTIKA RODU <i>ARONIA</i>	21
2.1 HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ	21
2.2 NEJZNÁMĚJŠÍ DRUHY	22
2.3 LÉČIVÉ ÚČINKY	22
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	24
3.1 VODA	24
3.2 SACHARIDY	24
3.3 ORGANICKÉ KYSELINY:	24
3.3.1 Kyselina sorbová	24
3.3.2 Kyselina askorbová	25
3.3.3 Kyselina parasorbová	25
3.4 DUSÍKATÉ LÁTKY	25
3.5 MINERÁLNÍ LÁTKY	25
3.6 LIPIDY	26
4 BIOAKTIVNÍ LÁTKY	27
4.1 POLYFENOLY.....	27
4.1.1 Fenolové kyseliny	28
4.1.2 Flavonoidy.....	29
4.1.3 Stilbeny	31
4.1.4 Lignany	31
4.2 ANTIOXIDAČNÍ LÁTKY.....	31
4.2.1 Karotenoidy	32
4.2.2 Vitamín C	33
4.2.3 Vitamín E	33
5 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ ROSTLIN RODU <i>ARONIA</i> A	

SORBUS	34
5.1 VÝROBA ŠTÁVY.....	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
6 CÍL PRÁCE	38
7 MATERIÁL A METODIKA	39
7.1 POPIS LOKALITY	39
7.2 VZORKY	39
7.3 PŘÍPRAVA VZORKŮ.....	40
7.4 EXTRAKCE VZORKŮ	41
7.5 STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY	42
7.5.1 Princip stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH.....	42
7.5.2 Postup stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH	42
7.6 STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLŮ	43
7.6.1 Princip stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou s FolinCiocaltauovým činidlem.....	43
7.6.2 Postup stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou s Folin-Ciocaltauovým činidlem	44
7.7 STANOVENÍ FLAVONOIDŮ.....	44
7.7.1 Princip stanovení flavonoidů.....	44
7.7.2 Postup stanovení flavonoidů	44
8 VÝSLEDKY A DISKUZE	45
8.1 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA	45
8.2 CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLŮ	49
8.3 CELKOVÝ OBSAH FLAVONOIDŮ	53
ZÁVĚR	58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	60
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	67
SEZNAM OBRÁZKŮ	68
SEZNAM TABULEK	69

ÚVOD

Rod *Aronia* a *Sorbus* (jeřáb) patří do stejné čeledi růžovitých (*Rosaceae*) a řadí se mezi jádrové ovoce. Z důvodu velké podobnosti plodů aronie s jeřábem je také lidově nazývána černá jeřabina nebo jeřáb černý. Většina zástupců, z těchto rodů nemá velké nároky na životní podmínky a dobře prospívají i na půdách s nižším obsahem živin. Jedná se o méně známé ovocné druhy, které si však v poslední době získávají stále větší pozornosti spotřebitelů, z důvodů pozitivních zdravotních účinků na organismus. Aronie a jednotlivé odrůdy jeřábů jsou považovány za bohatý zdroj fenolových sloučenin, zejména fenolických kyselin a flavonoidů, které přispívají k jejich vysoké antioxidační aktivitě [1,2].

Už v minulosti byly známy pro své léčivé účinky a staly se důležitou součástí lidového lékařství. Plody byly používány na léčbu proti skorbutu, při posilování imunity nebo se využívaly jako projímadla, kde se projevovala především kyselina parasorbová. Extrakty se používaly při léčbě a prevenci onemocnění dýchacích cest [3,4].

Současné studie poukazují na další pozitivní působení těchto rodů, např. ochranný účinek proti karcinomu tlustého střeva, kardioprotektivní působení, kde experimenty *in vitro* dokazují, že fenolové sloučeniny přispívají k ochraně a obnově endoteliálních buněk a následnému zlepšení jejich funkce. Dále hepatoprotektivní působení, způsobují snížení toxických látek v játrech, ledvinách a antidiabetické účinky, podílející se na snížení hladin glukózy. Díky velkému množství antioxidantů, které se nacházejí v bobulích, jsou velmi užitečné při prevenci oxidačního stresu, který je hlavní příčinou mnoha onemocnění, včetně stárnutí, diabetu, kardiovaskulárních onemocnění a dalších neurodegenerativních poruch [5].

Teoretická část diplomové práce je zaměřena na charakteristiku rostlin rodu *Aronia* a *Sorbus*, popis nejznámějších odrůd, jejich chemické složení, přehled bioaktivních látek a technologické zpracování – výroba ovocných šťáv.

Praktická část je věnována stanovení antioxidační aktivitě, polyfenolů, flavonoidů u vybraných odrůd, srovnání a zhodnocení obsahu bioaktivních látek u vzorků čerstvých šťáv, po pasteraci a skladování.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA RODU *SORBUS*

Rod *Sorbus* (jeřáb) patří do čeledi růžovitých (*Roseaceae*), podčeledi jabloňovitých (*Pomoideae*) a řadí se mezi jádrové ovoce. Do rodu *Sorbus* náležejí keře, stromy s opadavými, jednoduchými nebo lichozpeřenými listy. Květy jsou bílé, nažloutlé nebo růžové, vyrůstající v chocholičnatých latách [1]. Plodem jsou malvice různé barvy i velikosti, ve tvaru kulovitého, vejčitého nebo hruškovitého, uspořádané do nápadných plodenství. Podle chuti plodů dělíme na kyseloplodé a sladkoplodé. Je známo asi 200-250 druhů jeřábů, v Evropě přibližně 160. Rod *Sorbus* je rozšířen převážně v mírném pásu severní polokoule [6].



Obr. 1 Jeřáb ptačí [7]

1.1 Historie a rozšíření

Usuzuje se, že vědecký název *Sorbus* pochází z latinského *sorbore* – jíst, nebo od keltského výrazu *sor*, což znamená trpký [8]. Rod *Sorbus* je považován za jeden z nejpůvodnějších rodů podčeledi jabloňovitých a jeho zástupci byli rozšířeni již v období třetihor. Místem původu je východoasijská oblast, kde se v dnešní době nachází většina druhů původních taxonů [9]. Většina zástupců rodu *Sorbus* nemá velké nároky na životní prostředí a dobře prospívají i v klimaticky a půdně horších podmínkách. Můžeme je nalézt na půdách chudých na živiny, s obsahem vápníku, půdách písčitých, hlinitých a jílovitých [10]. Také roste na půdách kyselých, neutrálních či zásaditých. Díky svému pružnému dřevu dobře prospívá i na větrných místech, na mořském pobřeží a dobře snáší také městské ovzduší [11]. Díky této vlastnosti je oblast rozšíření jeřábu velmi široká a zaujímá téměř celou severní polokouli. Největší rozšíření je v severních státech nebo na jihu v hornatých oblastech [6].

1.2 Nejznámější odrůdy jeřábů

1.2.1 Jeřáb obecný ptačí (*Sorbus aucuparia* L.)

Je to opadavý strom, který dorůstá výšky až 15 m. U nás se vyskytuje hojně v celém území, hlavně v horských oblastech. Roste ve světlých lesích, na skalách, pasekách, často vysazován podél komunikací. Listy jsou lichozpeřené, mají světle zelenou barvu a jsou dlouhé až 20 cm. Květy mají svou specifickou vůni, která může být až nepříjemná. Plodem jsou malvice oranžově červené, dozrávající od srpna do září, jsou významnou složkou potravy lesní zvěře a ptactva [12,13,14].

Jeřáb ptačí je relativně krátkověký, dožívá se kolem 100 až 150 let. Má šedou, hladkou kůru, listy jsou střídavé, řapíkaté, lichozpeřené. Bílé, slabě nažloutlé květy jsou uspořádány do květenství zvaného vrcholík [3,8]. Syrové bobule jsou mírně toxické kvůli obsahu kyseliny parasorbové a kyanovodíku, mohou způsobit nevolnost. Toxicita se zničí zahřátím, sušením nebo ponořením do slabého octového roztoku, čímž se kyselina parasorbová rozštěpí na netoxickou kyselinu sorbovou [15,16]. Tento druh je mimořádně přizpůsobivý, zvládá extrémní podmínky, sucho, vlhkost, chudou půdu i nízké teploty. I při nadmořské výšce 1500 m přináší kvalitní ovoce. Plody jsou používány na kompoty, želé,

zkvašovány na pálenku. Obsahují až 5 % cukru a 3 % kyselin, především kyseliny jablečné. Velmi bohaté jsou na kyselinu askorbovou [3,8].

1.2.2 Jeřáb moravský sladkoplodý (*Sorbus aucuparia L. subsp. moravica*)

Od jeřábu ptačího obecného se odlišuje nejen sladkokyselou chutí a větší velikostí plodů, ale také tvarem bočních lístků zpeřeného listu. Listy moravské odrůdy jsou zubaté jen v horní polovině čepele, zatímco u jeřábu ptačího obecného jsou listy po celém okraji zubaté. Plody jsou kulovité, více než 1 cm velké. Příjemnější chuť je dána vyšším obsahem cukru a nižším obsahem tříslovin a kyseliny parasorbové. Obsahují přibližně 8-10 % cukru, především sorbitu, kterého mají více než ostatní ovoce. Chutí připomínají brusinky [8,15,17]. Moravský sladkoplodý jeřáb má původ na severní Moravě, konkrétně u obce Ostružná, kde byl náhodně objeven na počátku 19. století pasáky ovcí. Odtud se rozšířil do celého tehdejšího Rakouska-Uherska, Německa, Polska a pak i do Švédska a Francie [18].



Obr. 2 Jeřáb moravský sladkoplodý [19]

1.2.3 Jeřáb oskeruše (*Sorbus domestica*)

Pochází ze střední a jižní Evropy a jeho areál rozšíření zasahuje až k Černému moři a do Malé Asie. V jižní části se vyskytuje hlavně na Balkánu, v Itálii a v části Španělska.

V České republice se nachází v Českém středohoří a na jihovýchodě Moravy. Jeřáb oskeruše patří mezi ohrožené druhy dřevin. Jedná se o největší druhy jeřábu a nejmohutnější ovocné dřeviny celé Evropy. Tvarem své koruny se podobá hrušni. Pupeny jsou lysé a lepkavé. Jeřáb oskeruše kvete od května do června, květy jsou bílé nebo slabě načervenalé s příjemnou vůní. Plodem jsou kulovité nebo hruškovité malvice, většinou dozrávají od září do října. Jejich chuť je sladká a šťavnatá. Patří mezi náročnější druhy dřevin, roste v teplejších oblastech a vyžaduje půdu na vápnitém podkladu. I když se jedná o teplomilnou dřevinu vykazuje velkou toleranci proti nízkým zimním teplotám. Strom dorůstá do výšky 15-20 m. Plody byly využívány v lidovém léčitelství, při žaludečních a střevních potížích. V potravinářství se využívají na výrobu marmelád, ovocných šťáv, vína a při konzervaci jablečného moštu. Na Moravě a Slovensku je tradiční oskerušová pálenka, která patří mezi nejvzácnější ovocný destilát [1,16,18].



Obr. 3 Jeřáb oskeruše [20]

1.2.4 Jeřáb muk (*Sorbus aria*)

Jeřáb muk je opadavý strom nebo keř s široce pyramidální nebo vejčitou korunou a dorůstá výšky až 15 m a šířky 8 m. Původní stanoviště se rozkládá v západní, střední, jižní a jihovýchodní Evropě. Tento jeřáb je velmi odolný a je mrazuvzdorný až do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jde o druh, se kterým se u nás můžeme setkat pouze na Znojemsku v Podyjí a Moravském krasu. Listy má vejčité, kožovité, na okraji nepravidelně zubaté. Na přelomu května

až června se vytváří hustý chocholík s plstnatými větvičkami, kališní lístky jsou trojúhelníkové a žlutobílé květy široké až 8 cm. Z květů se později vytváří malvice, velké 1-2 cm, jsou kulaté až soudkovité, červeného nebo tmavočerveného zbarvení. Plody nejsou příliš chutné, proto se spíše používají na výrobu vína, likérů a čajů. Nejčastěji se vyskytuje v řídkých, světlých lesích, na slunných stráních nebo v otevřené krajině [11,16,21].



Obr. 4 Jeřáb muk [22]

1.2.5 Jeřáb břek (*Sorbus torminalis*)

Jeřáb břek je evropský druh, vytváří vysoký keř nebo strom, který dorůstá výšky až 15 m. Listy jsou široce vejčité, po okraji pilovité. V červnu se vytvářejí bílé květy, uspořádané v chocholičnatých latách. Plody jsou hnědé malvice kulovitého nebo hruškovitého tvaru. Původem pochází z Evropy, severní Afriky, Malé Asie a Kavkazu. Je velmi odolný mrazu, až do 25 °C [11,15].



Obr. 5 Jeřáb břek [23]

1.2.6 Křížené odrůdy jeřábu

U těchto křížených druhů se dosáhlo značné odolnosti proti mrazu, potřebné plodnosti a požadovaných charakteristik ovoce tak, aby byly vhodné pro spotřebu a další zpracování, jako je například výroba kompotů, výroba likérů, vín nebo lihovin.

Kultivary mezidruhových kříženců mají méně sladkou chuť, což je dáno vysokým obsahem tříslovin a jsou větší ve srovnání s plodem moravského jeřábu (*Sorbus aucuparia* subsp. *moravica*). Konzumace syrových bobul může vést k lehké otravě, kterou způsobuje přítomnost kyseliny parasobové a kyanovodíku, nicméně dalšími úpravami jako je vaření, sušení, toxicita vymizí [9].

1.2.6.1 Mičurinské odrůdy

V bývalém Sovětském svazu se křížení různých odrůd věnoval V. Mičurin. Snažil se vypěstovat nové odrůdy odolné proti nízkým teplotám a odrůdy adaptabilní na kratší vegetační dobu. Zkoušel mezidruhové i mezirodové křížení, jeřáb křížil s hlohem, mišpulí a hrušní. Vznikaly nové odrůdy jako Burka, Likernaja, Granatnaja, Desertnaja, Krasavica, Rubínovaja.

- Burka - kříženec jeřábu ptačího a jeřábu alpského. Plody jsou oválně polodlouhé červeno-tmavohnědé barvy, jsou známy svou aromatickou a sladkokyselou chutí.
- Likernaja - kříženec jeřábu a aronie, odrůda vyniká vysokou odolností proti mrazu. Malvice jsou fialovo-černé barvy a jemnější chuti. Tento druh se používá pro výrobu likérů, kompotů a šťáv.
- Granatnaja - kříženec jeřábu obecného a hlohu sibiřského. Roste do výšky 3-6 m, název jeřábu je odvozen od granátové barvy plodů. Velikost plodů je srovnatelná s višní, chuť je příjemná sladkokyselá. Plody jsou vhodné pro přímou konzumaci, vynikají však i konzervované nebo jako součást cukrářských výrobků. Pěstování je obdobné jako u ostatních jeřábů, je velmi mrazuvzdorný, hodí se i do vyšších poloh.
- Desertnaja - kříženec odrůdy Likernaja s mišpulí. Patří mezi jednu z nejchutnějších odrůd. Plody jsou purpurově červené, tvarem podobné mišpuli, velmi příjemné chuti.
- Krasavica - kříženec jeřábu obecného s hrušní. Plody jsou červenooranžové až tmavočervené bobule, chuť je šťavnatá, sladkokyselá podobná brusinkám.
- Rubínovaja – je také kříženec jeřábu obecného s hrušní, tento druh je méně mrazuvzdorný. Malvice jsou temně červené, sladkokyselé chuti [18,24].

1.2.6.2 Nevěžinský jeřáb

Kromě mičurinských odrůd se pěstuje také odrůda Nevěžinský, která byla objevena u vesnice Nevěžino v bývalém Sovětském svazu. Jedná se o formu jeřábu obecného, která má sladší plody. Mezi nevěžinské odrůdy patří: Kubovaja, Krasnaja, Želtaja, Sacharnaja, Krupnoplodnaja [3].

- Kubovaja – velmi mrazuvzdorný úrodný druh, plody jsou hranaté, oranžově červené se sladkokyselou chutí, dají se pojídat i v čerstvém stavu.
- Krasnaja – odrůda odolná vůči mrazu, malvice jsou červené, kulatého tvaru sladkokyselé chuti.
- Želtaja – velmi plodná a mrazuvzdorná odrůda s velkými oranžovo-žlutými plody.
- Sacharnaja – velmi podobná odrůdě Želtaja, plody jsou také kulaté, oranžovo-žluté, sladkokyselé chuti, může obsahovat až 13 % cukru.

- Krupnoplodnaja – velmi úrodný a mrazuodolný jeřáb s velkými plody, oranžovo-žluté barvy, sladkokyselé chuti. Obsah cukru je až 13 % [24].

1.3 Léčivé účinky

Léčivé účinky jsou především dány obsahem vitamínu C. Vitamín C, který je u jeřábů obsažen ve vysokých dávkách vyniká značnou stabilitou, na rozdíl od jiných ovocných druhů, která vlivem světla, vyšších teplot a působením kyslíku účinnost ztrácí. Už v minulosti byly známy léčivé účinky. Plody byly používány na léčbu proti skorbutu nebo se využívaly jako projímadla, kde se projevovala především kyselina parasorbová. Naopak proti průjmovým potížím se podávaly vařené plody, kde působily třísloviny. Extrakty se používaly při léčbě a prevenci onemocnění dýchacích cest – prevence astmatického záchvatu. Velmi cennou látkou v plodech je sorbit, který je vhodný jako sladidlo u diabetiků, nezatěžuje tak nepříznivě funkci metabolismu sacharidů jako ostatní cukry.

Ve 100 g jeřabin je 5 g až 12 g sorbitu. Denní dávka by neměla překročit 30 g, může mít projímavé účinky. Sorbit je základní látkou pro získávání kyseliny askorbové [3,18].

Jeřabiny, jenž mají velké množství vitamínů A a C, jsou proto vynikajícím prostředkem při posilování imunity. Slupka obsahuje látku lykopen, která se vyskytuje ve všech červených bobulích a zelenině, hraje významnou roli v obraně proti volným radikálům.

Čaj z jeřabin pomáhá při poruchách odtoku lymfy, lihový výtažek z květů je používán při léčbě ženských hormonálních potíží. Jeřabiny je vhodné užívat spíše sušené nebo tepelně upravené, neboť se tak zničí kyselina parasorbová, která může způsobovat nevolnost [25].

Polyfenoly jeřábů nebo jejich metabolity mohou ovlivňovat zdraví tím, že zabraňují poškození, způsobené volnými radikály, vznikajícími v GIT (gastrointestinálním traktu), eliminují střevní zánětlivé reakce, mají vliv na vývoj rakoviny ve střevních buňkách nebo příznivě modulují mikroflóru tlustého střeva. Kromě toho je také potvrzeno, že polyfenoly mohou být schopny usměrňovat dostupnost živin, prostřednictvím inhibice trávicích enzymů, podílejících se na štěpení lipidů a škrobu, což vede k příznivým účinkům na příjem kalorií, rozvoj obezity a kontrolu glykémie. Dále bylo zjištěno, že plody bohaté na polyfenoly mohou inhibovat dva hlavní enzymy, které se podílejí na štěpení škrobu, α -amylázu a α -glukosidázu. Inhibice těchto enzymů je důležitá pro léčbu diabetu 2. typu,

používá se k regulaci hladin glukózy v krvi, po konzumaci jídla, obsahujícím sacharidy [26].

Jeřáb je považován za bohatý zdroj kyseliny chinové. Vědecký výzkum ukazuje, že kyselina chinová může zmírnit oxidační stres u různých onemocnění a má neuroprotektivní, kardioprotektivní, antihyperlipidemický, protizánětlivý, antidiabetický, antivirový, antifungální a hepatoprotektivní účinek.

Díky velkému množství antioxidantů, které se nacházejí v bobulích jsou velmi užitečné při prevenci předčasného stárnutí kůže. Kůže, která je neustále vystavena účinkům škodlivého UV záření, je mnohem náchylnější k poškození a vykazuje příznaky značného opotřebení. Ovocné bobule, s bohatým obsahem vitamínu C, pomáhají zajistit stav, kdy syntéza kolagenu je udržována na vysoké úrovni a strukturální integrita kůže je udržována neporušená.

Makulární degenerace je progresivní zhroucení zraku, ke kterému obvykle dochází při stárnutí. Antioxidanty, jako je lutein, jsou dobře známy a užívány v doplňkové formě pro podporu zdraví očí. Bobule jeřábů obsahují malé množství tohoto důležitého antioxidantu, což pomáhá zpomalit tento proces [27].

2 CHARAKTERISTIKA RODU *ARONIA*

Aronie, je řazena do čeledi růžovité (*Rosaceae*), stejně jako jeřáb. Z důvodu velké podobnosti plodů aronie s jeřábem je lidově také nazývána černá jeřabina nebo černý jeřáb. Tento rod zastupují tři druhy: *Aronia arbutifolia* - temnoplodec planikolistý, pocházející ze Severní Ameriky, *Aronia prunifolia* - temnoplodec třešňolistý a *Aronia melanocarpa* - temnoplodec černý [3].



Obr. 6 *Aronia melanocarpa* – plody [28]

2.1 Historie a rozšíření

Její původ je východní část Severní Ameriky a východní Kanady, kolem roku 1900 se rozšířila přes Německo do Ruska a později do dalších evropských zemí. Ve volné přírodě vytváří keře vysoké 2 – 3 m. Má jednoduché, lesklé, sytě zelené listy. Plodem jsou purpurově černé malvice o velikosti 6 - 13 mm, seskupené do chocholíku, dozrávající koncem srpna. Aronie je nenáročná na půdu, avšak kvalitní velké plody se vypěstují na půdách s dobrou zásobou živin. Také na prostředí je aronie značně nenáročná, snáší

nízké teploty a dobře se jí daří také na vlhčích místech, je však třeba respektovat její nárok na dostatek světla [3,29,30].

2.2 Nejznámější druhy

Mezi významnější kultivary patří "Nero" (Česko), "Rubina" (přechody z ruských a finských rostlin), "Viking" (Finsko), "Kurkumäcki" (Finsko), "Hugin" (Švédsko), "Fertödi" a "Aron" (Dánsko) [5].

2.3 Léčivé účinky

Plody aronie obsahují poměrně velké množství vitamínu B, C, rutin, karotenoidů a celou řadu minerálních látek. Rutin se používá k výrobě léčiv při hypertenzi, ateroskleróze i žaludečním vředům [3,29]. Plody aronie se doporučují v léčbě při arteroskleróze, vysokému krevnímu tlaku a anacidních gastritidách. Je dokázáno, že šťáva snižuje hladinu cholesterolu v krvi nemocných, trpících kardiovaskulárními potížemi [31].

Protirakovinné účinky

Mnoho studií ukazuje ochranný účinek aronie proti karcinomu tlustého střeva. Bylo prokázáno, že extrakt z *Aronia melanocarpa* inhibuje růst a stimulaci apoptózy lidských buněk karcinomu tlustého střeva. Extrakt z aronie má dokonce vyšší účinky v potlačování tvorby rakovinných buněk než extrakty z hroznů a borůvek [5,31].

Antikarcinogenní účinky

Působení šťávy z aronie bylo podpořeno údaji ze studie na potkanech, léčených na karcinogen azoxymethan. Extrakt z aronie inhiboval tvorbu azoxymethanu, redukoval nahromadění rakovinných buněk ve střevním epitelu a koncentraci žlučových kyselin.

Antimutagenní účinky

Fenolické sloučeniny izolované z *Aronia melanocarpa* disponují také antimutagenními účinky. Anthokyany izolované z aronie výrazně inhibují mutagenní aktivitu benzo[a]pyrenu a 2-aminofluorenu. Dále bylo prokázáno, že šťáva z aronie inhibuje endogenní N-nitrosaminy, studie byla prováděna u potkanů, léčených aminopyrinem a dusitanem sodným.

Hepatoprotektivní účinky

V další studii, prováděné na potkanech, anthokyany přítomné v aronii, způsobovaly snížení toxicity a akumulaci kadmia v ledvinách a játrech. Ionty kadmia jsou schopné s anthokyany tvořit kovové cheláty, čímž snižují toxické účinky kadmia.

Kardioprotektivní účinky

Aronie dokáže pozitivně ovlivňovat několik rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění. Experimenty *in vitro* dokazují, že fenolové složky přispívají k ochraně a obnově endoteliálních buněk, a následně se zlepšuje jejich funkce. Při experimentech s potkany ovocné šťávy z aronie bránily zvýšení celkového plazmatického cholesterolu, LDL (Low Density Lipoprotein) cholesterolu a lipidů plazmy. U mužů s mírnou hypercholesterolémií pravidelné pití šťávy z aronie (250 ml denně) po dobu šesti týdnů směřovalo k významnému poklesu sérového celkového cholesterolu, LDL cholesterolu a triglyceridů, zatímco HDL (High Density Lipoprotein) hladina cholesterolu byla zvýšena. Dále bylo zaznamenáno mírné snížení glykémie, homocysteinu, fibrinogenu a krevního tlaku. Podobný hypotenzní účinek flavonoidů byl sledován i u pacientů po infarktu myokardu, kteří byli současně léčeni statiny, a u pacientů s diabetes mellitus II. typu. Studie poukazují na účinky, které umožňují snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění u pacientů po infarktu myokardu a naznačují možné klinické využití jako prevence srdeční ischemické choroby.

Antidiabetické účinky

Na základě dostupných studií se ukázalo, že anthokyany v aronii mohou být užitečné při prevenci a kontrole diabetes mellitus II. typu. Při podávání šťávy z aronie potkanům s diabetem došlo ke zmírnění hyperglykémie a hypertriglyceridémie. U lidské studii, při které bylo podáváno denně 200 ml šťávy z aronie po dobu 3 měsíců pacientům s non-inzulin dependentním diabetem, došlo ke snížení hladiny glukózy. Dále šťáva z aronie ukázala příznivý vliv při léčbě obezity [5,31].

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ

3.1 Voda

Základní složkou ovoce je voda, v čerstvém stavu obsahuje 70 – 90 %. Voda v ovoci se vyskytuje ve dvou formách, jako volná voda nebo vázaná na koloidy. Volná voda je obsažená ve šťávě buněk ovoce a v ní jsou rozpuštěny další látky jako jsou sacharidy, kyseliny, atd. Voda vázaná na koloidy, tvoří okolo hydratační obal, který je jejich nedílnou součástí [32].

3.2 Sacharidy

Druhou významnou složkou jsou sacharidy (5 – 15 %), hlavními cukry jsou glukóza a fruktóza. Z polysacharidů jsou přítomny škrob, který se během zrání odbourává, dále je to celulóza, hemicelulózy, pentózany a pektinové látky, které tvoří složky dužniny, jader, pecek a slupek. Během zrání ovoce dochází k hydrolýze nerozpustného nativního pektinu v rozpustný pektin, a tím k měknutí ovoce [33,34]

Sorbitol (sorbit, D-glucitol) je alkoholický cukr (alditol), který se běžně nachází u bobulovitého ovoce. Poprvé byl izolován v roce 1872 z jeřábu ptačího. Sorbitol přispívá ke kontrole glykemického účinku tím, že inhibuje absorpci glukózy ve střevě a zvyšuje vychytávání glukózy ve tkáni. V důsledku toho je sorbitol vhodný k použití do diabetických potravin [35].

3.3 Organické kyseliny:

Obsah organických kyselin a cukrů jsou důležité faktory ovlivňující organoleptické vlastnosti a pH, které je většinou mezi 3 a 4. Nejvíce obsažená je kyselina jablečná a kyselina citronová. Během zrání se snižuje obsah kyselin a také jejich vzájemný poměr [33,34].

3.3.1 Kyselina sorbová

(systematický název kyselina 2,4-hexadienová, sumární vzorec $C_6H_8O_2$)

Patří mezi nenasycené karboxylové kyseliny. Používá se běžně při konzervaci potravin a nápojů, k zabránění rozvoji plísní a kvasinek. Název je odvozen od jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*), jelikož byla poprvé izolována z nezralých bobulí tohoto druhu [36].

Bobule jeřábů obsahují kyselinu sorbovou, která má schopnost bránit bakteriálnímu růstu. Tyto bobule jsou často používány v lokálních antiseptických přípravcích, díky této vlastnosti, ale mohou být také použity k minimalizaci infekce, např. při nachlazení [27].

3.3.2 Kyselina askorbová

Kyselina askorbová je považována za indikátor kvality živin, z důvodu její citlivosti na zpracování a skladování. Pokud je zjištěno dostatečné množství kyseliny askorbové, znamená, že ostatní živiny mohou být uchovány s minimálními ztrátami [37].

Tato sloučenina má důležité antioxidační a metabolické funkce, což je nezbytné pro její začlenění do lidského stravování a je známé jako vitamin C. Denní dávka odhadována na 30-100 mg. Reaguje s kyslíkatými radikály, které přetváří na méně škodlivé. Jeřáby obsahují třikrát tolik kyseliny askorbové než pomeranče. Doporučená dietní dávka kyseliny askorbové je 60 mg denně. Pouhých 5-7 mg denně zabraňuje skorbutu [38].

Kyselina askorbová je velmi důležitým prvkem lidského zdraví, protože může stimulovat produkci bílých krvinek a působit jako antioxidant. Kromě toho je vitamin C nezbytný pro řadu tělesných procesů, včetně tvorby kolagenu, který posiluje svalovou tkáň a pomáhá při udržování pevnosti krevní cévy [27].

3.3.3 Kyselina parasorbová

Vyskytuje se u jeřábu ptačího a při konzumaci syrových bobul může způsobovat lehkou nevolnost [18].

3.4 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky, jako bílkoviny, aminy, amidy, dusičnany, jsou v ovoci obsaženy v rozmezí 0,2 – 1 %. Může docházet k reakcím neenzymového hnědnutí.

3.5 Minerální látky

Obsah minerálních látek je dán druhem a odrůdou ovoce. Důležitý je zejména obsah prvků K, Na, Mg, Ca, Cl, S, P, Si a stopových prvků Cu, Mn, a B. Dužina z bobulovitých plodů obsahuje 1,6 až 1,8 mg/g vápníku, 1,1 až 1,3 mg/g fosforu, 9,0 až 15,8 mg/g draslíku a 0,4 až 0,9 mg/g hořčíku, 0,2 mg/g sodíku, 29 mg/g železa, 1 mg/kg manganu, 3 mg/kg zinku a 6 mg/kg mědi.

3.6 Lipidy

Lipidy jsou v dužnatém ovoci zastoupeny v malém množství (0,1 – 0,5 %). Nejdůležitějšími mastnými kyselinami semen *S. aucuparia* jsou kyselina linolová, olejová a v menší míře kyselina palmitová. Kyselina jantarová a methoxymalová se také nacházejí v plodu jeřábu [33,34].

4 BIOAKTIVNÍ LÁTKY

4.1 Polyfenoly

Polyfenolické sloučeniny jsou látky, které ve své molekule obsahují jeden nebo více hydroxylových skupin, navázaných na aromatickém jádře. Většina fenolů mají dvě nebo více hydroxylových skupin a jedná se o bioaktivní látky, které jsou zastoupeny téměř ve všech rostlinách. Jedná se o sekundární metabolity rostlin, které se podílejí na obraně proti ultrafialovému záření, před poškozením způsobeným suchem, UV zářením, infekcemi, fyzickým poškozením nebo agresi patogenních mikroorganismů. Polyfenoly můžeme nalézt téměř ve všech potravinách rostlinného původu [39,40].

Protektivní účinek polyfenolů spočívá v omezování tvorby kyslíkových radikálů, chelataci iontů přechodných kovů, především kationtů železa, které jsou schopny generovat vysoce reaktivní hydroxylové radikály. Dále chrání lipoproteiny o nízké hustotě před oxidací, která je považována za jeden z faktorů při rozvoji aterosklerózy. Polyfenolické látky působí proti vzniku trombózy a tím snižují riziko infarktu myokardu nebo mozkové mrtvice. Denní příjem polyfenolů byl odhadnut na 1 g, což je výrazně vyšší než příjem antioxidantních vitamínů - tokoferoly, karoteny, kyselina askorbová [41].

Současná literatura informuje, že dlouhodobá konzumace stravy bohaté na polyfenoly, chrání před určitými druhy rakoviny, kardiovaskulárními chorobami, diabetem 2. typu, osteoporózou, pankreatitidou, gastrointestinálními problémy, poškozením plic a neurodegenerativními chorobami. Vysvětlením těchto přínosů je „teorie biochemických vychytávačů“, která předpokládá, že polyfenolické sloučeniny negují volné radikály tvorbou stabilizovaných chemických komplexů, čímž zabraňují dalším reakcím. Existují také důkazy o dalším mechanismu, kterým polyfenoly chrání před oxidačním stresem produkcí peroxidu vodíku, který pak pomáhá regulovat činnost imunitní reakce, jako je buněčný růst. Důkazy naznačují, že polyfenoly inhibují prozánětlivé transkripční faktory interakcí s proteiny zapojenými do genové exprese a buněčné signalizace, což vede k ochranným účinkům proti mnoha chronickým onemocněním zprostředkovaným zánětem. Polyfenoly, u nichž se předpokládá, že jsou antikarcinogenní, zastaví buněčný růst indukci buněčného stárnutí nebo apoptotické buněčné smrti a jejich rozdílný redoxní stav může selektivně ovlivnit nádorové buňky [42].

Polyfenoly lze rozdělit na:

- fenolové kyseliny (kyselina benzoová a její deriváty, k. galová a k. allagová)
- flavonoidy (flavonoly, flavony, isoflavony, flavanony, antokyanidiny, flavanoly)
- stilbeny (resveratrol)
- lignany [43]

4.1.1 Fenolové kyseliny

Se rozdělují na dvě třídy fenolových kyselin: deriváty kyseliny benzoové a deriváty kyseliny skořicové. Obsah hydroxybenzoové kyseliny v jedlých rostlinách je obecně velmi nízký, s výjimkou některých červených plodů, které mohou mít koncentraci několika desítek miligramů na kilogram čerstvé hmotnosti.

Kyseliny hydroxyskořicové jsou častější než kyseliny hydroxybenzoové a sestávají hlavně z kyselin *p*-kumarických, kofeinových, ferulických a sinapových. Tyto kyseliny se zřídka nacházejí ve volné formě. Vázanými formami jsou glykosylované deriváty nebo estery kyseliny chinové, kyseliny shikimové a kyseliny vinné. Kyselina kávová a kyselina chinová se spojují, aby se vytvořila kyselina chlorogenová, která se nachází v mnoha druzích ovoce a ve vysokých koncentracích v kávě.

Kyselina kávová, volná a esterifikovaná, je obecně nejvíce bohatá fenolová kyselina a představuje mezi 75 % a 100 % celkového obsahu kyseliny hydroxyskořicové ve většině druhů ovoce [39].

Chlorogenové kyseliny jsou 3-dipepsidy jedné molekuly kyseliny kávové a jedné molekuly kyseliny chinové. V rostlinných materiálech se vyskytují ve značných koncentracích, až 0,25 %. Množství chlorogenních kyselin u jeřábů se téměř rovná úrovni obsahu těchto kyselin v kávě. Existují důkazy o tom, že kyselina chlorogenová interferuje s transportem glukózy inhibicí glukózy-6-fosfátová translokáza. Ztráta absorpce glukózy, nejenže snižuje hladinu glukózy v krvi, ale také ovlivňuje inkretin, tj. gastrointestinální hormony regulující sekreci inzulínu.

Hydroxykumariny vznikají laktonizací kyseliny hydroxyskořicové. Vyskytují se volně nebo vázané na glykosidy. Většina těchto látek se vyznačuje hořkou chutí [44].

4.1.2 Flavonoidy

Nejdůležitější skupina rostlinných fenolů v potravinách. Skládá se z flavonolů, flavonů, flavanolů, katechinů, proantokyaninů, anthokyanidinů, flavonů a jejich glykosidů. V rostlinách se nejčastěji vyskytují ve formě β -glykosidů, kdy sacharidovou složku tvoří glukóza nebo ramnóza, nejčastěji je připojen jeden glykosyl. Základní strukturu flavanoidů tvoří flavanové jádro.

Jejich protektivní účinky pomáhají v boji proti volným radikálům, virům, nádorovým buňkám, jsou účinné v prevenci proti srdečním onemocněním, rakovině a zánětlivým reakcím. Mají vliv na aktivitu enzymů, účastnících se při reparaci poškozených buněčných struktur, buněčné proliferaci, shlukování destiček a také při imunitní odezvě [39,45].

Flavonoidy a fenolické kyseliny jsou uváděny jako důležité antioxidanty, vzhledem k jejich schopnosti zpomalit oxidaci lipidů, což má příznivý vliv na kvalitu potravin během skladování a zpracování [46].

Flavanoly jsou odvozeny od flavanu, jejich struktura je velmi podobná anthokyanidinům. Flavanoly se mohou vyskytovat v monomerní podobě jako katechiny nebo polymerní podobě jako jsou proanthokyanidiny.

Proanthokyanidiny, které jsou také známé jako kondenzované taniny, jsou dimery, oligomery a polymery katechinů, které jsou navzájem spojeny vazbami mezi C4 a C8 (nebo C6). Prostřednictvím tvorby komplexů s bílkovinami jsou kondenzované taniny zodpovědné za vytrvalý charakter ovoce (hrozny, broskve, kaki, jablka, hrušky, bobule) [40,45].

Anthokyanidiny jsou jedny z nejrozšířenějších polyfenolických látek a hlavními nositeli rostlinných pigmentů. Vyskytují se nejčastěji ve formě glykosidů, které jsou nazývány anthokyany, cukernou složkou těchto glykosidů jsou především glukóza, galaktóza, ramnóza, arabinóza. Nejvíce bohaté na obsah těchto látek jsou epidermální vrstvy [47].

Anthokyaniny jsou pigmenty rozpuštěné ve vakuolární tekutině epidermálních tkání květin a ovoce, ke kterým přinášejí růžovou, červenou, modrou nebo fialovou barvu. Existují v různých chemických formách, jak barevných, tak podle pH. Přestože jsou v aglykonové formě (antokyanidiny) vysoce nestabilní, jsou v rostlinách odolné vůči světlu, pH a oxidačním podmínkám, které je pravděpodobně poškozují. Degradaci je zabráněno

glykosylací, obecně s glukózou v poloze 3 a esterifikací různými organickými kyselinami (kyselina citrónová a kyselina jablečná) a fenolovými kyselinami [40].

Bobule aronie mají vysoký obsah prokyanidinů, antokyaninů a fenolových kyselin ve slupce i v dužině, proto se čerstvé bobule nebo extrakty z výlisků běžně používají jako přírodní barvivo. Bobule obsahují 460 mg anthocyaninů / 100 g, zejména kyanidin-3-galaktosid a kyanidin-3-arabinosid, o kterých se uvádí, že tvoří 64 % a 29 % z celkového množství antokyaninů [48].

Flavanony se vyskytují ve formě glykosidů nebo volných aglykonů. Hlavními aglykony jsou hesperetin (glykosid hesperidin), naringenin (glykosid naringin) a eriodictyol (glykosid eriocitrin) [45].

Flavony jsou mnohem méně časté než flavonoly v ovoci a zelenině. Flavony se skládají hlavně z glykosidů luteolinu a apigeninu.

Flavonoly, hydroxyderiváty flavononů, jsou nejvíce všudypřítomnými flavonoidy v potravinách a hlavními představiteli jsou quercetin a kaempferol. Tyto sloučeniny jsou přítomné v glykosylovaných formách. Sdružená cukrová část je velmi často glukóza nebo ramnóza, ale mohou být také zahrnuty další cukry (např. galaktóza, arabinóza, xylóza, kyselina glukuronová). Ovoce často obsahuje 5 až 10 různých flavonolových glykosidů. Tyto flavonoly se hromadí ve vnějších a vzdušných tkáních (kůže a listy), protože jejich biosyntéza je stimulována světlem [40].

Rutin (quercetin-3-rutinosid), nazývaný vitamín P, je nejčastější glykosidickou formou quercetinu. Rutin je látka, kterou syntetizují vyšší rostliny při obraně před ultrafialovým zářením a chorobám. Používá se v léčbě při zvýšené lomivosti a propustnosti krevních vlásečnic, způsobených chorobami jako jsou změny na sítnici při diabetu, při nedostatku vitamínu C nebo chorobné krvácivosti. Významná je také antioxidační účinnost.

Isoflavony jsou flavonoidy se strukturální podobností s estrogeny. Ačkoli nejsou steroidy, mají v polohách 7 a 4 hydroxylové skupiny v konfiguraci analogické, s hydroxylovými skupinami v molekule estradiolu. To jim přináší pseudohormonální vlastnosti, včetně schopnosti vázat se na estrogení receptory a jsou proto klasifikovány jako fytoestrogeny [49].

4.1.3 Stilbeny

Sloučeniny stilbenu patří mezi rozsáhlou skupinu přírodních polyfenolů, vyskytujících se v mnoha druzích rostlin. Resveratrol (3,5,4'-trihydroxy-trans-stilben) je dobře známý polyfenol - fytoalexin, který je často zkoumán pro své potenciální přínosy pro zdraví, spojené s kardiovaskulárními, antiobezitními, antidiabetickými a neuroprotektivními vlastnostmi. Nedávná data však ukázala, že jsou i jiné sloučeniny stilbenu, jako je pterostilben (3,5-dimethyl etherový derivát resveratrolu), který vyniká vyšší biologickou dostupností a má lepší neuroprotektivní aktivitu proti Alzheimerově onemocnění než samotný resveratrol [50].

4.1.4 Lignany

Patří mezi rozsáhlou skupinu sekundárních metabolitů cévnatých rostlin. Skládají se ze dvou fenylypropanových jednotek, spojených přes centrální (β) uhlíky, obou postranních řetězců. Jedná se o sloučeniny, které vykazují antimikrobiální, antivirové, antioxidační účinky a zvyšují rezistenci proti některým patogenům. Jejich nepolární charakter umožňuje snadnou propustnost buněčnými membránami a schopnost ovlivnit v buňkách řadu biologických dějů. Některé lignany lze používat jako léčiva, např. cytostatika etoposid a teniposid. Vykazují také antivirovou aktivitu vůči viru HIV. Další výraznou vlastností je protinádorová aktivita. Nejvíce prostudovaný je podofylotoxin, který působí jako inhibitor polymerace tubulinu, zamezuje tvorbě dělicího vřeténka a zastavuje buněčné dělení v metafázi. V rámci antivirové aktivity jsou účinné tetrahydronaftalenové lignany (podofylin, podofylotoxin), která pomáhají v léčbě kožních výrůstků, způsobené papilomaviry, dále také vykazují aktivitu proti virům spalniček a herpes simplex. Řada lignanů se uplatňuje při kardiovaskulárním onemocnění, stimuluje činnost myokardu a snižuje krevní tlak. V současnosti jsou nejvíce studovány antioxidační účinky lignanů, které jsou schopny potlačit účinky volných radikálů, podílejících se na patologických změnách v lidském organismu [51].

4.2 Antioxidační látky

Jsou označovány všechny látky, které zpomalují autooxidaci, tím že přerušují radikálovou reakci. Antioxidanty pomáhají předcházet, chránit nebo snižovat poškození biologických molekul před expozicí specifickým chemickým látkám, známým jako reaktivní druhy a které jsou často generovány endogenními metabolickými procesy. Mezi reaktivní druhy

patří volné radikály, jako je například hydroxylový radikál a superoxidový radikál, a neradikály, které zahrnují peroxid vodíku, ionty peroxynitritu a kyselinu chlornou. Reaktivní formy kyslíku (ROS), jako je superoxid, peroxid vodíku a hydroxylové radikály mohou způsobit oxidační poškození buněčných struktur a funkčních molekul (např. DNA, proteinů a lipidů). Silná nerovnováha mezi tvorbou reaktivních druhů a jejich odstraňováním antioxidanty, může mít za následek jev, který se obvykle označuje jako oxidační stres [52].

Rozsáhlé důkazy naznačují, že oxidační stres je hlavní příčinou mnoha onemocnění, včetně stárnutí, rakoviny, diabetu, kardiovaskulárních onemocnění, Alzheimerovy choroby a dalších neurodegenerativních poruch. Antioxidanty jsou považovány za vysoce účinné při léčbě tkáňových poškození zprostředkovaných ROS. Mnohé antioxidantní sloučeniny mají protizánětlivé, antiaterosklerotické, antiproliferativní, protinádorové, antimutagenní, antikarcinogenní, antibakteriální nebo antivirové aktivity [53].

Aronie má nejvyšší antioxidantní kapacitu mezi bobulemi a jinými plody, které byly prozkoumány, jsou čtyřikrát vyšší než u borůvkové šťávy, brusinkové šťávy nebo červeného vína [5].

Jeřabiny obsahují karotenoidy, vitamín C a vitamín E, které přispívají k jejich antioxidantní kapacitě. Na základě dostupné literatury bylo zjištěno, že hladiny karotenoidů jsou u jeřábů stejně vysoké, jako u mrkve a hladiny vitamínu C se blíží hladinám vitamínu C u jahod [54].

4.2.1 Karotenoidy

Karotenoidy jsou nenasycená polyenová barviva, složená z isoprenových jednotek a dělí se na dvě hlavní skupiny karoteny a xanthofyly. U skupiny karotenů je nejznámější látkou β -karoten, z něhož se vytváří vitamín A. Dále do této skupiny patří lykopen, neurosporen, fytoen, α -karoten, γ -karoten aj. Mezi karotenoidy skupiny xanthofylů řadíme zeaxanthin, lutein, neoxanthin, kapsanthin, kryptoxantin. Jeřáby jsou složeny převážně z β -karotenu a kryptoxantinu. Karotenoidy jsou silné inhibitory singletového kyslíku a navíc účinně zachytávají další reaktivní druhy kyslíku. Vědecké údaje založené na důkazech podporují příjem karotenoidů, který významně snižuje riziko chronických onemocnění [14,55].

Bylo prokázáno, že vyšší dávky β -karotenu zvyšují množství pomocných T lymfocytů, a tím hrají důležitou roli v imunitním systému. Této vlastnosti se dá využít při léčbě

některých onemocnění jako je únavový syndrom, při nádorovém onemocněním nebo AIDS. β -karoten také zabraňuje vzniku některých onemocnění kardiovaskulárního systému, např. aterosklerózy, nedovolí buňkám s vysokým obsahem cholesterolu, aby se usazovaly na stěnách cév a vytvářely tak tukové vrstvy [56].

4.2.2 Vitamín C

Vitamín C je ve vodě rozpustná živná látka, vitamín nezbytný k životu a udržení tělesného zdraví. Je citlivý na teplo a vysoce citlivý na oxidaci. Jeho přesný chemický název je kyselina L-askorbová, vzniká z derivátu glukózy, působením enzymu gulonolakton-oxidázy. Vitamin C chrání organismus před negativním vlivem škodlivých volných radikálů z okolního prostředí a přispívá k normální funkci imunitního systému, pomáhá při detoxikaci cizorodých látek v játrech, správný metabolismus tuků, podílí se na tvorbě kolagenu, blokuje tvorbu karcinogenů, podporuje funkci mozku, vstřebávání železa, což je důležité pro tvorbu a funkci červených krvinek [57].

4.2.3 Vitamín E

Nejvíce důležitý antioxidant lipidové fáze je pravděpodobně vitamín E. Vitamín E se vyskytuje v přírodě v osmi formách, které jsou rozdílné v jejich stupni biologické aktivity. Vitamín E je rozpustný v tucích, má výrazné antioxidační vlastnosti a jeho základní antioxidační funkcí je zachytit peroxylové radikály, přerušit řetězovou reakci peroxidace lipidů a minimalizovat tvorbu sekundárních radikálů [58].

5 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ ROSTLIN RODU *ARONIA* *A SORBUS*

5.1 Výroba šťávy

Nejčastějším způsobem získání šťávy je lisování. Mezi základní technologické operace patří: skladování ovoce, praní a třídění, drcení, úprava drtě, lisování, odkalení šťávy a konzervace šťávy.

Skladování

Při skladování je důležité správné rozmístění bobulí, abychom předcházeli zapaření a rozvoji plísní.

Praní a třídění

Praním odstraníme nečistoty, u bobulovitého ovoce se nejčastěji používají sprchové pračky. Poté dochází k třídění ovoce, nezralé a nahnilé plody se likvidují.

Drcení a úprava drtě

Drcení ovoce pomáhá ke snadnějšímu lisování a větší výtěžnosti. Nejčastěji se používají mlýnky (struhadlové, kladívkové, jehlové), které způsobí rozdíráání nebo nastrohání ovocného pletiva, a tím je zajištěna dobrá prostupnost buněk a zároveň zachování dostatku hrubých útržků sloužících jako drenáž pro odtok šťávy při lisování. Pro lepší výtěžnost se drť před lisováním podrobí působením enzymových preparátů, u kterých jsou hlavní složkou pektolytické enzymy. Pektolýza pomáhá při otevření co největšího počtu buněk v drti při zachování jejího hrubého charakteru, výtěžnost lisování se zvyšuje cca o 10 %. U bobulového ovoce je důležité používat enzymové preparáty, které způsobí až ztekucení drti. Pektolýza drti je většinou prováděna při teplotě kolem 20 °C, po dobu 30-40 min.

Lisování a odkalování šťávy

Lisování drtě se provádí pomocí hydraulických lisů, ale jsou také používány lisy pneumatické nebo kontinuální šnekové. Šťávy, získané lisováním jsou většinou kalné a proto se musí provádět odkalování šťáv, a to buď prostou sedimentací, filtrací nebo odstředováním.

Další možností získání šťávy je extrakce. Tato metoda se používá u ovoce, které obsahuje méně vody. Macerování probíhá v modřínových kádích nebo v nádobách z nerez oceli.

Macerace se provádí dvakrát a poměr vody k plodům je 2:1. Plody se luhují v dvoudenních intervalech a poté se výluhy spojí. Výluhy bývají většinou trpké, jelikož obsahují velké množství tříslovin [59,60].

Číření

Číření je dalším krokem odstranění kalů. Čiřidla způsobují vysrážení koloidních nečistot, které klesají ke dnu a dochází k číření šťávy. Čiřidla se dělí na základě jejich účinku: čiřidla mechanická, používá se oxid hořečnatý, křemelina, bentonit, čiřidla chemicko-mechanická – želatina, tanin, vaječný bílek a čiřidla enzymatická, která jsou založená na principu pektolytických enzymů. Nejčastěji používaná čiřidla u čerstvě vyliisovaných šťáv jsou pektolytické enzymy a číření tanin-želatina.

Konzervace šťávy

Nejčastějším způsobem konzervace je pasterace. Ovocné šťávy se pasterují buď v obalu, nebo mimo obal. Při pasteraci v obalu prochází naplněné a uzavřené láhve nebo plechovky tunelových pasterem. Pasterace šťávy mimo obal se provádí aseptickým plněním do sterilního obalu. Šťáva je připravena vsádkově v tanku, nebo je kontinuálně přiváděna do směšovacího zařízení a následně do pasteru, jedná se o deskový nebo trubkový paster. Dále probíhá chlazení šťávy a plnění do obalu, který je před naplněním dezinfikován. Nejčastěji se plní do papírových obalů systémů Tetrapak (obaly, které se tvarují do konečné podoby těsně před aseptickým naplněním, následuje uzavření v aseptickém prostředí). Dezinfekce obalu je prováděna horkým roztokem peroxidu vodíku, který se v důsledku zahřátí odpaří a po naplnění je obal uzavřen svárem. Aseptické plnění nápojů do polyethylenových láhví je prováděno podobným systémem. U plnění do polyethylenových láhví se k dezinfekci používá roztok kyseliny peroxooctové a poté jsou láhve vypláchnuty vodou. Je zajištěna také dezinfekce uzávěrů [59].

Další možnou konzervací je paskalizace neboli vysokotlaké zpracování. Jedná se o technologii zpracování šťáv za studena, která umožňuje ovocným šťávám získat delší trvanlivost a přitom zachovat živiny a čerstvou chuť. Šťáva je plněna do flexibilního obalu (PET láhev), při tlaku, který se pohybuje mezi 400 a 600 MPa, a většinou se aplikuje po dobu od několika vteřin až do 5 minut při běžné teplotě prostředí, kde je technologie umístěna. Paskalizace je šetrnější než pasterace, zneškodňuje nežádoucí mikroorganismy bez změny na výživovou hodnotu šťávy [61].

Při chemické konzervaci se využívá konzervačního činidla, nejčastěji oxid siřičitý, kyselina sorbová, benzoan sodný. V případě konzervace šťávy pomocí oxidu siřičitého je nutné provést desulfitaci, která se provádí záhřevem nebo pomocí oxidace peroxidem vodíku [59].

Aronie je běžně používána k výrobě ovocného sirupu, ovocné šťávy, pomazánek, ovocných želé a čaje. Čaj je obvykle směs s dalšími chutnějšími přísadami včetně černého rybízu. Z důvodu kyselé, poněkud nepříjemné chuti a hořké mandlové vůni syrového ovoce se při výrobě šťávy a ovocné nektarové produkci používá pouze omezené použití, ale aplikace ve směsných šťávách získává stále většího ohlasu spotřebitelů, např. v oblasti ovocných šťáv, společně s jablky, hruškami nebo bobulemi černého rybízu. Tyto bobule jsou také používány k likéru a výrobě lihovin, jakož i složek ovocných vín [5].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo zjistit obsah bioaktivních látek u jednotlivých odrůd jeřábů.

- stanovit antioxidační aktivitu, celkový obsah polyfenolů a flavonoidů
- srovnat jednotlivé odrůdy jeřábů podle obsahu bioaktivních látek
- zjistit vliv technologických úprav – skladování, pasterace
- zpracovat a zhodnotit výsledky

7 MATERIÁL A METODIKA

7.1 Popis lokality

Sklizeň plodů proběhla v experimentální zahradě Mendelovy univerzity v Brně v letech 2016-2017. Zahrady jsou umístěny v jihovýchodní části České republiky, konkrétně ve městě Lednice. Průměrná nadmořská výška je 170 m nad mořem, průměrná roční teplota a srážky jsou 9,2 °C a 516 mm. Typ půdy je klasifikován jako černá půda.

Agrochemická charakteristika:

půdní reakce pH/KCl – 5,58 (slabě kyselá)

obsah hlavních makroelementů:

- fosfor – 85 mg/kg – obsah vyhovující
- draslík – 269 mg/kg – obsah vysoký
- vápník – 4989 mg/kg – obsah vysoký
- hořčík – 2953 mg/kg – obsah dobrý

obsah vybraných mikroelementů:

- železo – 4980 mg/kg – obsah vysoký
- mangan – 560 mg/kg – obsah střední
- měď – 19 mg/kg – obsah střední
- zinek – 23 mg/kg – obsah nízký

Data byla převzata z ÚKZÚZ (2008).

7.2 Vzorčky

- Burka
- Discolor
- Koncentra
- Krasavica
- Alaja Krupnaja
- Jeřáb ptačí
- *Aronie melanocarpa*
- šťáva z aronie – obchodní síť



Obr. 7 Šťáva mezidruhových kříženců

7.3 Příprava vzorků

Plody byly lisovány elektrickým odšťavňovačem na ovoce. Pro výrobu šťávy byly použity rozmražené plody jeřábů a aronie. Po lisování byly šťávy podrobeny pasteraci. Pasterace probíhala ve vodní lázni při 60 °C po dobu 10 min. Pro jednotlivá stanovení byly přichystány čerstvé šťávy, pasterované šťávy, čerstvé šťávy po týdnu skladování a pasterované šťávy po týdnu skladování při teplotě 4 °C.



Obr. 8 Extrakce vzorků

7.4 Extrakce vzorků

Každý vzorek byl navážen na analytických váhách na 1 g, u aronie 0,5 g. K navážce bylo přidáno 10 ml rozpouštědla (methanol, destilovaná voda, v poměru 70:30). Směs byla hodinu třepána na třepačce při teplotě 50 °C. Po extrakci byl vzorek přefiltrován přes filtrační papír a získaný filtrát byl použit pro jednotlivá stanovení. Z každé odrůdy byly připraveny vždy dva extrakty. Extrakty byly uchovávány v lednici při teplotě 4 °C.



Obr. 9 Filtrace jednotlivých vzorků

7.5 Stanovení antioxidační aktivity

7.5.1 Princip stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH

Celková antioxidační aktivita (total antioxidant activity – TAA), parametr, který kvantifikuje kapacitu vzorku biologického materiálu eliminovat volné radikály. Patří mezi základní metody posouzení antiradikálové aktivity. Metoda spočívá v reakci antioxidantů, obsažených ve vzorku s DPPH (stabilní volný radikál 2,2-difenyl-1-pikryl-hydrazyl). Dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H (difenylpikrylhydrazin). Redukce DPPH antioxidantem se projevuje odbarvením roztoku, které se měří spektrofotometricky při vlnové délce 515 nm - odpovídá maximu absorpance daného radikálu. Radikálová aktivita se vyjadřuje v ekvivalentech kyseliny askorbové nebo v jednotkách standardu Troloxu [62,63].

7.5.2 Postup stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH

Zásobní roztok byl připraven navážením 0,0485 g DPPH a smícháním s 200 ml metanolu v odměrné baňce. Ze zásobního roztoku byl připraven roztok pracovní, kdy bylo smícháno

10 ml zásobního roztoku se 45 ml metanolu. Absorbance vzniklé směsi byla proměřena spektrofotometricky při vlnové délce $\lambda = 515$ nm na spektrofotometru Libra S6. K analýze bylo pipetováno do zkumavky 30 μ l vzorku a 4 ml pracovního roztoku. Směs byla ponechána po dobu 1 hodiny ve tmě a poté byla měřena absorbance jednotlivých vzorků.

U metody DPPH byl jako standard aplikován roztok Troloxu, následně byla sestrojena kalibrační křivka o koncentracích 40, 80, 120, 160 a 200 mg/l. Pomocí kalibrační křivky byla získána regresní rovnice.

Antioxidační aktivita byla vypočítána jako pokles hodnoty absorbance v % pomocí vzorce:

$$A \% = \frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100$$

A_0 je absorbance pracovního roztoku bez vzorku a A je absorbance pracovního roztoku se vzorkem. Výsledná absorbance byla přepočtena pomocí kalibrační křivky standardu a vyjádřena jako ekvivalentní množství, odpovídající antioxidační kapacitě, kterou by způsobil roztok Troloxu. Stanovení antioxidační aktivity bylo prováděno 4x u každého vzorku a poté zprůměrováno.

7.6 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

7.6.1 Princip stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou s Folin-Ciocaltauovým činidlem

Stanovení celkového obsahu fenolických látek v přírodních produktech se provádí nejběžněji spektrofotometricky s využitím Folin-Ciocaltauova činidla. Fenoly jsou oxidovány Folin-Ciocalteu činidlem. Toto činidlo je tvořeno směsí kyseliny fosforečno-wolframové a kyseliny fosforečno-molybdenové, která se po oxidaci fenolů redukuje na směs (polymerní komplex) modrých oxidů wolframu a molybdenu. Dochází ke snížení oxidačního čísla molybdenu. Vzorek reaguje s Folin-Ciocaltauovým činidlem, čímž dochází ke vzniku modrého zbarvení. Intenzita modrého zbarvení je závislá na koncentraci polyfenolů přítomných ve vzorku. Obsah polyfenolů je následně zjišťován spektrofotometricky jako absorbance vzniklých roztoků při 750 nm. Jako standard se běžně používá kyselina gallová [64].

7.6.2 Postup stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou s Folin-Ciocalteuovým činidlem

Do zkumavky bylo postupně napipetováno 50 μ l extraktu vzorku, 4 ml destilované vody, 0,25 ml Folin-Ciocalteuho činidla a 0,75 ml 20% roztoku Na_2CO_3 . Zároveň byl připraven také slepý pokus (blanc), který obsahoval pouze destilovanou vodu, Folin-Ciocalteuovo činidlo a 20% Na_2CO_3 . Absorbance byla změřena na spektrofotometru Lambda 25 při vlnové délce 765 nm. Měření bylo provedeno 4x vedle sebe, tzn. každý extrakt vzorku do 4 zkumavek, poté zprůměrováno. Ze zásobního roztoku kyseliny gallové byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 50, 100, 200, 400, 600, 800 mg/l. Celkové množství fenolických látek bylo vypočteno pomocí kalibrační křivky, v závislosti absorbance na koncentraci kyseliny gallové.

7.7 Stanovení flavonoidů

7.7.1 Princip stanovení flavonoidů

Metoda je založena na změně zbarvení reakční směsi za přítomnosti flavonoidů. Intenzita zbarvení je odvislá od koncentrace flavonoidů ve vzorku. Obsah je měřen spektrofotometricky při 510 nm a jako standard je používán rutin [65].

7.7.2 Postup stanovení flavonoidů

Reakční směs byla připravena z 0,425 ml vzorku, 4,25 ml 20 % etanolu a 0,19 ml NaNO_2 . Po 5 minutách bylo přidáno 0,19 ml $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ do 10 ml zkumavky, po dalších 5 minutách bylo přidáno 1,25 ml NaOH . A následně provedeno měření absorbance na přístroji Libra S6 při vlnové délce 506 nm. Celková koncentrace flavonoidů byla vypočtena z kalibrační křivky pro standard rutin. Měření obsahu flavonoidů bylo provedeno 4x u každého vzorku, poté zprůměrováno.

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Antioxidační aktivita

V tabulce 1 je vyjádřen obsah antioxidačních látek u čerstvých vzorků jeřábů. Hodnoty obsahu antioxidantů se pohybovaly v rozmezí 2,6856 – 11,2152 mg/g. Největší antioxidační aktivita byla naměřena u *Aronie melanocarpa* s obsahem 11,2152 mg/g, co se týče mezidruhových kříženců, nejvyšší obsah antioxidantů vykazuje odrůda Koncentra s hodnotou 5,4787 mg/g, naopak nejnižší obsah antioxidantů byl zjištěn u odrůdy Krasavica. V jedné z dostupných studií se hodnoty mezidruhových kříženců pohybovaly od 6,58 mg/g až 9,62 mg/g, což se však liší od námi naměřených hodnot antioxidantů. Obsah antioxidantů u jednotlivých odrůd jeřábů je vyšší ve srovnání s jinými druhy ovoce, např. u jablek je průměrná antioxidační kapacita 2,50 mg/g, u hrušek 1,90 mg/g nebo třešň 1 mg/g. [14].

Tabulka 1 Průměrný obsah antioxidantů u čerstvých šťáv jeřábů

odrůda jeřábu	množství antioxidantů [mg/g]
‘Burka’	5,0141 ± 0,9
‘Discolor’	4,4439 ± 0,5
‘Koncentra’	5,4787 ± 0,3
‘Krasavica’	2,6856 ± 0,2
‘Alaja Krupnaja’	3,0853 ± 0,3
Jeřáb ptačí	3,6166 ± 0,5
<i>Aronia melanocarpa</i>	11,2152 ± 0,3

U pasterovaných vzorků jeřábů, které jsou znázorněny v tabulce 2 sledujeme mírné snížení obsahu antioxidantů u většiny odrůd, ve srovnání se vzorky čerstvých šťáv jeřábů. Nejvyšší změna obsahu antioxidantů je pozorována u odrůdy Burka, která se po pasteraci snížila z 5,041 mg/g na 3,6461 mg/g. Snížení hodnot antioxidantů u pasterovaných šťáv bylo očekáváno, jelikož je známo, že tepelné ošetření plodů snižuje antioxidační aktivitu. Existují různé přístupy k objasnění důvodů účinku tepelného ošetření na nutriční

sloučeniny. Během zpracování ovoce může dojít k uvolnění vázaných fenolických sloučenin v důsledku rozpadu buněčných složek. Oxidační a hydrolytické enzymy uvolněné narušením buněčných stěn mohou vyvolat degradaci antioxidantů v ovoci. Je také známo, že extrakční schopnost, pH, obsah kyselin, sacharidy a přítomnost dalších přísad mohou mít vliv na antioxidační aktivitu. Extrakční schopnost může být ovlivněna typem rozpouštědla, teplotou a dobou extrakce, a na druhé straně předchozí publikace ukázaly, že záleží na typu potravinové matrice, která může obsahovat směs sloučenin, které odrážejí skutečnou antioxidační hodnotu [66].

Tabulka 2 Průměrný obsah antioxidantů u pasterovaných šťáv jeřábů

odrůda jeřábu	množství antioxidantů [mg/g]
'Burka'	3,6461 ± 0,2
'Discolor'	4,1050 ± 0,4
'Koncentra'	5,7609 ± 0,3
'Krasavica'	2,0176 ± 1,1
'Alaja Krupnaja'	3,6987 ± 0,1
Jeřáb ptačí	4,8785 ± 0,2
<i>Aronia melanocarpa</i>	10,1740 ± 0,7

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty obsahu antioxidantů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování. Šťávy byly skladovány v lednici při teplotě 4 °C. V porovnání s čerstvými šťávami jeřábů, můžeme překvapivě pozorovat mírný nárůst u všech odrůd jeřábů, kromě odrůdy Burka, u které bylo snížení obsahu antioxidantů z 5,0411 mg/g na 4,3500 mg/g.

Tabulka 3 Průměrný obsah antioxidantů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování

odrůda jeřábu	množství antioxidantů [mg/g]
'Burka'	4,3500 ± 0,3
'Discolor'	5,2835 ± 0,2
'Koncentra'	6,4163 ± 0,2

‘Krasavica’	3,2816 ± 0,3
‘Alaja Krupnaja’	3,7443 ± 0,2
Jeřáb ptačí	3,8076 ± 0,7
Aronia melanocarpa	12,1212 ± 0,5

V tabulce 4 jsou zobrazeny hodnoty antioxidantů u pasterovaných šťáv jeřábu po týdnu skladování. Zde můžeme sledovat mírné zvýšení obsahu antioxidantů oproti pasterovaným vzorkům, které jsou uvedeny v tabulce 2. Zvýšení obsahu antioxidantů pozorujeme u mezidruhových kříženců, naopak jeřáb ptačí a aronie dosahují téměř stejných hodnot jako pasterované vzorky neskladované. Vysvětlení tohoto zvýšení může být vznik nových sloučenin s antioxidační aktivitou, jako jsou melanoidiny s vysokou molekulovou hmotností, vytvořené Maillardovou reakcí, které mohou být vytvořeny po tepelném zpracování a také během skladování [66].

Tabulka 4 Průměrný obsah antioxidantů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování

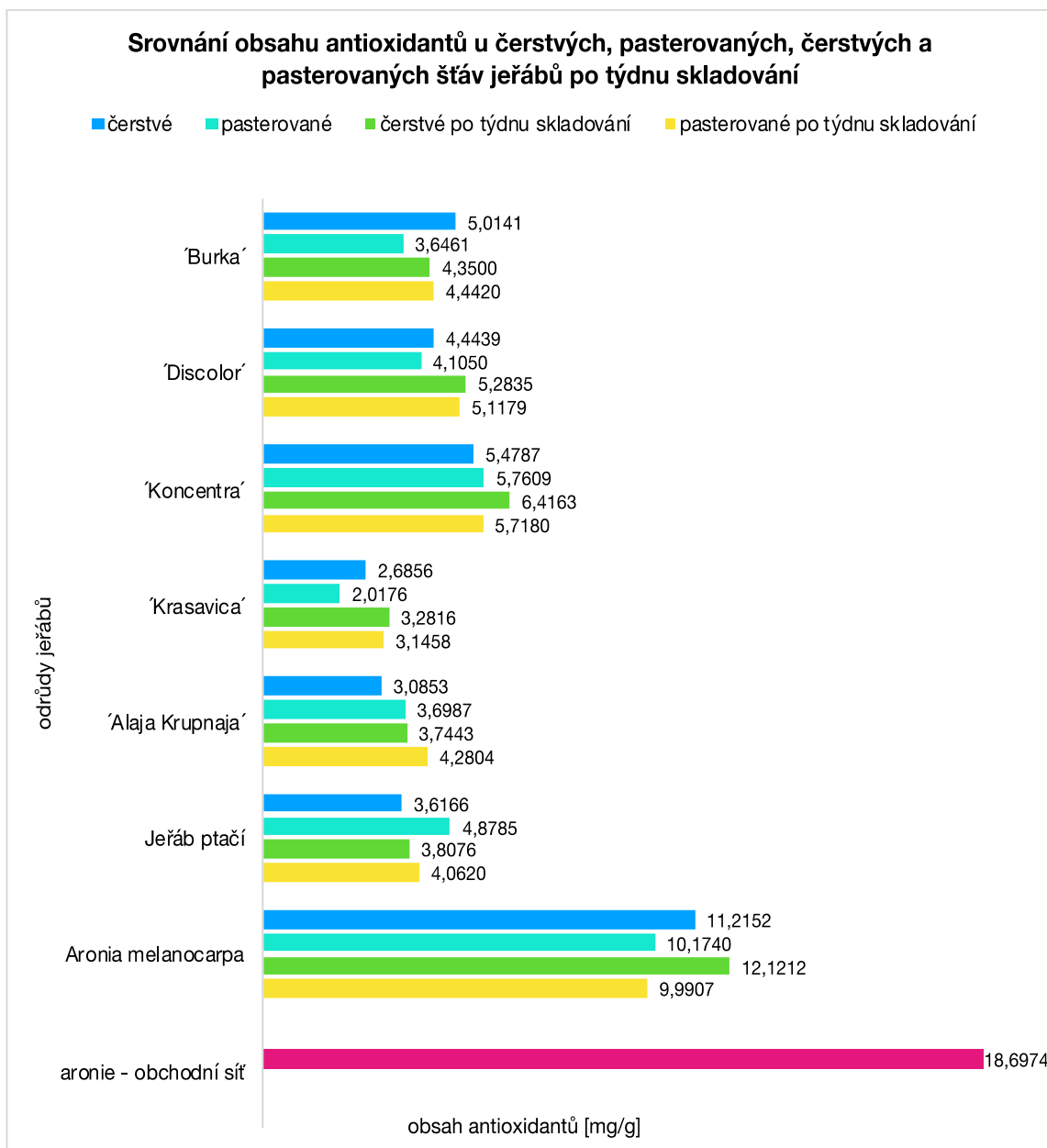
odrůda jeřábu	množství antioxidantů [mg/g]
‘Burka’	4,4420 ± 0,3
‘Discolor’	5,1179 ± 0,2
‘Koncentra’	5,7180 ± 0,2
‘Krasavica’	3,1458 ± 0,2
‘Alaja Krupnaja’	4,2804 ± 0,3
Jeřáb ptačí	4,0620 ± 0,4
Aronia melanocarpa	9,9907 ± 0,4

Graf 1 srovnává obsahy antioxidantů u čerstvých, pasterovaných, čerstvých a pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování. Nejvyšší hodnoty obsahu antioxidantů u všech vzorků šťáv jeřábů jednoznačně dosáhla aronie, jednalo se o vzorek čerstvé šťávy po týdnu skladování s naměřenou hodnotou 12,1212 mg/g. Aronie patří mezi ovoce s nejvyšším zdrojem antioxidantů, což se potvrzuje také v jiných studiích, kde byla naměřena

ještě vyšší hodnota obsahu antioxidantů, která se pohybovala od 9,02 mg/g až 15,96 mg/g [67]. V grafu je také znázorněna pasterovaná šťáva z aronie z obchodní sítě, která však dosahuje ještě vyšší hodnoty než námi naměřená pasterovaná šťáva, obsah antioxidantů byl zjištěn 18,6974 mg/g.

Z pohledu mezidruhových kříženců disponuje nejvyšším obsahem antioxidantů odrůda Koncentra, která dosáhla největšího obsahu antioxidantů u všech vzorků šťáv a její nejvyšší hodnota byla naměřena u vzorku čerstvé šťávy po týdnu skladování 6,4163 mg/g. O něco nižších hodnot obsahu antioxidantů se zjistilo u odrůdy Discolor, její nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku čerstvé šťávy po týdnu skladování 5,2835 mg/g. Nejnižších hodnot obsahu antioxidantů u všech vzorků šťáv bylo naměřeno u odrůdy Krasavica.

U jeřábu ptačího byla naměřena nejvyšší hodnota antioxidantů u vzorku pasterované šťávy 4,8785 mg/g.



Graf 1 Srovnání obsahu antioxidantů u čerstvých, pasterovaných, čerstvých a pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování

8.2 Celkový obsah polyfenolů

Složení a koncentrace polyfenolů jsou významně ovlivněny stupněm zralosti, kultivarů, geografického původu, vegetačního období, klimatických podmínek, podmínek posklizňového skladování a postupů zpracování potravin [65]. Optimální teplota pro skladování je 3 °C, i když po šesti měsících skladování, při teplotě 3 °C klesá obsah celkových polyfenolů pouze o 30 %. Vysoké rozdíly a nesrovnalosti v celkovém obsahu

polyfenolů během různých vegetačních období jsou způsobeny rozdílnými teplotami vzduchu, intenzitou slunečního světla a dešťovými srážkami [68].

V tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty celkových polyfenolických látek u čerstvých vzorků jeřábů. Z výsledků je patrný značný rozdíl mezi aronií, jeřábem ptačím a mezidruhovými kříženci. *Aronia melanocarpa* disponuje nejvyšší hodnotou celkových polyfenolů s obsahem 7,5495 mg/g, což je u této odrůdy známo. Z dostupných publikací vyplývá, že aronie patří mezi ovoce, které vyniká svým obsahem polyfenolů, ve studii je uveden obsah polyfenolů až 10,132 mg/g, ve srovnání s americkou brusinkou, lesní jahodou, divokou bezinkou a jeřábem, u kterých byly naměřeny hodnoty od 2 mg/g do 2,5 mg/g [33]. Pokud bychom srovnávali pouze mezidruhové křížence jeřábů, největší obsah polyfenolických látek byl zjištěn u odrůdy Koncentra 3,3506 mg/g. O něco nižší hodnota byla změřena u odrůdy Burka s obsahem 3,0375 mg/g.

Tabulka 5 Průměrný obsah polyfenolů u čerstvých šťáv jeřábů

odrůda jeřábu	množství polyfenolů [mg/g]
'Burka'	3,0375 ± 0,7
'Discolor'	2,7966 ± 0,1
'Koncentra'	3,3506 ± 0,2
'Krasavica'	1,7389 ± 0,1
'Alaja Krupnaja'	1,7723 ± 0,1
Jeřáb ptačí	2,0656 ± 0,2
<i>Aronia melanocarpa</i>	7,5495 ± 0,7

Tabulka 6 udává hodnoty polyfenolů u pasterovaných vzorků jeřábů. Zde můžeme sledovat mírně nižší hodnoty polyfenolů, až na aronii, u které se hodnota polyfenolů skoro nezměnila. I když je známo, že tepelné ošetření vede ke ztrátě bioaktivních látek, v posledních letech byly zjištěny protichůdné výsledky, což může vysvětlovat jedna ze studií, která uvádí, že tepelné úpravy (var, sušení, pasterizace) deaktivují oxidační a hydrolytické enzymy, které mohou způsobit ztrátu fenolických látek, a taktéž, že některé

termolabilní sloučeniny mohou být při tepelném ošetření rozloženy, a tudíž dochází k poklesu obsahu polyfenolů [66].

Tabulka 6 Průměrný obsah polyfenolů u pasterovaných šťáv jeřábů

odrůda jeřábu	množství polyfenolů [mg/g]
'Burka'	2,1028 ± 0,4
'Discolor'	2,3786 ± 0,2
'Koncentra'	3,1126 ± 0,2
'Krasavica'	1,4492 ± 0,2
'Alaja Krupnaja'	1,9528 ± 0,1
Jeřáb ptačí	2,8248 ± 0,4
<i>Aronia melanocarpa</i>	7,5814 ± 0,7

Aronie melanocarpa vyniká svým vysokým obsahem polyfenolů i po týdnu skladování, jak může být zřejmé z tabulky 7, narozdíl od jeřábu ptačího a mezidruhových kříženců, kde lze říci, že se jejich hodnoty po týdnu skladování značně snížily. V jiné studii bylo zjištěno, že celkový obsah fenolů u jeřábů byl významně snížen ve srovnání s počátečním obsahem polyfenolů, po skladovací době 16 dnů, zatímco u doby skladování kratší než 16 dnů nebyla pozorována významná změna. Fenolická degradace u jeřábů může být spojena s enzymatickými aktivitami díky přirozeně se vyskytujícím enzymům ovoce polyfenoloxidáza (PPO) a peroxidáza (POD). Snížení vlivu teploty na úbytek celkového obsahu fenolů v jeřabinách, lze také přičítat změně enzymových aktivit s těmito teplotními úrovněmi. Bylo prokázáno, že rozsah chladicí teploty (0–4 °C) zdaleka není optimální pro PPO a POD enzymy a skladování touto metodou zpomaluje činnost obou enzymů [65].

Tabulka 7 Průměrný obsah polyfenolů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování

odrůda	množství polyfenolů [mg/g]
'Burka'	1,7656 ± 0,1
'Discolor'	2,6231 ± 0,5
'Koncentra'	2,8624 ± 0,1

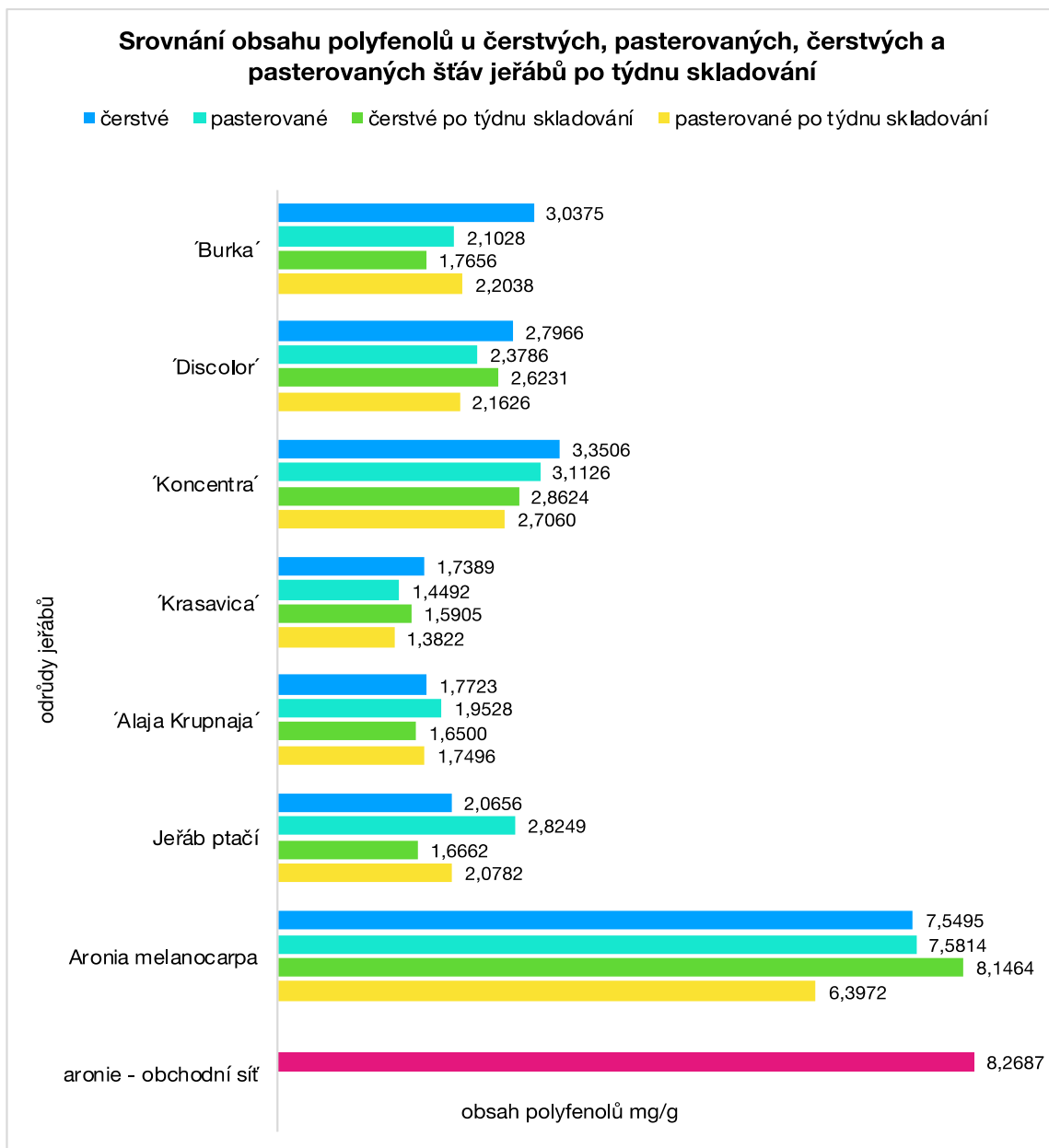
‘Krasavica’	1,5905 ± 0,1
‘Alaja Krupnaja’	1,649 ± 0,2
Jeřáb ptačí	1,6662 ± 0,3
Aronia melanocarpa	8,1464 ± 0,6

V tabulce 8 je zobrazen obsah polyfenolů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování. Zde můžeme pozorovat další pokles hodnot polyfenolů u všech odrůd jeřábů, což bylo očekáváno, jelikož polyfenoly jsou nestabilní při technologickém zpracování a skladování [42]. Naměřené hodnoty polyfenolů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování se pohybují v rozmezí od 1,3822 mg/g do 6,3972 mg/g.

Tabulka 8 Průměrný obsah polyfenolů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování

odrůda jeřábu	množství polyfenolů [mg/g]
‘Burka’	2,2038 ± 0,8
‘Discolor’	2,1626 ± 0,2
‘Koncentra’	2,7060 ± 0,2
‘Krasavica’	1,3822 ± 0,4
‘Alaja Krupnaja’	1,7496 ± 0,4
Jeřáb ptačí	2,0782 ± 0,1
Aronia melanocarpa	6,3972 ± 0,3

Graf 2 pojednává o celkovém obsahu polyfenolických látek u čerstvých, pasterovaných, čerstvých a pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování. Nejvyšším obsahem polyfenolů vyniká aronie u které byla naměřena hodnota 8,1464 mg/g, jednalo se o čerstvou šťávu po týdnu skladování. Skoro totožná hodnota obsahu polyfenolů byla zjištěna u aronie - pasterovaná šťáva z obchodní sítě 8,2687 mg/g. U mezidruhových kříženců vyniká svým obsahem polyfenolů odrůda Koncentra u všech vzorků šťáv. Ze všech vzorků šťáv byl nejvyšší obsah polyfenolů stanoven u vzorku čerstvé šťávy 3,506 mg/g. Podobné hodnoty u čerstvé šťávy dosáhla odrůda Burka s hodnotou 3,0375 mg/g. Nejnižší obsah polyfenolů byl naměřen u odrůdy Krasavica.



Nejvyšší obsah polyfenolů u jeřábu ptačího byl zjištěn u vzorku pasterované šťávy 2,8249 mg/g.

Graf 2 Srovnání obsahu polyfenolů u čerstvých, pasterovaných, čerstvých a pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování

8.3 Celkový obsah flavonoidů

Tabulka 9 informuje o průměrném obsahu flavonoidů u čerstvých šťáv jeřábů. Nejvyšší obsah flavonoidů byl zjištěn u aronie s hodnotou 14,7191 mg/g. Vysoký obsah flavonoidů

u aronie je značně ovlivněn obsahem anthokyanů, který je zastoupen v početném množství a způsobuje typické zbarvení plodů [5].

Celkový obsah flavonoidů u čerstvých vzorků mezidruhových kříženců jeřábů se pohyboval mezi 3,0122 mg/g až 7,0930 mg/g. Nejvyšší obsah flavonoidů u mezidruhových kříženců byl stanoven u odrůdy Koncentra, což koreluje s obsahem polyfenolů. V jiné studii byl obsah flavonoidů u mezidruhových kříženců zjištěn v rozmezí od 3,37 mg/g do 5,65 mg/g a u jeřábu ptačího byl naměřen obsah flavonoidů 3,11 mg/g, což je nižší hodnota ve srovnání s naším vzorkem, u kterého byla zjištěna hodnota 4,9777 mg/g. Hodnoty flavonoidů u mezidruhových kříženců lze přirovnat k velmi bohatému zdroji flavonoidů, jako je např. rakytník řešetlákový, u kterého byl obsah flavonoidů stanoven od 4,18 mg/g až 7,97 mg/g [14,69]. Nejnižší obsah flavonoidů byl naměřen u odrůdy Alaja Krupnaja s hodnotou 3,0122 mg/g.

Tabulka 9 Průměrný obsah flavonoidů u čerstvých šťáv jeřábů

odrůda jeřábu	obsah flavonoidů [mg/g]
‘Burka’	6,3920 ± 0,9
‘Discolor’	5,5296 ± 1,7
‘Koncentra’	7,0930 ± 1,5
‘Krasavica’	4,1084 ± 0,4
‘Alaja Krupnaja’	3,0122 ± 1,2
Jeřáb ptačí	4,9777 ± 0,7
<i>Aronia melanocarpa</i>	14,7191 ± 1,4

Tabulka 10 popisuje průměrný obsah flavonoidů u pasterovaných šťáv jeřábů. U odrůd Burka a Koncentra sledujeme snížení obsahu flavonoidů, ve srovnání s čerstvými šťávami. Obsah flavonoidů u odrůdy Burka se snížil z 6,3920 na 4,7678 mg/g a u odrůdy Koncentra byl zjištěn pokles z 7,0930 na 5,0500 mg/g, u ostatních jeřábů došlo naopak ke zvýšení obsahu flavonoidů. Tepelné ošetření šťávy může způsobit narušení buněčné membrány a to může podpořit uvolňování fytochemikálií se zvýšenou fenolovou extrakcí [70]. Nejvyšší naměřená hodnota flavonoidů u pasterované šťávy byla zjištěna

u aronie 15,9418 mg/g, v rámci mezidruhových kříženců nejvyšší hodnotu zaujímá odrůda Discolor 5,4805 mg/g. Jeřáb ptačí dosahuje podobné hodnoty flavonoidů 5,9874 mg/g.

Tabulka 10 Průměrný obsah flavonoidů u pasterovaných šťáv jeřábů

odrůda jeřábu	obsah flavonoidů [mg/g]
'Burka'	4,7678 ± 0,7
'Discolor'	5,4805 ± 0,7
'Koncentra'	5,0500 ± 0,7
'Krasavica'	4,8406 ± 1,7
'Alaja Krupnaja'	4,9692 ± 1,2
Jeřáb ptačí	5,9874 ± 0,7
<i>Aronia melanocarpa</i>	15,9418 ± 1,8

V tabulce 11 je zobrazen průměrný obsah flavonoidů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování. U všech jeřábů, kromě odrůd Burka a Krasavica došlo ke zvýšení obsahu flavonoidů oproti vzorkům čerstvých šťáv. Obsah flavonoidů u mezidruhových kříženců se pohyboval od 3,8737 mg/g do 7,5571 mg/g.

Tabulka 11 Průměrný obsah flavonoidů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování

odrůda jeřábů	obsah flavonoidů [mg/g]
'Burka'	4,8416 ± 1,1
'Discolor'	5,9555 ± 0,8
'Koncentra'	7,5571 ± 0,5
'Krasavica'	3,8737 ± 0,7
'Alaja Krupnaja'	5,9060 ± 1,6
Jeřáb ptačí	4,3141 ± 0,7
<i>Aronia melanocarpa</i>	16,761+ ± 0,5

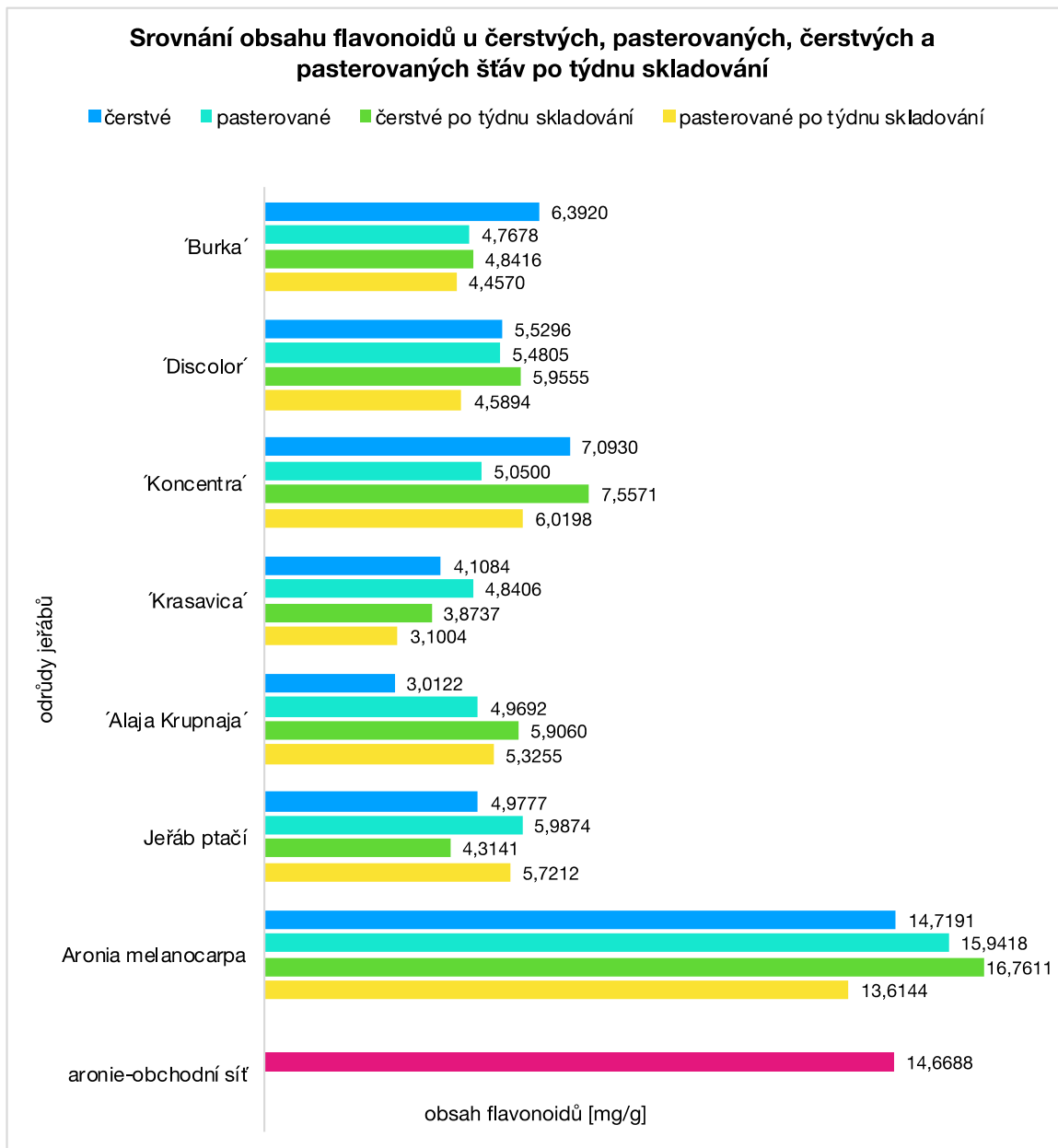
Tabulka 12 udává průměrný obsah flavonoidů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování. Hodnoty flavonoidů u jednotlivých vzorků jeřábů jsou různorodé, u odrůd

Koncentra, Alaja Krupnaja, jeřáb ptačí došlo ke zvýšení obsahu flavonoidů, u ostatních odrůd byl zjištěn pokles obsahu flavonoidů.

Tabulka 12 Průměrný obsah flavonoidů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování

odrůda jeřábu	obsah flavonoidů [mg/g]
'Burka'	4,4570 ± 0,4
'Discolor'	4,5894 ± 0,8
'Koncentra'	6,0198 ± 1,0
'Krasavica'	3,1004 ± 0,4
'Alaja Krupnaja'	5,3255 ± 0,3
Jeřáb ptačí	5,7212 ± 0,7
<i>Aronia melanocarpa</i>	13,6144 ± 0,5

Graf 3 zobrazuje srovnání obsahu flavonoidů u čerstvých, pasterovaných, čerstvých a pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování. Nejvyšším obsahem flavonoidů ze všech vzorků šťáv disponuje aronie s hodnotou 16,7611 mg/g, tato hodnota byla naměřena u vzorku čerstvé šťávy po týdnu skladování. U pasterovaného vzorků šťávy aronie byla naměřena hodnota 15,9418 mg/g, a převyšuje tak vzorek pasterované šťávy z obchodní sítě, u které byl stanoven obsah flavonoidů 14,6688 mg/g. Z pohledu mezidruhových kříženců byl nejvyšší obsah flavonoidů stanoven u odrůdy Koncentra, která dosáhla nejvyšších hodnot u vzorku čerstvé šťávy, čerstvé šťávy po týdnu skladování a pasterované šťávy po týdnu skladování, pouze u pasterované šťávy lehce převyšovala svým obsahem flavonoidů odrůda Discolor. Jeřáb ptačí vykazoval nejvyšší obsah flavonoidů u vzorku pasterované šťávy 5,9874 mg/g.



Graf 3 Srovnání obsahu flavonoidů u čerstvých, pasterovaných, čerstvých a pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování

ZÁVĚR

Předmětem diplomové práce bylo posoudit vliv technologických úprav, jako jsou pasterace a skladování na obsah bioaktivních látek u aronie a jednotlivých odrůd jeřábů. K analýze byly vybrány tyto vzorky: Burka, Discolor, Koncentra, Karasavica, Alaja Krupnaja, Jeřáb ptačí, *Aronia melanocarpa* a pasterovaná šťáva aronie z obchodní sítě. V první fázi došlo k úpravě plodů a výrobě 100% šťávy. Vzorky byly rozděleny na čerstvé šťávy, pasterované šťávy, čerstvé šťávy po týdnu skladování a pasterované šťávy po týdnu skladování. Pasterace proběhla při 60 °C, po dobu 10 min a skladování bylo v lednici při teplotě 4 °C po dobu 1 týdne. U jednotlivých vzorků byla zjišťována antioxidační aktivita, obsah polyfenolů a flavonoidů.

Ze všech naměřených vzorků šťáv dominovala svým obsahem antioxidantů, polyfenolů i flavonoidů *Aronia melanocarpa*, u mezidruhových kříženců dosahovala nejvyšších hodnot odrůda Koncentra.

Stanovení antioxidační aktivity prokázalo, že pasterace vede ke snížení obsahu bioaktivních látek u většiny analyzovaných vzorků šťáv. U čerstvé šťávy po týdnu skladování byl však zjištěn mírný nárůst antioxidantů ve srovnání se vzorky čerstvé šťávy. Obsah antioxidantů může být ovlivněn použitým typem rozpouštědla, obsahem kyselin, sacharidů, které mohou zkreslovat naměřené hodnoty. Podobné zjištění bylo také u některých vzorků pasterovaných šťáv po týdnu skladování, kde bylo naměřeno mírné zvýšení obsahu antioxidantů oproti pasterovaným vzorkům, což může být dáno vznikem nových sloučenin, jako jsou melanoidiny s vysokou molekulovou hmotností vytvořené Maillardovou reakcí, které mohou být vytvořeny po tepelném zpracování a také během skladování.

U celkového obsahu polyfenolů byl zpozorován pokles, ve srovnání se vzorky čerstvé šťávy, což je u polyfenolů známo, jelikož polyfenoly jsou nestabilní při tepelném ošetření. *Aronie melanocarpa* vyniká svým vysokým obsahem polyfenolů i po týdnu skladování, narozdíl od jeřábu ptačího a mezidruhových kříženců, kde lze říci, že se jejich hodnoty po týdnu skladování značně snížily. K dalšímu poklesu obsahu polyfenolů dochází i u pasterovaných šťáv po týdnu skladování.

V rámci stanovení obsahu flavonoidů byly naměřeny různorodé hodnoty, došlo k poklesu obsahu flavonoidů u pasterovaných vzorků šťáv, ve srovnání se vzorky čerstvé šťávy a naopak byl zaznamenán i mírný nárůst hodnot. U většiny vzorků čerstvých šťáv po týdnu

skladování můžeme sledovat vyšší hodnoty, na rozdíl od vzorků čerstvých šťáv. Pasterované vzorky šťáv po týdnu skladování vykazují mírný pokles antioxidantů.

Obsah bioaktivních látek je ovlivněn řadou faktorů jako je stupeň zralosti, typ kultivaru, geografický původ, vegetační období, klimatické podmínky, posklizňové skladování a postupy zpracování potravin.

Na základě zjištěných výsledků, můžeme potvrdit nepříznivý účinek tepelného ošetření, kdy došlo k poklesu bioaktivních látek u většiny testovaných vzorků. Během pasterace mohou nastat kvalitativní změny v obsahu bioaktivních látek, a tudíž je pro konzumaci vhodnější čerstvá šťáva. U vzorků šťáv po týdnu skladování dosáhly hodnoty bioaktivních látek skoro totožného obsahu, v některých případech byl zaznamenán i mírný nárůst. Pasterované vzorky po týdnu skladování vykazovaly očekávaný mírný pokles hodnot bioaktivních látek.

Rod *Aronia* a *Sorbus* jednoznačně patří mezi cenné zdroje bioaktivních látek. Existuje řada vědeckých publikací, které potvrzují jejich pozitivní zdravotní účinky na lidský organismus, zejména v prevenci a léčbě některých chronických onemocnění. I nadále by měl však probíhat výzkum těchto významných odrůd, aplikovaný do lidských studií se zaměřením na biologické mechanismy a zařazení tohoto ovoce a jejich produktů do povědomí stále většího počtu spotřebitelů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Jeřáb oskeruše (*Sorbus domestica* L.) v Českém středohoří. Děčín: Český svaz ochránců přírody Děčínsko ve spolupráci s AOPK ČR, Správou CHKO České středohoří, 2014. ISBN 978-80-905596-3-9.
- [2] JURIKOVA, T., SOCHOR, J., ROP, O., MLCEK, J., BALLA, S., SZEKERS, L., ZITNY, R., ZITKA, O., ADAM, V., KIZEK, R. Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic – A comparative study (2012) *Molecules*, 17 (8), pp. 8968-8981.
- [3] DOLEJŠÍ, Antonín, Vladimír KOTT a Lubomír ŠENK. Méně známé ovoce. Praha: Brázda, 1991. ISBN 80-209-0188-4.
- [4] VÁŇA, Pavel. Léčivé stromy a keře podle bylináře Pavla. Praha: Eminent, 2006. ISBN 80-7281-224-6.
- [5] KULLING, Sabine E. a Harshadai M. RAWEL. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta medica* [online]. 2008 [cit. 2019-04-07]. DOI: 10.1055/s-0028-1088306. Dostupné z: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/html/10.1055/s-0028-1088306>
- [6] ŠOBEK, Josef. *Sladkoplodý jeřáb a jeho pěstování*. Praha: Vydav. MZLVH, 1962. Odborné příručky Čs. ovocnářského a zahrádkářského svazu.
- [7] Jeřáb ptačí. Wikipedie [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jeřáb_ptačí
- [8] "Jeřabina ptačí" a moravský jeřáb sladkoplodý. *Vlastivědné listy Slezska a severní Moravy*. 2012, 38, 37-39. ISSN 1213-3140.
- [9] JURIKOVA, T., SOCHOR J., MLCEK, J., BALLA, S., KLEJDUS, B., BARON, M., ERCISLI, S., OZTURK YILMAZ, S. Polyphenolic profile of interspecific crosses of rowan (*Sorbus Aucuparia* L.) (2014) *Italian Journal of Food Science*, 26 (3), pp. 317-324.
- [10] Rostliny: Sorbus - jeřáb. *Garten.cz* [online]. 2007 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <https://www.garten.cz/a/cz/2497-sorbus-jerab/>
- [11] Jeřáby (sorbus) a Hruškojeřáb. *Ekozahrady.com* [online]. [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <http://www.ekozahrady.com/jeraby.htm>

- [12] *Sorbus aucuparia* L. - jeřáb ptačí/jarabina vtačia. Botany.cz [online]. [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/sorbus-aucuparia/>
- [13] Stromem roku 2013 je jeřáb. Lesy ČR [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/casopis-clanek/stromem-roku-2013-je-je-rab/>
- [14] MLCEK, J., ROP, O., JURIKOVA, T., SOCHOR, J., FISERA, M., BALLA, S., BARON, M., HRABE, J. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. (2014) *Central European Journal of Biology*, 9 (11), pp. 1078-1086.
- [15] LÁNSKÁ, Dagmar a Pavel ŽILÁK. *Jedlé rostliny z přírody*. Praha: Aventinum, 2013. ISBN 80-86858-13-8.
- [16] KUTINA, J. a kol. *Pomologický atlas 2. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha 1992*, ISBN 80-209-0192-2, 304 s.
- [17] FLOWERDEW, Bob. *Ovoce: velká kniha plodů*. Praha: Volvox Globator, cop., 1997. ISBN 80-7207-052-5.
- [18] LOKOČ, Radim a Bohumila TINZOVÁ. *Moravský sladkoplodý jeřáb : z Ostružné do světa*. Jeseník: Eberesche, 2012. ISBN 978-80-260-3686-9.
- [19] Jeřáb 'Moravský sladkoplodý'. Stareodrudy.org. [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.stareodrudy.org/ovocny-strom/je-rab-moravsky-sladkoplody/44.html>
- [20] Jeřáb oskeruše (*Sorbus domestica*). Zvasizahradky.cz [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.zvasizahradky.cz/Product/Detail/je-rab-oskeruse-sorbus-domestica>
- [21] GRULICH, Vít. *SORBUS ARIA (L.) Crantz – jeřáb muk / jarabina mukyňová*. Botany.cz [online]. 29.5.2018 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/sorbus-aria/>
- [22] *Sorbus aria*. *Biolib.cz* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id357778>
- [23] Jeřáb břek. Wikipedie [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Je_rab_brek

- [24] Jeřáb 'Granátový / Granatnaja'. Stareodrudy.org [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <http://www.stareodrudy.org/ovocny-strom/jeřábgranátový-granatnaja/45.html>
- [25] VÁŇA, Pavel. Léčivé stromy a keře podle bylináře Pavla. Praha: Eminent, 2006. ISBN 80-7281-224-6.
- [26] GRUSSU, Dominic a Derek STEWART. Berry Polyphenols Inhibit α -Amylase in Vitro: Identifying Active Components in Rowanberry and Raspberry. J. Agric. Food Chem [online]. 2011, 17.2.2011, 59(6), 2324–2331 [cit. 2019-04-29]. DOI: 10.1021/jf1045359.
- [27] JESSIMY, Michael. 11 Impressive Benefits of Rowan Berries. Naturalfoodseries.com [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.naturalfoodseries.com/11-benefits-rowan-berries/>
- [28] Temnoplodec. Wikipedie [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Temnoplodec>
- [29] HRIČOVSKÝ, Ivan. Drobné ovoce a méně známé druhy ovoce. Bratislava: Příroda, 2002. ISBN 80-07-01004-1.
- [30] Arónie černá - temnoplodec (*Aronia melanocarpa*). Ekozahrady.com [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <http://www.ekozahrady.com/aronie.htm>
- [31] TAKAHASHI, Azusa a Hirohide SAKAGUCHI. Intestinal absorption of black chokeberry cyanidin 3-glycosides is promoted T by capsaicin and capsiate in a rat ligated small intestinal loop mode. Food chemistry [online]. 2018, 19.10.2018, , 323-326 [cit. 2019-04-29]. ISSN 0308-8146.
- [32] CEREVITINOV, FV. Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny. 1. vydání. Praha: Průmyslové vydavatelství 1952. 322 s. Bez ISBN.
- [33] MIKULIC-PETKOVSEK, Maja, SCHMITZER a Ana SLATNAR. Composition of Sugars, Organic Acids, and Total Phenolics in 25 Wild or Cultivated Berry Species. Journal of Food Science [online]. 2012, 27.8.2012, , 1064-1070 [cit. 2019-04-29]. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02896.x>.
- [34] HRABĚ, J., ROP O., HOZA I. Technologie výroby potravin rostlinného původu. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati 2008. 179 s. ISBN 978-80-7318-372-1.

- [35] Sorbitol. Internetový portál bezpečnosti potravin [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92136.asp>
- [36] Kyselina sorbová. Internetový portál bezpečnosti potravin [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92546.aspx>
- [37] SINAN PUYRAZOGLU, Ender. CHANGES IN ASCORBIC ACID AND SUGAR CONTENT OF ROWANBERRIES DURING RIPENING. *Journal of Food Quality* [online]. 22.12.2004, 27(5), 366-370 [cit. 2019-04-29].
- [38] ZYMONE, Kristina a Lina RAUDONE. Phytochemical Profiling of Fruit Powders of Twenty Sorbus L. Cultivars [online]. 17.9.2018, 23(10) [cit. 2019-04-29].
- [39] CHI-TANG, Ho. Phenolic compounds in food. *ACS Symposium Series* [online]. 1.10.1992, , 2-7 [cit. 2019-04-11]. DOI: 10.1021/bk-1992-0506.ch001. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-1992-0506.ch001>
- [40] MANACH, Claudine, Augustin SCALBERT, Christine MORAND, Christian RÉMÉSY a Liliana JIMÉNEZ. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American journal of clinical nutrition* [online]. 1.5.2004, , 727-747 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/79/5/727/4690182>
- [41] SLANINA, Jiří a Eva TÁBORSKÁ. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy* [online]. 2004, , 239-245 [cit. 2019-04-29].
- [42] CORY, Hannah a PASSARELLI. The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review. *Frontiers in nutrition* [online]. 21.9.2018 [cit. 2019-04-29]. DOI: <https://dx.doi.org/10.3389%2Ffnut.2018.00087>.
- [43] Polyfenoly v ovoci a zelenině. Informační centrum bezpečnosti potravin [online]. 1.8.2006 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/polyfenoly-v-ovoci-a-zelenine.aspx>
- [44] HUKKANEN, Anne T. a Satu S. PÖLÖNEN. Antioxidant capacity and phenolic content of sweet rowanberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2006, 54, 112-119 [cit. 2019-05-01]. DOI: 10.1021/jf051697g.
- [45] ŘÍHOVÁ, Helena. FLAVONOIDY. Stručný přehled a biologický význam. Hradec Králové, 2008. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze.

- [46] KYLLI, Petri, Liisa NOHYNEK a Riitta PUUPPONEN-PIMIÄ. Rowanberry phenolics: compositional analysis and bioactivities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*[online]. 2010, 58(22), 11985-11992 [cit. 2019-05-01]. DOI: 10.1021/jf102739v.
- [47] DAVÍDEK, Jiří. Chemie potravin. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
- [48] ŠNEBERGROVÁ, J., H. ČÍŽKOVÁ, E. NERADOVÁ, B. KAPCI, A. RAJCHL a M. VOLDŘICH. Variability of Characteristic Components of Aronia. *Czech J. Food Sci.* [online]. 2014, 32, 25-30 [cit. 2019-05-01].
- [49] ŠTOČKOVÁ, Lenka, Eva MATĚJOVÁ, Dagmar JANOVSÁ a Světlana SÝKOROVÁ. Porovnání výsledků tří analytických metod pro stanovení obsahu rutinu v pohance tatarské. *Chemické listy* [online]. 2009, 103, 827-831 [cit. 2019-05-01].
- [50] REINISALO, Mika, Anna KARLUND a Ali KOSKELA. Polyphenol Stilbenes: Molecular Mechanisms of Defence against Oxidative Stress and Aging-Related Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* [online]. 2015 [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/340520>.
- [51] SLANINA, Jiří. Biologická a farmakologická aktivita lignanů. *Chemické listy*, Praha: Česká společnost chemická, 2000, roč. 94, č. 2, s. 111-116. ISSN 0009-2770
- [52] MARSHAL, KG. Exploring Antioxidants. *West Indian Med J.* [online]. 2015, 63(2), 119-120 [cit. 2019-05-01]. DOI: <http://dx.doi.org/10.7727%2Fwimj.2014.301>.
- [53] HUANG, Wu-yang, Hong-cheng ZHANG a Wen-xu LIU. Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *J Zhejiang Univ Sci B.* [online]. 2012, 13(2), 94-102 [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://dx.doi.org/10.1631%2Fjzus.B1100137>.
- [54] KAMPUSS, Kaspars, Solvita KAMPUSE a Elga BERNA. Biochemical composition and anti radical activity of rowanberry (*Sorbus L.*) cultivars and hybrids with different *Rosaceae L.* cultivars. *Latvian journal of agronomy* [online]. 2009 [cit. 2019-05-01]. ISSN 1691-3485.

- [55] CHALUPOVÁ, Táňa. Antioxidační látky v potravinách a jejich funkce při obraně organismu před účinky volných radikálů. České Budějovice, 2013. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích.
- [56] ORTEMBERGOVÁ, A. Mládne s antioxidanty. první vydání. Praha 8 : Ivo Železný, 2003. 126 s. ISBN 80-237-3742-2.
- [57] Vitamín C. Profimedia.cz [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.profimedia.cz/clanek/1405433650-vitamin-c/>
- [58] YOUNG, I. a J. WOODSIDE. Antioxidants in health and disease. Journal of clinical pathology [online]. 2001, 54(3), 176-186 [cit. 2019-05-01]. DOI: 10.1136/jcp.54.3.176.
- [59] ROP, Otakar a Jan HRABĚ. Nealkoholické a alkoholické nápoje. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. ISBN 978-80-7318-748-4.
- [60] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. et al. Co byste měli vědět o výrobě potravin? 1. vydání. Ostrava: KEY Publishing 2009. 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [61] HPP Technology. Hiperbaric.com [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.hiperbaric.com/en/high-pressure>
- [62] PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. Chemické listy [online]. 2004, 98, 174-179 [cit. 2019-05-01].
- [63] KUBIŠTOVÁ, Vladimíra. Studium antioxidační aktivity vína. Olomouc, 2012. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- [64] BLAINSKI, A a G. C. LOPES. Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of the Total Phenolic Content from Limonium Brasiliense L. Molecules [online]. 2013, 18, 6852-6865 [cit. 2019-05-01]. DOI: doi:10.3390/molecules18066852.
- [65] BALTACIOĞLU, Cem. Changes in total phenolic and flavonoid content of rowanberry fruit during postharvest storage. Journal of Food Quality [online]. 2011, 34(4) [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00389.x>

- [66] KAPCI, Bahtinur, Eva NERADOVÁ, Helena ČÍŽKOVÁ a Michal VOLDŘICH. Investigating the antioxidant potential of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Journal of food and nutrition research* [online]. 2013 [cit. 2019-05-01].
- [67] ROP, O., MLCEK, J., JURIKOVA, T., VALSIKOVA, M., SOCHOR, J., REZNICEK, V., KRAMAROVA, D. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars (2010) *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (22), pp. 24312437.
- [68] JURIKOVA, T., J. MLCEK, S. SKROVANKOVA, D. SUMCYNski, J., I. HLAVACOVA, L. SNOPEK a J. ORSAVOVA. Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules* [online]. 2017, 22(6) [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390%2Fmolecules22060944>
- [69] ROP, O., S. ERCISLI, J. MLČEK a I. HOZA. Antioxidant and radical scavenging activities in fruits of 6 sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* [online]. 38(2), 224-232 [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://doi.org/10.3906/tar-1304-86>.
- [70] KOVÁČEVIČ, B. a G. KLJUSURIČ. Stability of polyphenols in chokeberry juice treated with gas phase plasma. *Food chemistry* [online]. 2016, , 323-331 [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.192>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GIT	gastrointestinální trakt
LDL	low density lipoprotein – lipoprotein s nízkou hustotou
HDL	high density lipoprotein – lipoprotein s vysokou hustotou
ROS	reactive oxygen species – reaktivní formy kyslíku
DPPH	1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl
DPP-H	difenylpikrylhydrazin
PPO	polyfenoloxidáza
POD	peroxidáza

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Jeřáb ptačí [7]	12
Obr. 2 Jeřáb moravský sladkoplodý [19].....	14
Obr. 3 Jeřáb oskeruše [20]	15
Obr. 4 Jeřáb muk [22]	16
Obr. 5 Jeřáb břek [23]	17
Obr. 6 <i>Aronia melanocarpa</i> – plody [28]	21
Obr. 7 Šťáva mezidruhových kříženců	40
Obr. 8 Extrakce vzorků	41
Obr. 9 Filtrace jednotlivých vzorků	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Průměrný obsah antioxidantů u čerstvých šťáv jeřábů	45
Tabulka 2 Průměrný obsah antioxidantů u pasterovaných šťáv jeřábů	46
Tabulka 3 Průměrný obsah antioxidantů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování	46
Tabulka 4 Průměrný obsah antioxidantů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování.....	47
Tabulka 5 Průměrný obsah polyfenolů u čerstvých šťáv jeřábů.....	50
Tabulka 6 Průměrný obsah polyfenolů u pasterovaných šťáv jeřábů.....	51
Tabulka 7 Průměrný obsah polyfenolů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování	51
Tabulka 8 Průměrný obsah polyfenolů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování.....	52
Tabulka 9 Průměrný obsah flavonoidů u čerstvých šťáv jeřábů.....	54
Tabulka 10 Průměrný obsah flavonoidů u pasterovaných šťáv jeřábů.....	55
Tabulka 11 Průměrný obsah flavonoidů u čerstvých šťáv jeřábů po týdnu skladování	55
Tabulka 12 Průměrný obsah flavonoidů u pasterovaných šťáv jeřábů po týdnu skladování.....	56