

Vliv vegetačních a skladovacích podmínek na obsah bioaktivních látek u netradičních druhů ovoce

Ing. Irena Sytařová, Ph.D.

Teze disertační práce



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Teze disertační práce

**VLIV VEGETAČNÍCH A SKLADOVACÍCH
PODMÍNEK NA OBSAH BIOAKTIVNÍCH LÁTEK U
NETRADIČNÍCH DRUHŮ OVOCE**

**INFLUENCE OF VEGETATIVE AND STORAGE CONDITIONS ON THE
CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN NON-TRADITIONAL FRUIT**

Autor: **Ing. Irena Sytařová, Ph.D.**

Studijní program: P2901 Chemie a technologie potravin

Studijní obor: 2901V013 Technologie potravin

Školitel: doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

Oponenti: prof. Ing. Vojtěch Řezníček, CSc.
prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD.
doc. Ing. Martin Koudela, Ph.D.

Zlín, březen 2020

© Ing. Irena Sytařová, Ph.D.

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici **Doctoral Thesis Summary**.

Publikace byla vydána v roce 2020.

Klíčová slova: netradiční druhy ovoce, rakytník řešetlákový, jeřáb obecný, aronie černá, dřín obecný, vitamin C, vitamin E, fenolické látky, antioxidační aktivita, HPLC

Key words: non-traditional fruits, sea buckthorn, rowanberry, black chokeberry, cornelian cherry, vitamin C, vitamin E, phenolic substances, antioxidant activity, HPLC

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

Tato disertační práce byla spolufinancována z projektů Interní grantové agentury Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně číslo IGA/FT/2016/008, IGA/FT/2017/006, IGA/FT/2018/006 a IGA/FT/2019/004.

ISBN 978-80-7454-910-6

ABSTRAKT

V současné době dochází k neustále se zvyšujícím nárokům konzumentů na kvalitu, nutriční složení a široký sortiment potravin, včetně ovoce. Zvedá se tak poptávka po minoritních, nových druzích ovoce. Řadí se sem druhy, které nejsou v naší společnosti příliš známé, nebo druhy, které se s vývojem zemědělské výroby dostaly v minulých desetiletích do pozadí. Tyto netradiční druhy jsou cenným zdrojem bioaktivních látek často s vyšším obsahem než u tradičních druhů ovoce. Toto umožňuje vstup netradičním druhům ovoce na český trh, jakožto zajímavé komodity, která by mohla uspokojit vysoké nároky konzumentů. Další výhodou je jejich vysoká přizpůsobivost a nenáročnost na podmínky prostředí, široká druhová rozmanitost a různé způsoby zpracování a využití v potravinářství, farmacii a dalších odvětvích.

Disertační práce se zabývá stanovením vybraných biologicky aktivních látek a posouzení vzájemných korelací mezi obsahem biologicky aktivních látek ve vzorcích netradičních plodů v závislosti na rozdílných odrudách, lokalitách a na době skladování.

ABSTRACT

Consumers' demands on quality, nutritional composition and a wide range of food, such as fruits, have been constantly increasing. That is why, minor and new species of fruit has been taken into consideration as well. These include species that are rather unknown or species that have been neglected along with the development of agricultural production in recent decades. These non-traditional species are a valuable source of bioactive substances with their contents mostly significantly higher than those in traditional fruit species. Therefore, non-traditional fruits have been introduced onto the Czech market as an attractive commodity satisfying high consumers' demands. Another benefit is their considerable adaptability to variable environmental conditions, wide species diversity and different methods of processing and applications in the food, pharmaceutical or further industry.

The aim of this dissertation thesis is to determine selected biologically active substances and to assess correlations between contents of biologically active substances in the samples of non-traditional fruits depending on different varieties, localities and storage periods.

OBSAH

1	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	6
1.1	ÚVOD	6
1.2	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHŮ NETRADIČNÍHO OVOCE	6
1.2.1	Rakytník řešetlákový (<i>Hippophae rhamnoides</i>)	7
1.2.2	Jeřáb obecný (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), Aronie černá (<i>Aronia melanocarpa</i>)	7
	Jeřáb obecný (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	7
	Aronie černá (<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliot)	8
1.2.3	Dřín obecný (<i>Cornus mas</i> L.)	8
1.3	VITAMIN C	8
1.4	VITAMIN E	9
1.5	KAROTENOIDY	10
1.6	FENOLICKÉ SLOUČENINY	11
1.7	ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA	11
2	CÍLE PRÁCE	13
2.1	DÍLČÍ CÍLE	13
3	ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ	14
3.1	CHARAKTERISTIKA MATERIÁLU	14
3.2	CHARAKTERISTIKA LOKALIT ODBĚRU VZORKŮ	16
3.3	VLASTNÍ METODY STANOVENÍ	17
3.3.1	Stanovení obsahu vlhkosti	17
3.3.2	Stanovení obsahu vitamínu C	17
3.3.3	Stanovení obsahu vitamínu E	17
3.3.4	Stanovení jednotlivých karotenoidů metodou RP-HPLC	17
3.3.5	Příprava extraktů pro stanovení celkových polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC), antioxidační aktivity metodou DPPH a vybraných polyfenolických látek pomocí HPLC	17
3.3.6	Stanovení obsahu celkových polyfenolů (TPC)	18
3.3.7	Stanovení obsahu celkových flavonoidů (TFC)	18
3.3.8	Stanovení obsahu celkových antokyanů (TAC)	18
3.3.9	Stanovení obsahu jednotlivých fenolických látek metodou RP-HPLC	18
3.3.10	Stanovení obsahu jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC	18
3.3.11	Stanovení antioxidační aktivity	19
3.3.12	Statistické vyhodnocení získaných dat	19
4	HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE	20
4.1	RAKYTNÍK ŘEŠETLÁKOVÝ (<i>HIPPOPHAË RHAMNOIDES</i>)	20

4.1.1 Stanovení vlhkosti, vitaminů C a E, TPC, TFC a karotenoidů	20
4.1.2 Zhodnocení vlivu různých faktorů na obsah vitamínu C.....	23
4.1.3 Stanovení fenolických látek metodou RP-HPLC	27
4.1.4 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, ACW a ACL	30
4.1.5 Vliv různých faktorů na antioxidační aktivitu.....	32
4.2 JEŘÁB OBECNÝ (<i>SORBUS AUCUPARIA</i> L.), ARONIE ČERNÁ (<i>ARONIA MELOCARPA</i>)	32
4.2.1 Stanovení vlhkosti.....	33
4.2.2 Stanovení obsahů vitaminů C a E a zhodnocení různých vlivů na jejich obsah.....	34
4.2.3 Stanovení celkového obsahu polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC) a antokyanů (TAC) spektrometricky a jejich změny vlivem různých faktorů..	36
4.2.4 Obsah jednotlivých fenolických látek stanovených metodou RP-HPLC a jejich změny vlivem různých faktorů.....	39
4.2.5 Stanovení jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC	43
4.2.6 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, ACW a ACL a jejich změny vlivem různých faktorů	44
4.2.7 Vliv různých faktorů na antioxidační aktivitu.....	46
4.3 DŘÍN OBECNÝ (<i>CORNUS MAS</i> L.)	47
4.3.1 Stanovení vlhkosti.....	47
4.3.2 Stanovení obsahů vitaminů C a E	47
4.3.3 Stanovení celkového obsahu polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC) a antokyanů (TAC) spektrometricky a jejich změny vlivem skladování.....	49
4.3.4 Obsah jednotlivých fenolických látek stanovených metodou RP-HPLC a jejich změny vlivem skladování	52
4.3.5 Stanovení jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC	54
4.3.6 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, ACW a ACL	55
4.3.7 Vliv různých faktorů na antioxidační aktivitu.....	56
5 PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI.....	57
6 ZÁVĚR.....	59
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
PUBLIKAČNÍ AKTIVITY AUTORA	75
ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA	77

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

1.1 Úvod

Čerstvé ovoce tvoří jednu z nejvýznamnějších složek potravy, je významným zdrojem nutričních a biologicky aktivních látek, jako jsou např. vitaminy, minerální látky, mastné kyseliny, aromatické látky, vláknina, polyfenoly (např. flavonoidy a antokyany), biologické pigmenty a další látky. Aktivní látky jsou přítomny v biologicky optimálně využitelné formě, které nelze dosáhnout jejich syntetickou obdobou. Biologicky aktivní látky jsou pro člověka hodnotné pro jejich výživový a ochranný charakter.

V současné době je o pěstování některých ovocných druhů malý zájem nebo se přestaly pěstovat úplně, přestože mají vysokou nutriční hodnotu. Důvodem je např. nezvyklá chuť, obtížnost sběru drobných plodů, malé výnosy, složitá technologie zpracování nebo nízká trvanlivost. Díky šlechtitelským stanicím a drobným pěstitelům se však netradiční druhy ovoce postupně dostávají zpět do povědomí lidí. Obrovskými výhodami některých méně známých druhů ovoce jsou minimální nároky na půdní a klimatické podmínky, brzký nástup do plodnosti a vysoký obsah cenných nutričních látek. Často tyto hodnotné, nenáročné plodiny plní funkci estetickou, asanační, rekultivační, tepelně izolační nebo ekologickou. Pro své antioxidační, antikancerogenní, imunostimulační a hepatoprotektivní účinky nacházejí uplatnění jako léčiva.

Dalším významným trendem jsou možnosti navýšení nutričních parametrů potravin jednak přidávkem biologicky aktivních látek, ale také použití šetrných technologických procesů pro zachování jejich obsahu. V zájmu odborných studií jsou významné především bioaktivní látky vykazující antioxidační účinky. Tato skutečnost vede k využití zatím zřídka používaných netradičních surovin, dále k hledání nových či neobvyklých zdrojů bioaktivních látek pro zvýšení nutriční hodnoty potravin (funkční potraviny). V neposlední řadě existují také nové možnosti modifikací technologických postupů vedoucích k zachování biologické hodnoty produktů rostlinného původu s významným spektrem nutričních složek i biologicky aktivních látek, např. proteinů, lipidů, polynenasycených mastných kyselin, sacharidů, pigmentů, minerálních látek, vitaminů a polyfenolických látek.

Disertační práce se zabývá vlivem vegetačních a skladovacích podmínek na obsah vybraných biologicky aktivních látek u vybraných druhů netradičního ovoce.

1.2 Charakteristika vybraných druhů netradičního ovoce

Byly vybrány zástupci těchto druhů – rakytník řešetlákový, jeřáb ptačí, aronie černá a dřín obecný.

1.2.1 Rakytník řešetlákový (*Hippophaë rhamnoides*)

Rakytník je důležitou dřevinou z čeledi hlošínovitých (*Eleagnaceae*). Nejvýznamnějším druhem je rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*). Rakytníky patří mezi nejméně náročné dřeviny, co se týká požadavků na stanoviště. Tento trnitý keř pocházející z oblasti Kavkazu, střední Asie a západní Sibíře poskytuje sladkokyselé až nahořklé oranžové plody s vysokým obsahem kyseliny askorbové, polyfenolů, karotenoidů a antioxidantů. Díky neobvyklému chemickému složení plodů se tento mrazuvzdorný keř stává středem pozornosti zejména ve farmaceutickém průmyslu a moderní medicíně, kde našly uplatnění téměř všechny části rostliny. Pro zpracování lze využít nejen plody, dužninu, výlisky, šťávu, ale i další části rakytníkového keře. Celé plody se používají na přípravu kompotů, sušení, proslazování, mrazení, ale také k výrobě vína a pálenky. Vysokou kvalitou jsou známy džemy a marmelády. Rakytník řešetlákový neobsahuje enzym askorbát oxidázu, a tak není vitamin C v průběhu procesu zpracování tímto enzymem degradován a většina jej zůstává zachována. I tak má průběh zpracování, zejména teplota, na obsah vitamínu C velký vliv. Odolná rostlina nachází uplatnění také při zalesňování polopouštních půd či při zpevňování písčinych dun. (Bajer, 2014, s. 138, Fatima, 2015, s. 181, Gao, 2000, s. 1485, Metodické listy OPVK, s. 4, Seglina, 2006, s. 258).

1.2.2 Jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia* L.), Aronie černá (*Aronia melocarpa*)

Jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia* L.)

Jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia*) je strom vysoký 5 – 15 m, který roste v lesích a na okrajích luk, patří do čeledi růžovité (*Rosaceae*). Nejlépe se mu daří na hlubokých půdách s propustným podložím. Dobře snáší i částečné zastínění, nejvyšší a nejkvalitnější úroda však bývá ze slunných stanovišť, kde jsou plody dostatečně vybarveny.

Jeřabiny jsou souplodí drobných malvic, oranžově červené až červené barvy, uspořádané v chocholících. Plody obsahují vysoký podíl kyseliny askorbové, který je díky obsahu flavonoidů velmi stabilní po zpracování. Důležitou složkou plodů je alkoholický cukr sorbitol, který se z plodů získává průmyslově a využívá jako vhodné sladidlo pro diabetiky a surovina pro výrobu kyseliny askorbové. Plody obsahují vysoké množství tříslovin, mají hořkou chuť a z důvodu obsahu kyseliny parasorbové a kyanovodíkové jsou mírně toxické. Toxicitu je možné odstranit použitím vyšších teplot nebo slabého roztoku octa.

Z důvodu získat nové odrůdy, které by byly odolné vůči nízkým teplotám a měly vhodnější sensorické vlastnosti, bylo prováděno mezidruhové křížení mezi jeřábem a aronií, hlohem, hruškou, jabloní, mišpulí a dalšími. Tito kříženci jsou mrazuodolní. Plody jsou větší, mají méně svíravou často sladší chuť.

Plody jeřábu se konzervují, slouží k výrobě likérů, destilátů a vína. Mají příznivý vliv na dýchací systém, používají se při léčbě vysokého krevního tlaku, aterosklerózy a gastritidy (Denev, 2014, s. 38, Hukkanen, 2006, s. 112, Mlček, 2014, s. 1078, Olszewska, 2011, s. 938).

Aronie černá (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot)

Aronie, které patří do čeledi růžovité (*Rosaceae*), jsou nižší keře. Jsou nenáročné na stanoviště, mrazuodolné, zárukou vysoké sklizně je však kvalitní půda s dostatkem světla. Dobře snáší i pěstování ve vyšších a vlhčích polohách. Může se pěstovat na kmínku, zpravidla na podnoži jeřábu obecného. Plody, které mají vysoký obsah rutinu, je možné konzumovat i syrové. Zralé plody vydrží na stromě dlouho, proto se mohou sklízet postupně a konzumovat vždy čerstvé. Pro vysoký obsah antioxidantních látek v ovoci nachází uplatnění v doplňcích stravy. Dalším zaměřením zpracování plodů je výroba ovocných nápojů, především pak džusů, které se většinou míchají s majoritním podílem jablečného džusu. Méně často se vyrábí ovocná vína, ovocné pomazánky nebo kompoty. Plody aronií se používají také na sušení pro výrobu čajových směsí a pro farmaceutické využití (Oszmiński, 2005, s. 809, Kulling, 2008, s. 1625-1634).

1.2.3 Dřín obecný (*Cornus mas* L.)

Dřín obecný patří do čeledi dřínovité (*Cornaceae*) a je naší dříve známou domácí dřevinou, dnes se však pěstuje jen zřídka. Tento keř je nejvíce rozšířený v mírném pásmu severní polokoule a plodí podlouhlé šarlatově zbarvené peckovice, které dozrávají koncem srpna. Dřín vyvíjí vysoký obsah vitamínu C, fenolických sloučenin (antokyanů, flavonoidů, tříslovin) a minerálních prvků (hořčíku, draslíku, železa, manganu, zinku, vápníku, sodíku). Z důvodu obsahu zdravotně významných látek byly plody dřínu využívány v lidovém léčitelství. Plody vykazují sladkokyselou chuť a lze je konzumovat buď přímo, nebo se využívají pro výrobu ovocných pomazánek, kompotů, sirupů či bonbonů a také ke zvýraznění chuti fádnic jablečných či hruškových kompotů. Z důvodu obsahu adstringentních látek se používají také v kosmetice pro výrobu pleťových vod a krémů (Cetková, 2016, s. 15, Cetková, 2015, s. 357, Cosmulescu, 2019, s. 390, Mlček, 2016, s. 33).

1.3 Vitamin C

Vitaminem C se rozumí reverzibilní redoxní systém, který je tvořen kyselinou L-askorbovou, L-askorbylradikálem a kyselinou L- dehydroaskorbovou. Lidé si nedokáží vitamin C syntetizovat v důsledku mutace genu kódujícího enzym L-gulonolaktonooxidázu, nezbytného pro jeho biosyntézu, proto ho musí přijímat v potravě. Vitamin C je chemicky nejjednodušším vitaminem, patří mezi vitaminy rozpustné ve vodě. V lidském organismu je nezbytný pro řadu hydroxylačních reakcí, má specifickou úlohu při syntéze kolagenu, účastní se biosyntézy mukopolysacharidů, prostaglandinů, ovlivňuje metabolismus cholesterolu, adsorpci iontových forem železa a napomáhá také imunitě organismu. Vitamin C je důležitým antioxidantem. Podle Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) a Světové zdravotnické organizace (WHO) je doporučená denní dávka vitamínu C pro dospělé jedince 45 mg, IOM (Institute of Medicine)

doporučuje pro dospělé muže 90 mg a ženy 75 mg. Nedostatek se projevuje onemocněním zvaným skorbut (kurděje). Nejbohatšími zdroji kyseliny L-askorbové jsou ovoce (citrusové plody, šípky, černý rybíz) a zelenina (brokolice, paprika, pekingské zelí, růžičková kapusta). Obsah vitamínu C v ovoci a zelenině může být ovlivněn různými faktory, např. genotypové rozdíly, klimatické podmínky a stupeň zralosti (Du, 2012, s. 445, Lee, 2000, s. 210, Velíšek, 2009, s. 430).

Kyselina L-askorbová je jedním z nejméně stálých vitaminů. V neutrálním, kyselém a alkalickém prostředí za katalytických účinků těžkých kovů podléhá snadno oxidaci za vzniku kyseliny L-dehydroaskorbové a vytváří v mnoha organizmech důležitý, reverzibilní, biologický redoxní systém. Tento proces je reverzibilní do té doby, než dojde k porušení kruhové struktury kyseliny L-dehydroaskorbové, což má za následek vznik kyseliny 2,3 dioxo-L-gulonové a ztrátu biologické aktivity vitamínu C. Mezi faktory, které mají negativní vliv na stabilitu kyseliny L-askorbové, patří zvýšená teplota, vysoké pH, působení světla, přítomnost kyslíku a iontů kovů (zejména mědi). Je tedy nezbytné omezit působení těchto vlivů na minimum. V rostlinném materiálu, který je bohatý na obsah vitamínu C, dochází během technologického zpracování k jeho úbytku. Jedna z příčin úbytku je přítomnost enzymu askorbát oxidázy u těchto surovin, který je za normálních podmínek neaktivní. Technologickým zpracováním (např. krájením) dochází k aktivaci tohoto enzymu a úbytku vitamínu. Při mrazírenském skladování (-18 °C) dochází k minimálním ztrátám vitamínu C, ke značnému snížení může však dojít při rozmrazování (30 až 50 %) (Davey, 2000, s. 836, Gazdík, 2008, s. 7098, Hacisevki, 2009, s. 234, Rahmawati, 2012, s. 292, Velíšek, 2009, s. 40).

1.4 Vitamin E

Vitamin E je souhrnný termín společný pro lipofilní sloučeniny, které vykazují aktivitu vitamínu E, jejich strukturálním základem je tokol a tokotrienol. Obsahují chromanový kruh s nasyceným (tokoferoly) nebo nenasyceným (tokotrienoly) isoprenoidním postranním řetězcem. Jednotlivé tokoferoly a tokotrienoly se liší polohou a počtem metylových skupin v chromanovém kruhu, a tím také svou biologickou aktivitou. Základní látkou je α -tokoferol, v přírodních zdrojích se nachází i β -, γ -, δ -tokoferoly a jim příbuzné tokotrienoly. Jednotlivé tokoferoly mají různý vitaminózní účinek. Nejúčinnějším je α -tokoferol, přičemž s klesajícím počtem metylových skupin klesá také účinnost, v pořadí α -tokoferol > β -tokoferol > γ -tokoferol > δ -tokoferol v poměru 100 : 40 : (5 - 8) : 1 (Hosmanová, 2007, s. 578).

Vitamin E je významným lipofilním antioxidantem, který se uplatňuje u eukaryotických buněk jako ochrana nenasycených lipidů před poškozením volnými radikály. Antioxidační aktivita vitamínu E závisí na řadě faktorů. Jedním z nejvýznamnějších je složení nenasycených mastných kyselin. Stabilita vitamínu E je negativně ovlivněna zejména přítomností kyslíku a oxidovaných

lipidů. Eliminací těchto faktorů je vitamin E poměrně stabilní při běžných způsobech technologického zpracování. Dlouhodobým mrazírenským skladováním dochází k postupným ztrátám vitamínu E, zejména u surovin obsahujících vyšší množství nenasycených mastných kyselin. Antioxidační aktivitu může pozitivně ovlivňovat synergický účinek s vitamínem C a fosfolipidy. Dostatečný příjem vitamínu E slouží jako ochrana oxidace lipidů biomembrán, proto je faktorem, který zpomaluje stárnutí organismu a uplatňuje se v prevenci kardiovaskulárních chorob a ontogenezi (Velíšek, 2009, s. 60).

Doporučená denní dávka vitamínu E není doposud přesně známa. Je závislá na příjmu polyenových mastných kyselin. Při průměrném denním příjmu mastných kyselin 14 – 19 g je doporučeno 15 mg vitamínu E. Potřeba vitamínu E v lidském organismu je dostatečně pokryta denním příjmem pestré stravy (Velíšek, 2009, s. 387).

K hlavním rostlinným zdrojům vitamínu E patří rostlinné oleje (olivový, sójový, slunečnicový, řepkový, lněný, rýžový a kokosový olej), ořechy (lískové ořechy, arašidy, mandle), obilné klíčky, zelená listová zelenina (špenát, brokolice) a některé druhy ovoce (avokádo, kiwi, brusinky, arónie) (Chun, 2006, s. 196, Saini, 2016, s. 62, Shahidi, 2015, s. 822,).

1.5 Karotenoidy

Karotenoidy jsou přírodní lipofilní barviva, která se svou strukturou řadí mezi terpeny (izoprenové sloučeniny obsahující 40 uhlíků). Dělí se na karoteny (mají ve struktuře jeden nebo dva cyklohexenové kruhy, spojené řetězcem s konjugovanými dvojnými vazbami) a xantofyly (odvozené od karotenů, obsahují hydroxylové skupiny, vyskytují se buď volně, ve formě esterů s vyššími mastnými kyselinami nebo jako glykozidy). Jsou citlivé na světlo. Konjugované uspořádání umožňuje likvidovat volné radikály. V dnešní době je známo téměř 800 druhů karotenoidních barviv a asi 50 z nich jsou lidským organismem využitelné jako prekurzory vitamínu A. Mezi nejdůležitější karotenoidy patří β -karoten, α -karoten, lutein, zeaxantin, lykopen a kryptoxantin. Tato barviva dávají ovoci a zelenině červenou, oranžovou nebo žlutou barvu. Podle barvy ovoce a zeleniny lze předvídat typ karotenoidů, žlutooranžové ovoce a zelenina jsou bohaté na β -karoten a α -karoten. Kryptoxantin a zeaxantin jsou obsaženy v pomeranči a papáji. Hlavním karotenoidem rajčat zodpovědným za červenou barvu je lykopen. Lutein, β -karoten, violaxantin a neoxantin jsou převládající karotenoidy v zelené listové zelenině (Pop, 2014, s. 146, Saini, 2015, s. 737).

Je prokázán vzájemný vztah mezi příjmem stravy bohaté na karotenoidy a snížením kardiovaskulárních onemocnění, rakoviny (β -karoten, lykopen), oftalmologických nemocí (lutein, zeaxantin) Hlavními rostlinnými zdroji karotenoidů jsou tmavě zelená listová zelenina a barevné ovoce (Saini, 2018, s. 91, Sanchez – Moreno, 2003, s. 648, Zhou, 2011, s. 625).

1.6 Fenolické sloučeniny

Fenolické sloučeniny jsou sekundární metabolity rostlin. Představují značně rozsáhlou skupinu látek s nesčetnou rozmanitostí struktur. Společným znakem je obsah jednoho nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými skupinami. Antioxidační účinek těchto látek závisí na počtu a poloze hydroxylových skupin a také na typu ostatních substituentů. K nejvýznamnějším fenolickým látkám jsou řazeny flavonoidy, fenolické kyseliny, stilbeny a lignany. Vyskytují se ve volné, častěji však ve vázané formě, ve formě glykozidů a esterů. Na celkovém příjmu polyfenolů se nejvíce podílí flavonoidy (přibližně ze dvou třetin), fenolické kyseliny (zhruba z jedné třetiny), nejmenší podíl je tvořen ostatními fenolickými látkami (Hu, 2017, s. 109, Batista, 2016, s. 1153, Soobrattee, 2005, s. 201).

Celkový denní příjem fenolických látek je odhadován na 1 g, to je více než příjem antioxidačních vitaminů. Mnohé studie prokazují, že antioxidační aktivita fenolických látek je vyšší než antioxidační aktivita vitaminů, což přináší řadu zdravotních účinků, působí jako prevence při vzniku kardiovaskulárních chorob, karcinogeneze, neurologických poruch nebo procesů stárnutí (Paulová, 2004, s. 174).

Fenolické látky mají vliv na senzorickou i nutriční kvalitu potravin. Jsou to přírodní antioxidanty (flavonoidy, fenolické kyseliny), barviva (flavonoidy, hlavně antokyany jsou nejvýznamnější ve vodě rozpustné pigmenty, které propůjčují mnohým druhům ovoce, zeleniny a květů růžovou, červenou, modrou a fialovou barvu), chuťové látky (taniny) a vonné látky (jednoduché fenoly, kumariny). Některé jsou schopné vytvářet interakce s proteiny (taniny) a využívají se jako složka zlepšující čiřící efekt v technologii výroby vína a ovocných šťáv. Nejvýznamnějšími zdroji fenolických sloučenin jsou ovoce, zelenina, čokoláda, kakao, čaj, víno, aromatické a léčivé rostliny (Chen, 2017, s. 292, Ma, 2016, s. 2, Ondrejovič, 2009, s. 395).

1.7 Antioxidační aktivita

Antioxidační aktivita je definována jako schopnost sloučeniny (směsi látek) inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin (např. zabránit peroxidaci lipidů). Ochrana před oxidačním poškozením je zajištěna nejen antioxidanty syntetizovanými v těle (glutathion, kyselina močová, koenzym Q), ale také antioxidanty přijímanými potravou.

K nejvýznamnějším přírodním látkám s antioxidačními účinky, které jsou přijímány potravou, jsou řazeny tokoferoly a tokotrienoly (vitamin E), kyselina L-askorbová (vitamin C), karotenoidy a polyfenolické sloučeniny (např. flavonoidy, katechiny a fenolické kyseliny). Chemické složení těchto sloučenin je významným kritériem, které může ovlivnit hodnotu jejich antioxidační aktivity (Granato, 2018, s. 471). Studií Vinson (1995, s. 2801), která se zabývala porovnáním antioxidačních účinků výše uvedených

antioxidantů, bylo zjištěno, že nejsilnějším antioxidantem jsou flavonoidy (flavonoly).

Rozlišují se dva pojmy – antioxidační kapacita a aktivita. Antioxidační kapacita poskytuje informaci o délce trvání antioxidačního účinku, aktivita charakterizuje počáteční dynamiku průběhu antioxidačního procesu při určité koncentraci antioxidantu. Pro stanovení antioxidační aktivity existuje řada analytických metod. V oblasti chemických analýz a biologického hodnocení antioxidačních charakteristik byly v posledních letech vypracovány četné metody umožňující stanovení antioxidační aktivity. Mají odlišné principy a postupně se vyvíjí jejich modifikace (Apak, 2016, s. 998, Paulová, 2004, s. 175). Jejich základním smyslem je charakterizovat antioxidační aktivitu v podmínkách blízkých fyziologickému prostředí, avšak většina z nich není optimalizována pro automatizovanou analýzu. Většina používaných metod je založena na eliminaci radikálů – například metoda DPPH, ABTS, ORAC, PCL nebo na hodnocení redoxních vlastností – FRAP, voltametrie, vysoce-účinná kapalinová chromatografie (HPLC). Při hodnocení antioxidační aktivity je posuzováno působení látek různé chemické povahy s odlišnými reakčními mechanismy a používají se metody založené na různém principu. K charakterizaci potravinového materiálu z hlediska antioxidačních vlastností je proto vhodné použít více metod (Shahidi, 2015, s. 759, Sochor, 2010, s. 8620).

2 CÍLE PRÁCE

Cílem disertační práce je stanovení vybraných bioaktivních látek u vybraných druhů netradičního ovoce, které pochází z různých botanických druhů a rozdílných kultivačních podmínek, posouzení vzájemného vztahu jejich obsahu s odrůdou a různou dobou skladování.

2.1 Dílčí cíle

K uskutečnění uvedeného cíle je nutné splnění následujících dílčích cílů:

- Vytipování vhodného sortimentu netradičních surovin s předpokládaným obsahem biologicky aktivních látek (kritériem pro výběr sortimentu netradičních druhů ovoce je návaznost na předchozí výzkum v této oblasti s cílem rozšířit dosavadní poznatky o složení vybraných druhů netradičního ovoce a zvážit možnosti jejich využití v potravinářském průmyslu)
- Zvolení vhodného způsobu pro zpracování a uchování vzorků
- Určení optimálního extrakčního postupu pro izolaci vybraných biologicky aktivních látek
- Stanovení vybraných bioaktivních látek a antioxidační aktivity ve vzorcích netradičních rostlinných druhů
 - Stanovení sušiny gravimetricky za použití lyofilizace
 - Stanovení vitamínu C a E pomocí HPLC
 - Stanovení karotenoidů pomocí HPLC
 - Stanovení celkových polyfenolů spektrometricky
 - Stanovení celkových flavonoidů spektrometricky
 - Stanovení celkových antokyanů spektrometricky
 - Stanovení jednotlivých polyfenolických látek pomocí HPLC
 - Stanovení jednotlivých antokyanů pomocí HPLC
 - Stanovení antioxidační aktivity spektrometricky a pomocí chemiluminiscence (DPPH, ACW a ACL)
- Zpracování výsledků a statistické posouzení vzájemných korelací mezi obsahem biologicky aktivních látek ve vzorcích netradičních plodů v závislosti na rozdílných odrůdách, lokalitách, klimatických podmínkách a na době skladování

3 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

3.1 Charakteristika materiálu

Pro zvolené analýzy byly vybrány plody rakytníku řešetlákového (*Hippophaë rhamnoides*) z čeledi hlošínovité (*Eleagnaceae*), plody mezidruhových kříženců jeřábu obecného (*Sorbus aucuparia*) a aronie temnoplodé (*Aronia melanocarpa*) z čeledi růžovité (*Rosaceae*) a plody dřínu obecného (*Cornus Mas L.*) z čeledi dřínovité (*Cornaceae*). Jednotlivé vzorky netradičních druhů ovoce byly získány ve spolupráci s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem polnohospodářským v Bratislavě – Velké Ripňany (rakytník – odrůdy Tytii, Hergo, Dorana, Bojan, Masličnaja, Askola, Slovan, Raisa, Vitaminaja, Leicora) a Mendelovou univerzitou v Brně z pokusné genofondové plochy v katastrálním území Žabčice (rakytník – odrůda Leicora, jeřáb – odrůdy Alaja Krupnaja, Granatnaja, Granatina, Burka, Titan, Businka, Velved, Discolor, aronie – odrůda Nero a dřín – odrůdy Jantarový, Vydubecký, Jolico, Jaltský, Vyšegorodský, Elegantní, Fruchtal, Lukjanovský). Plody vybraných netradičních druhů ovoce byly sklizeny ve sklizňové zralosti. Plody rakytníku pochází z vegetační sezóny v roce 2016, ostatní plody z vegetační sezóny v roce 2015.

Pro zjištění vlivu zmražení a mechanické úpravy na obsah vitamínu C u rakytníku byla vybrána odrůda Leicora z pokusné plochy v katastrálním území Žabčice. Pro posouzení vlivu klimatických podmínek při pozdějším sběru na obsah vybraných bioaktivních látek u jeřábu byly vybrány odrůdy – Alaja Krupnaja, Granatnaja, Granatina, Burka, Titan, Businka, Velved, Discolor a Aronie Nero, které byly sklizeny v lednu v roce 2016. Charakteristiky vybraných odrůd jsou uvedeny v tabulkách 1 až 3.

Tabulka 1: Charakteristika různých odrůd rakytníku řešetlákového

Rakytník - odrůda	Původ	Ranost
Tytii	Finsko	velmi raná
Hergo	Německo	raná
Bojan	Slovensko	středně raná
Masličnaja	Rusko	středně raná
Dorana	Německo	středně pozdní
Askola	Německo	středně pozdní
Raisa	Finsko	pozdní
Slovan	Slovensko	pozdní
Vitaminaja	Rusko	pozdní
Leicora	Německo	pozdní

Tytii je odrůda dozrávající začátkem srpna. Plody jsou menší, oválné, žlutooranžové se sladkokyselou chutí. **Hergo** je odrůda dozrávající v druhé polovině srpna. Plody v plné zralosti mají protáhle-oválný tvar, jsou oranžové se

sladkokyselou chutí. **Bojan** je odrůda dozrávající v druhé polovině srpna. Plody jsou elipsovitého tvaru, oranžovočervené barvy, mají kyselou chuť. **Masličnaja** je odrůda rakytníku dozrávající v druhé polovině srpna a začátkem září. Plody mají vejčitý tvar, červené zbarvení a hořkokyselou chuť. **Dorana** je odrůda dozrávající koncem srpna. Plody jsou vejčitého tvaru, žlutooranžové s kyselou chutí. **Askola** je odrůda dozrávající koncem srpna a během září. Poskytuje sytě oranžové plody střední velikosti a kyselé chuti. **Raisa** je odrůda dozrávající v průběhu září. Poskytuje malé, oranžové plody s hořkou chutí. Tato odrůda se vyznačuje značnou odolností vůči chorobám. **Slovan** je odrůda rakytníku dozrávající v druhé polovině září. Plody jsou žlutooranžové, střední velikosti vejčito-oválného tvaru s hořkokyselou chutí. **Vitaminaja** také dozrává během září a poskytuje válcovité, oranžově zbarvené, kyselé plody. **Leicora** je odrůda rakytníku, která dozrává v druhé polovině září. Její plody se vyznačují oválným tvarem, tmavě oranžovou barvou a sladkokyselou chutí (Bajer, 2014, s. 98-108, Řezníček, 2011, s. 525, Metodické listy OPVK, s. 6).

Tabulka 2: Charakteristika různých odrůd jeřábů a aronie černé

Jeřáb - odrůda	Původ	Zralost
Alaja Krupnaja	Rusko	polovina srpna
Granatnaja	Rusko	konec srpna
Granatina	Slovensko	konec srpna
Burka	Rusko	konec srpna
Titan	Rusko	začátek září
Businka	Rusko	začátek září
Velved	Rusko	polovina září
Discolor	Rusko	polovina září
Aronie		
Nero	Česká republika	červenec

Alaja Krupnaja je mičurinský kříženec jeřábu obecného a hrušně (*Sorbus aucuparia* x *Pyrus species*). Poskytuje světlé růžově zbarvené plody se sladkokyselou, mírně svíravou chutí. **Granatnaja** vznikla křížením jeřábu obecného a hlohu sibiřského (*Sorbus aucuparia* x *Crataegus sanguinea*). Plody jsou granátové barvy s příjemnou sladkokyselou chutí. **Granatina** je kříženec jeřábu obecného, hlohu sibiřského a hlohu obecného (*Sorbus aucuparia* x *Crataegus sanguinea* x *Crataegus laevigata*). Plody jsou kulaté, granátově zbarvené a mají sladkokyselou chuť. **Burka** je ruský kříženec mezi jeřábem obecným a jeřáboplodcem horským, což je kříženec jeřábu a aronie (*Sorbus aucuparia* x [*Sorbus aria* x *Aronia arbutifolia*]). Poskytuje velké plody s granátově červenou barvou. Jsou šťavnaté, sladké a vhodné k přímé spotřebě. **Titan** je mičurinský kříženec jeřábu obecného (odrůdy Burka), jabloně a hrušně (*Sorbus aucuparia* x *Malus species* x *Pyrus species*). Poskytuje tmavě

červené plody se sladkokyselou chutí. **Businka** odrůda jeřábu, jejíž plody jsou kulaté, oranžovočervené a mají sladkokyselou, lehce nahořklou chuť. **Velved** je ruský kříženec jeřábu Nevežinský. Plody jsou oranžovočervené barvy a mají příjemnou sladkou chuť. Plody odrůdy **Discolor** jsou oranžovočervené barvy se sladkokyselou chutí. **Aronie Nero** poskytuje tmavé, černě zbarvené plody s příjemně sladkokyselou, lehce svíravou chutí. (Hukkanen, 2006, s. 113, Metodické listy OPVK, s. 13, Řezníček, 2011, s. 522, Zymone, 2018, s. 12).

Tabulka 3: Charakteristika různých odrůd dřínu obecného

Dřín - odrůda	Původ	Zralost
Jantarový	Ukrajina	červen
Jaltský	Rusko	začátek července
Vydubecký	Rusko	červenec
Vyšegorodský	Rusko	červenec
Elegantní	Rusko	červenec
Fruchtal	Rakousko	červenec
Lukjanovský	Rusko	konec července
Jolico	Rakousko	srpen

Jantarový je velmi raná odrůda dřínu, jejíž plody jsou hruškovitého tvaru se žlutou barvou a sladkou chutí. **Jaltský** je raná odrůda poskytující oválné plody s tmavočervenou barvou a výrazně kyselou chutí. **Vydubecký** patří mezi ranější odrůdy s velkými plody, oválného až hruškovitého tvaru, tmavě červené barvy s typickou dřínovou chutí. Plody odrůdy **Vyšegorodský** jsou velké, oválné, tmavě červené se sladkokyselou chutí. **Elegantní** je odrůda dřínu poskytující střední až velké, tmavě červené plody s typickou dřínovou chutí. Plody odrůdy **Fruchtal** jsou oválného tvaru, červené barvy s příjemně kyselou chutí. **Lukjanovský** poskytuje velké plody hruškovitého tvaru a tmavě červené barvy se specifickou chutí. **Jolico** má velké oválné plody s tmavě červenou barvou a příjemnou jemně kyselou chuť (Metodické listy OPVK, s. 10, Řezníček, 2011, s. 521–522).

3.2 Charakteristika lokalit odběru vzorků

Hodnoty dlouhodobých průměrů teplot a srážek a jejich průměrů v letech 2015 a 2016 jsou uvedeny v tabulce 4. Pokusné plochy se nachází v nadmořských výškách 188 m n. m (Velké Ripňany) a 148 m n. m (Žabčice).

Tabulka 4: Klimatické charakteristiky pokusné plochy Velké Ripňany a Žabčice

Klimatické podmínky	Velké Ripňany		Žabčice		
	Průměr	2016	Průměr	2015	2016
Teplota [°C]	9,7	11,0	9,2	11,1	10,9
Srážky [mm]	582	621	480	362	533

3.3 Vlastní metody stanovení

3.3.1 Stanovení obsahu vlhkosti

Čerstvé zhomogenizované vzorky netradičních plodů ovoce byly zmrazeny a uchovávány při -80 °C po dobu nejméně 24 hodin, poté byly podrobeny lyofilizaci. Obsah vlhkosti v % byl zjištěn gravimetricky. Získaný prášek byl u zkoumaných odrůd jeřábu, aronie a dřínu použit k jednotlivým analýzám.

3.3.2 Stanovení obsahu vitamínu C

Extrakce vitamínu C byla provedena z navážky zhomogenizované hmoty a extrakčního činidla složeného z metanolu, kyseliny o-fosforečné a redestilované vody. Obsah vitamínu C byl stanoven pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie s reverzní fází (RP-HPLC). Obsah vitamínu C byl kvantifikován pomocí metody lineární regrese za využití metody kalibrační křivky za použití standardu L-askorbové kyseliny a vyjádřen v g.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) u vzorků rakytníku, u vzorků jeřábu, aronie a dřínu v g.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW).

3.3.3 Stanovení obsahu vitamínu E

Extrakt vitamínu E byl připraven z navážky zhomogenizované hmoty a metanolu. Obsah vitamínu E byl stanoven pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie s reverzní fází (RP-HPLC). Obsah vitamínu E byl kvantifikován pomocí metody lineární regrese za využití metody kalibrační křivky za použití standardu D α-tokoferol sukcinátu a vyjádřen jako ekvivalentní množství mg standardu.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) u vzorků rakytníku a v mg.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu.

3.3.4 Stanovení jednotlivých karotenoidů metodou RP-HPLC

Extrakt pro stanovení jednotlivých karotenoidů byl připraven z navážky zhomogenizované hmoty a extrakční směsi složené z hexanu, acetonu a etanolu v poměru. Obsah jednotlivých karotenů (β-karoten a lykopen) a xantofylů (lutein a zeaxantin) byl zjišťován pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (RP-HPLC). Jednotlivé karoteny a xantofyly byly identifikovány za použití retenčního času a metody přídatku standardu a byly vyjádřeny v mg.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW).

3.3.5 Příprava extraktů pro stanovení celkových polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC), antioxidační aktivity metodou DPPH a vybraných polyfenolických látek pomocí HPLC

Pro stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, celkových obsahů polyfenolů (TPC) a flavonoidů (TFC) a vybraných polyfenolických látek byla použita stejná extrakce vzorků netradičních druhů ovoce. Extrakt byl získán extrakcí zhomogenizované hmoty ovoce směsí redestilované vody a metanolu.

3.3.6 Stanovení obsahu celkových polyfenolů (TPC)

Celkový obsah polyfenolických látek byl zjišťován použitím tzv. Folin-Ciocalteuovy metody, spektrometricky. TPC byl vyhodnocen pomocí rovnice regrese kalibrační křivky standardu kyseliny gallové a vyjádřen jako ekvivalent kyseliny gallové v g GAE.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) u vzorků rakytníku a v g GAE.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu.

3.3.7 Stanovení obsahu celkových flavonoidů (TFC)

Celkový obsah flavonoidů (TFC) byl stanoven spektrometricky. Přítomnost flavonoidů vyvolává změnu zbarvení roztoků NaNO₂ a AlCl₃. TFC byl vyjádřen jako ekvivalent rutinu v mg RE.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) vzorků rakytníku a v g RE.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu.

3.3.8 Stanovení obsahu celkových antokyanů (TAC)

Extrakt pro stanovení celkových antokyanů (TAC) byl připraven z navážky zhomogenizované hmoty ovoce a extrakční směsi složené z metanolu, redestilované vody a kyseliny octové. Obsah celkových antokyanů (TAC) byl stanoven spektrometrickou pH-diferenční metodou, při které dochází ke změně absorpčního spektra antokyanů v závislosti na pH. TAC byl vyjádřen jako ekvivalent kyanidinu-3-glukozidu v mg COG.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu.

3.3.9 Stanovení obsahu jednotlivých fenolických látek metodou RP-HPLC

Profil vybraných polyfenolických látek (flavonoidy: flavonoly – kvercetin, rutin, kemferol a flavanoly – epigallokatechin, epikatechin, katechin; stilbeny – resveratrol; fenolové kyseliny: deriváty benzoové kyseliny (DBA) – gallová, vanilová, syringová, protokatechová, 4-hydroxybenzoová, ellagová, etylester protokatechové kyseliny a deriváty skořicové kyseliny (DCA) – *t*-skořicová, hydroxyskořicová, kávová, ferulová, chlorogenová, *p*-kumarová) byl zjišťován pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (RP-HPLC). Pro vyhodnocení byly použity standardy jednotlivých polyfenolických látek. Jednotlivé polyfenolické látky byly identifikovány za použití retenčního času a metody přídávku standardu a byly vyjádřeny v mg.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) u vzorků rakytníku a v mg.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu.

3.3.10 Stanovení obsahu jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC

Pro stanovení jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC byly použity stejné extrakty jako pro stanovení obsahu celkových antokyanů (TAC) spektrometricky a postup jejich přípravy je uveden v kap. 3.2.8.

Obsah jednotlivých antokyanů (delfinidin-3-glukozid, kyanidin-3-glukozid, kyanidin-3-rutinozid, pelargonidin-3-glukozid a peonidin-3-glukozid) byl zjišťován pomocí vysokoúčinné kapalné chromatografie (RP-HPLC). Jednotlivé antokyany byly identifikovány za použití retenčního času a metody přídatku standardu a byly vyjádřeny v mg.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW).

3.3.11 Stanovení antioxidační aktivity

Antioxidační aktivita u vybraných vzorků netradičních druhů ovoce byla stanovena spektrometrickou metodou DPPH a fotochemiluminiscenční metodou (PCL).

Metoda DPPH

Metoda DPPH je založena na reakci testované látky se stabilním radikálem DPPH – difenylpicrylhydrazylem (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl). Vyhodnocení bylo provedeno pomocí rovnice regrese kalibrační křivky standardu trolox (TE) a výsledek byl vyjádřen jako ekvivalent troloxu v g TE.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) vzorků rakytníku a v g TE.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu.

Metoda PCL

Jedná se o fotochemiluminiscenční metodu, která je založena na kombinaci velmi rychlé excitace a generování radikálů s vysoce citlivou luminometrickou detekcí. Použitím vhodných kitů lze stanovit antioxidační aktivitu ve vodě rozpustných látek (ACW) a v tuku rozpustných látek (ACL). Výsledky byly vyhodnoceny pomocí kalibrační křivky, kdy pro ACW byl použit jako standard kyselina L-askorbová (AAE) a pro ACL standard trolox (TE). Výsledky byly vyjádřeny v g ekvivalentu AAE.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) u vzorků rakytníku a v g AAE.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu pro ACW a v g ekvivalentu TE.kg⁻¹ čerstvého ovoce (FW) u vzorků rakytníku a v g TE.kg⁻¹ lyofilizovaného ovoce (DW) u vzorků jeřábu, aronie a dřínu pro ACL.

3.3.12 Statistické vyhodnocení získaných dat

Naměřená data byla vyjádřena jako střední hodnota ± směrodatná odchylka a k jejich výpočtu byl použit program Microsoft Office Excel (Redmond, WA, USA). Všechny analýzy byly provedeny třikrát ve dvou opakováních. Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno pomocí statistického programu SPSS 12.0 (SPSS Inc.) Pro zjištění lineárních závislostí mezi různými veličinami, stanovenými odlišnými metodami, byly vypočítány hodnoty Pearsonových korelačních koeficientů (R), přičemž síla vzájemných korelací byla vyhodnocena podle stupnice navržené Evansem (1996).

4 HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE

4.1 Rakytník řešetlákový (*Hippophaë rhamnoides*)

4.1.1 Stanovení vlhkosti, vitaminů C a E, TPC, TFC a karotenoidů

Hodnoty vlhkosti, vitaminů C a E, celkových polyfenolů (TPC), celkových flavonoidů (TFC) a jednotlivých karotenoidů u plodů a listů různých odrůd rakytníku jsou uvedeny v tabulce 5.

Obsah vlhkosti v plodech různých odrůd rakytníku byl stanoven v rozsahu od 83,8 % (Leicora – Ž) do 87,4 % (Tytti, Masličnaja). V listech činila vlhkost malý podíl v rozmezí od 4,7 % (Raisa) do 7,9 % (Leicora – Ž). Stanovené hodnoty byly v souladu, případně o málo nižší než publikovaná hodnota vlhkosti – 87,01 % u čerstvých plodů kultivaru rakytníku „Indian Summer“ původem z Kanady (Araya-Farias, 2011, s. 354).

V analyzovaných odrůdách rakytníku byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu vitamínu C. Vliv doby ranosti se projevil zejména u plodů, kdy u velmi raných a středně raných plodů zrajících v první a v druhé polovině srpna byly zjištěny nižší obsahy v rozmezí od 0,98 g.kg⁻¹ (Bojan) do 2,25 g.kg⁻¹ (Masličnaja), zatímco ve skupinách středně pozdních a pozdních odrůd byly hodnoty vyšší, a to v rozmezí od 3,11 g.kg⁻¹ (Leicora) do 3,65 g.kg⁻¹ (Slovan). U odrůdy Leicora byly analyzovány dva vzorky, které se lišily místem kultivace. U vzorku z Velkých Ripňan byl obsah vitamínu C vyšší – 3,11 g.kg⁻¹, zatímco vzorek z Žabčic obsahoval 2,97 g.kg⁻¹.

V analyzovaných odrůdách Hergo a Leicora byly zjištěny vyšší hodnoty vitamínu C než publikovaný obsah 0,87 g.kg⁻¹ a 1,7 g.kg⁻¹ v plodech stejných odrůd v uvedeném pořadí, původem ze stejné lokality Žabčice ze sklizně v roce 2006 (Řezníček a Plšek, 2008, s. 3). Ve srovnání s publikovanou hodnotou – 1,85 g.kg⁻¹ u čerstvých plodů kultivaru rakytníku „Indian Summer“ původem z Kanady, byly v analyzovaných plodech hodnoty vitamínu C převážně vyšší (Araya-Farias, 2015, s. 354), ale na druhou stranu nižší než publikovaná množství 4,36 g.kg⁻¹ a 4,14 g.kg⁻¹ v plodech dvou odrůd, pocházejících z Německa a Rumunska, v uvedeném pořadí (Gutzeit, 2008, s. 617). Lokalita je jedním z faktorů, který může ovlivnit obsah vitamínu C. Pro obsah vitamínu C je kromě odrůdy důležitá i doba sklizně, protože obsah vitamínu C může být ovlivněn způsobem jeho syntézy, který se může lišit v závislosti na zralosti (Cruz-Rus, 2010, s. 740, Ohkawa, 2009, s. 291). Ve šťávě z plodů divoce rostoucích i kultivovaných rakytníků *Hippophaë rhamnoides* subsp. *mongolica* z Finska byl publikován snižující se trend obsahu vitamínu C u plodů zrajících od září do listopadu (Kallio, 2002, s. 6139). Podobně u plodů pocházejících z Pákistánu byl obsah vitamínu C nejvyšší u středně zralých plodů, sklizených v polovině srpna, zatímco u málo zralých plodů (sběr koncem července) a plně zralých plodů (začátkem září) byl jeho obsah nižší (Arif, 2010, s. 3566). Variabilita obsahu vitamínu C byla publikována i v závislosti na roku sklizně

z důvodu rozdílných teplot při zrání plodů, v roce 2002 byl jeho obsah vyšší než v roce 2003 (Tiitinen, 2005, s. 1696) a v roce 2003 s vyšším počtem slunečných dnů byl jeho obsah vyšší než v roce 2004.

U listů se vliv ranosti na obsah vitamínu C u jednotlivých odrůd neprojevil, ale mezi různými odrůdami byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Nejnižší obsah byl zjištěn u středně rané odrůdy Hergo – 22,81 g.kg⁻¹ a nejvyšší obsah u středně rané odrůdy Bojan – 46,32 g.kg⁻¹ a středně pozdní odrůdy Dorana – 45,30 g.kg⁻¹. Také mezi listy stejné odrůdy kultivované v různých lokalitách byl zjištěn značný rozdíl v obsahu vitamínu C, kdy u listů Leicory z Velkých Ripňan bylo stanoveno 39,01 g.kg⁻¹, zatímco u listů Leicory z Žabčic jenom 25,75 g.kg⁻¹. V listech rakytníku původem z Polska byl publikován mnohem nižší obsah vitamínu C – 2,22 g.kg⁻¹ DW (Jaroszewska a Biel, 2017, s. 160).

Z údajů v tabulce 5 vyplývá, že vliv doby ranosti jednotlivých odrůd se na obsah vitamínu E v plodech a listech neprojevil, ale byly zjištěny statisticky významné rozdíly v jeho obsahu, vyjádřené v mg.kg⁻¹ vzorku. Nejnižší obsah – 5,83 mg.kg⁻¹ byl stanoven u odrůdy Leicora z Velkých Ripňan a 6,53 mg.kg⁻¹ u stejné odrůdy z Žabčic. Nejvyšší obsah – 29,91 mg.kg⁻¹ byl zjištěn u odrůdy Masličnaja. V analyzovaných plodech byly hodnoty vitamínu E nižší než publikované množství 34,5 mg.kg⁻¹ v plodech rakytníku sklizených v září v roce 2008 v Ladakhu (Stobdan, 2010, s. 228), 58,2 mg.kg⁻¹ a u plodů z Rumunska (Pop, 2015, s. 174). V listech rakytníku byly zjištěny také statisticky významné rozdíly v obsahu vitamínu E, a to v rozmezí od 71,54 mg.kg⁻¹ (Askola) do 153,99 mg.kg⁻¹ (Tytii). Mnohem nižší obsah vitamínu E – 40,98 mg.kg⁻¹ DW byl publikován v listech rakytníku původem z Polska (Jaroszewska a Biel, 2017, s. 160).

Rakytníky jsou také významným zdrojem fenolických sloučenin, ve středně pozdní odrůdě Dorana byl stanoven nejvyšší celkový obsah fenolických látek (TPC) v plodech – 3,62 g GAE.kg⁻¹ FW i v listech – 4,11 g GAE.kg⁻¹ FW, zatímco nejnižší hodnota TPC byla stanovena u plodů středně rané odrůdy Bojan – 0,70 g GAE.kg⁻¹ FW a v listech byl nejnižší obsah – 0,55 g GAE.kg⁻¹ FW v rané odrůdě Tytii. Publikované množství celkových polyfenolů (TPC) – 44,56 g GAE.kg⁻¹ DW plodů rakytníku původem z Ladakhu bylo dvakrát nižší než jejich množství v listech – 83,08 g GAE.kg⁻¹ DW (Stobdan, 2013, s. 11). Odlišné obsahy TPC – 21,58 g.kg⁻¹ v roce 2014 a 32,16 g.kg⁻¹ v roce 2015 byly publikovány v plodech různých kultivarů rakytníku pocházející z různých lokalit v Iránu v závislosti na roku sklizně (Kuhkeil, 2017, s. 7). Obsah TPC se může lišit v závislosti na roku sklizně, kdy ve srovnání s publikovanými hodnotami TPC byl v odrůdě Hergo stanoven mnohem nižší obsah TPC – 1,15 g GAE.kg⁻¹ než obsah – 9,65 g GAE.kg⁻¹ v plodech stejné odrůdy z lokality Žabčice, ale ze sklizně v letech 2011 až 2012, ale naopak v odrůdě Leicora byl stanoven nižší obsah – 2,42 g GAE.kg⁻¹ oproti publikované hodnotě 9,74 g GAE.kg⁻¹ v plodech stejné odrůdy (Rop, 2014, s. 227).

Tabulka 5: Obsah vlhkosti, vitaminů C a E, TPC, TFC a karotenoidů v čerstvých plodech a listech rakytníku řešetlákového

Odrůdy	Vlhkost [%]		Vitamin C [g.kg ⁻¹]		Vitamin E [mg.kg ⁻¹]		TPC [g GAE.kg ⁻¹]		TFC [mg RE.kg ⁻¹]		β-karoten [mg.kg ⁻¹]		Lykopen [mg.kg ⁻¹]		Lutein [mg.kg ⁻¹]		Zeaxantin [mg.kg ⁻¹]	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<i>Plody</i>																		
Tytii	87,4	0,6 ^{a,b}	2,01	0,01 ^a	19,82	0,11 ^a	1,26	0,01 ^a	2,77	0,06 ^a	5,79	0,01 ^a	ns		0,48	0,00 ^a	1,68	0,02 ^a
Hergo	86,4	1,0 ^{a,b,c,d}	1,49	0,01 ^b	16,10	0,73 ^b	1,15	0,01 ^b	1,88	0,15 ^b	6,55	0,02 ^b	ns		0,33	0,02 ^b	2,06	0,01 ^b
Bojan	86,5	0,4 ^{a,d}	0,98	0,00 ^c	6,98	0,03 ^c	0,70	0,01 ^c	3,46	0,27 ^{c,d}	2,33	0,03 ^c	ns		1,14	0,01 ^c	1,48	0,01 ^c
Masličnaja	87,4	0,2 ^{a,b}	2,25	0,00 ^d	29,91	0,23 ^d	2,55	0,02 ^d	3,68	0,32 ^c	5,22	0,07 ^d	0,71	0,03 ^a	0,09	0,00 ^d	0,72	0,01 ^d
Dorana	84,9	0,2 ^e	3,18	0,00 ^e	11,83	0,05 ^e	3,62	0,05 ^e	3,72	0,25 ^c	2,33	0,05 ^e	ns		0,24	0,01 ^e	0,87	0,00 ^e
Askola	85,6	0,2 ^c	3,46	0,02 ^f	14,49	0,21 ^f	2,66	0,02 ^g	2,50	0,12 ^e	9,09	0,08 ^f	ns		0,07	0,00 ^f	1,17	0,01 ^f
Raisa	85,9	0,4 ^{c,d}	3,46	0,00 ^f	7,60	0,06 ^g	2,90	0,01 ^f	2,96	0,25 ^{a,d}	61,81	0,08 ^g	6,04	0,06 ^b	0,20	0,02 ^g	1,97	0,01 ^g
Slovan	84,2	0,6 ^{e,f}	3,65	0,00 ^g	7,43	0,09 ^h	3,20	0,03 ^h	2,45	0,11 ^e	44,86	0,04 ^h	4,29	0,04 ^c	0,21	0,02 ^f	1,62	0,00 ^h
Vitaminajaja	84,9	0,2 ^e	3,53	0,00 ^h	10,90	0,28 ⁱ	2,55	0,01 ⁱ	2,85	0,05 ^a	95,74	0,07 ⁱ	13,26	0,11 ^d	0,26	0,01 ^{e,h}	2,96	0,01 ⁱ
Leicora – VR	84,3	0,4 ^{e,f}	3,11	0,01 ⁱ	5,83	0,03 ^j	2,30	0,01 ^j	2,36	0,20 ^e	65,61	0,04 ^j	8,15	0,05 ^e	0,29	0,01 ⁱ	1,88	0,02 ^j
Leicora – Ž	83,8	0,6 ^f	2,97	0,01 ^j	6,53	0,13 ^k	2,42	0,01 ^k	2,41	0,01 ^e	74,18	0,04 ^k	ns		0,29	0,02 ^{b,h,i}	2,10	0,00 ^k
<i>Listy</i>																		
Tytii	4,8	0,2 ^{a,b}	32,59	0,11 ^a	153,99	2,68 ^a	0,55	0,03 ^a	35,84	1,41 ^{a,b}								
Hergo	7,7	0,3 ^c	22,81	0,14 ^b	128,21	4,76 ^b	1,35	0,07 ^b	28,47	1,19 ^c								
Bojan	4,9	0,2 ^{a,b}	46,32	0,06 ^c	111,59	0,42 ^c	1,52	0,05 ^c	49,58	3,26 ^d								
Masličnaja	6,8	0,1 ^d	41,70	0,08 ^d	108,31	0,92 ^d	3,47	0,17 ^d	42,44	3,16 ^e								
Dorana	5,9	0,2 ^e	45,30	0,15 ^e	101,66	1,73 ^e	4,11	0,25 ^e	14,40	0,47 ^f								
Askola	5,7	0,2 ^{e,f}	29,85	0,04 ^f	71,54	0,52 ^f	1,84	0,14 ^f	39,79	1,45 ^e								
Raisa	4,7	0,2 ^a	40,00	0,05 ^g	123,02	0,26 ^g	1,04	0,04 ^g	38,24	2,68 ^{b,e}								
Slovan	5,9	0,3 ^{e,f}	33,21	0,10 ^h	74,38	0,38 ^h	1,26	0,03 ^h	14,40	0,473 ^f								
Vitaminajaja	5,2	0,2 ^{b,g}	38,79	0,13 ⁱ	83,65	1,93 ⁱ	1,07	0,04 ^f	33,00	1,48 ^a								
Leicora – VR	5,5	0,1 ^{f,g}	39,01	0,09 ⁱ	92,01	0,28 ^j	1,07	0,05 ^f	28,87	3,52 ^c								
Leicora – Ž	7,9	0,4 ^c	25,75	0,11 ^j	93,14	0,35 ^k	1,18	0,01 ⁱ	30,12	0,31 ^c								

TPC – obsah celkových polyfenolů, TFC – obsah celkových flavonoidů, VR – Velké Ripňany, Ž – Žabčice

Výsledky jsou vyjádřeny jako aritmetický průměr ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Nejvyšší obsah celkových flavonoidů (TFC) byl u plodů také stanoven v odrůdě Dorana – 3,72 mg RE.kg⁻¹ FW. Listy rakytníků obsahovaly více než 10krát vyšší množství TFC. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny v odrůdě Bojan – 49,58 mg RE.kg⁻¹ FW. Ve srovnání s publikovanými hodnotami TFC byly v analyzovaných vzorcích zjištěny mnohem nižší hodnoty, např. v odrůdě Hergo bylo stanoveno – 1,88 g RE.kg⁻¹, zatímco v plodech stejné odrůdy z lokality Žabčice byla publikovaná hodnota – 4,98 g RE.kg⁻¹ a v odrůdě Leicora původem z Žabčic bylo analyzováno – 2,41 g RE.kg⁻¹ oproti publikované hodnotě 5,04 g RE.kg⁻¹ v plodech stejné odrůdy (Rop, 2014, s. 227). Analyzované množství TFC v rakytníkových listech bylo mnohem nižší než v listech rakytníku původem z Jižní Koreje, které se podobně jako u TPC, zvyšovalo od června do srpna 2010 z hodnoty 16,0 na 21,8 g ekvivalentu katechinu.kg⁻¹ DW (Cho, 2017, s. 1260).

Obecně lze konstatovat, že obsahy jednotlivých xantofylů (lutein a zeaxantin) a karotenoidů (β-karoten a lykopen) stanovených metodou RP-HPLC se liší v závislosti na odrůdě. β-karoten byl v souladu s publikovanými údaji stanoven ze všech karotenoidů v nejvyšším množství. Z naměřených hodnot vyplývá, že u pozdních odrůd byly zjištěny nejvyšší obsahy, a to v rozsahu od 44,86 mg.kg⁻¹ (Slovan) do 95,74 mg.kg⁻¹ (Vitaminaja). V souladu s hodnotami stanovenými u pozdních odrůd bylo publikováno 54,4 mg.kg⁻¹ β-karotenu v odrůdě Ljubitel'skaja původem ze Švédska (Anderson, 2009, s. 256). Velmi nízké hodnoty β-karotenu byly publikovány v plodech deseti odrůd rakytníku původem z Iránu, a to v průměru – 0,25 g.kg⁻¹ v roce 2014 a 0,22 g.kg⁻¹ DW v roce 2015 (Kuhkeil, 2017, s. 8). U šesti odrůd z Rumunska byl β-karoten také v nejvyšším zastoupení, ale jeho obsah se mezi jednotlivými odrůdami značně lišil v rozmezí od 19 mg.kg⁻¹ do 74 mg.kg⁻¹ DW (Pop, 2014, s. 7).

4.1.2 Zhodnocení vlivu různých faktorů na obsah vitamínu C

Vzhledem k nestabilitě vitamínu C byly sledovány změny jeho obsahu vlivem doby skladování a také vlivem vybraných technologických úprav. Pro tyto analýzy byly vzorky zamrazeny a uchovávány při teplotě -18 °C.

Vliv skladování

Vliv doby skladování na obsah vitamínu C v plodech a listech rakytníků byl sledován ve srovnání s jeho hodnotou v čerstvých vzorcích (1. den) v různých časových intervalech (po 1 týdnu, 2 týdnech a po 1, 6 a 12 měsících u plodů a po 1 týdnu a 6 a 12 měsících u listů) ve zmrazených vzorcích a výsledky těchto měření jsou uvedeny v tabulkách 6 a 7.

K největšímu poklesu obsahu vitamínu C došlo u odrůdy Hergo (69,6 %) z hodnoty 1,49 g.kg⁻¹ na 0,45 g.kg⁻¹. Nejnižší pokles po roce skladování byl zjištěn u odrůdy Askola (46,9 %) z hodnoty 3,46 g.kg⁻¹ na 1,83 g.kg⁻¹. U listů byl největší pokles zjištěn u odrůdy Bojan (62,0 %) z hodnoty 46,32 g.kg⁻¹ na

17,62 g.kg⁻¹, zatímco nejnižší pokles byl zaznamenán u odrůdy Slovan (40,7 %) z hodnoty 33,21 g.kg⁻¹ na 19,71 g.kg⁻¹.

Tabulka 6: Obsahy vitamínu C [g.kg⁻¹] v čerstvých plodech různých odrůd rakytníku řešetlákového v průběhu skladování

Odrůdy	Obsah vitamínu C [g.kg ⁻¹]											
	1. den		1 týden		2 týdny		1 měsíc		6 měsíců		1 rok	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Tytii	2,01	0,01 ^a	1,92	0,01 ^a	1,88	0,00 ^a	1,83	0,00 ^a	1,38	0,01 ^a	0,90	0,01 ^a
Hergo	1,49	0,01 ^b	1,47	0,00 ^b	1,43	0,01 ^b	1,39	0,00 ^b	0,69	0,00 ^b	0,45	0,02 ^b
Bojan	0,98	0,00 ^c	0,92	0,01 ^c	0,88	0,00 ^c	0,79	0,02 ^c	0,48	0,00 ^c	0,45	0,00 ^b
Masličnaja	2,25	0,00 ^d	2,14	0,00 ^d	2,03	0,05 ^d	1,95	0,00 ^d	1,19	0,00 ^d	1,01	0,03 ^c
Dorana	3,18	0,00 ^e	3,13	0,01 ^e	3,04	0,00 ^e	2,30	0,01 ^e	2,21	0,00 ^e	1,59	0,00 ^d
Askola	3,46	0,02 ^f	3,31	0,01 ^f	2,94	0,01 ^f	2,50	0,00 ^f	1,96	0,02 ^f	1,83	0,03 ^e
Raisa	3,46	0,00 ^f	3,44	0,00 ^g	3,35	0,00 ^g	3,10	0,01 ^g	1,70	0,00 ^g	1,54	0,01 ^f
Slovan	3,65	0,00 ^g	3,54	0,00 ^h	3,40	0,01 ^h	3,14	0,01 ^h	1,93	0,00 ^h	1,47	0,02 ^g
Vitaminaja	3,53	0,00 ^h	3,22	0,03 ⁱ	3,18	0,00 ⁱ	3,15	0,03 ^h	1,58	0,01 ⁱ	1,22	0,01 ^h
Leicora	3,11	0,01 ⁱ	2,99	0,00 ^j	2,87	0,01 ^j	2,82	0,01 ⁱ	1,57	0,00 ⁱ	1,39	0,01 ⁱ

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Tabulka 7: Obsahy vitamínu C [g.kg⁻¹] v čerstvých listech různých odrůd rakytníku řešetlákového v průběhu skladování

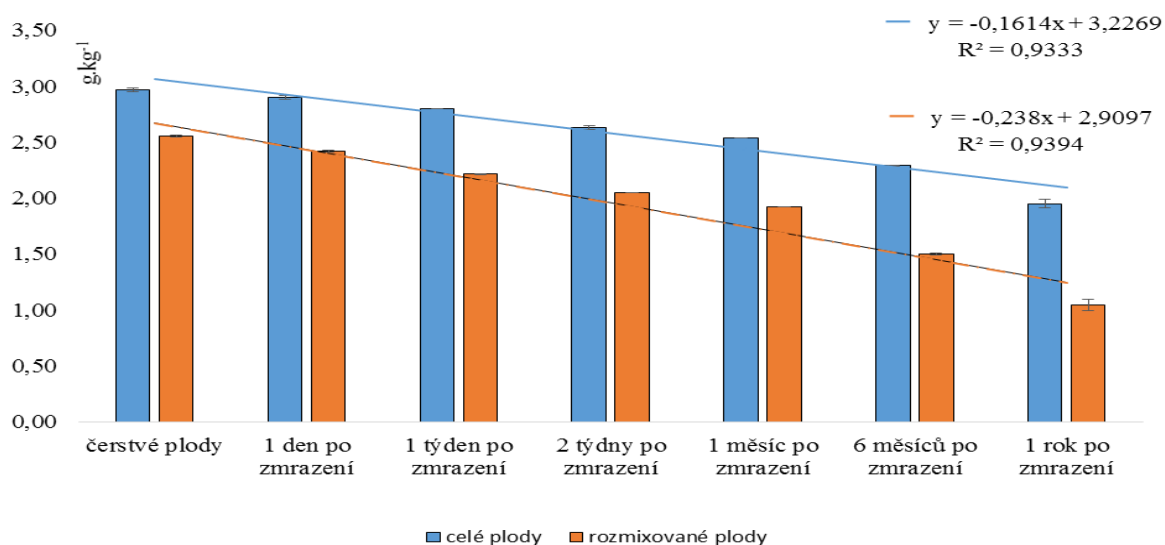
Odrůdy	Obsah vitamínu C [g.kg ⁻¹]							
	1. den		1 týden		6 měsíců		1 rok	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Tytii	32,59	0,11 ^a	30,93	0,02 ^a	17,69	0,03 ^a	12,98	0,01 ^a
Hergo	22,81	0,14 ^b	16,83	0,02 ^b	11,46	0,01 ^b	10,31	0,06 ^b
Bojan	46,32	0,06 ^c	36,89	0,05 ^c	21,36	0,02 ^c	17,62	0,24 ^c
Masličnaja	41,70	0,08 ^d	37,58	0,01 ^d	33,81	0,01 ^d	21,55	0,06 ^d
Dorana	45,30	0,15 ^e	37,03	0,02 ^e	28,99	0,08 ^e	21,98	0,01 ^e
Askola	29,85	0,04 ^f	23,19	0,06 ^f	18,59	0,02 ^f	16,78	0,01 ^f
Raisa	40,00	0,05 ^g	36,03	0,17 ^g	26,96	0,03 ^g	21,98	0,02 ^e
Slovan	33,21	0,10 ^h	31,51	0,03 ^h	24,37	0,03 ^h	19,71	0,00 ^g
Vitaminaja	38,79	0,13 ⁱ	28,60	0,01 ⁱ	19,80	0,02 ⁱ	15,72	0,03 ^h
Leicora	39,01	0,09 ⁱ	35,71	0,01 ^j	23,06	0,03 ^j	17,81	0,01 ^c

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Je zřejmé, že během skladování docházelo v plodech rakytníků k nerovnoměrnému úbytku vitamínu C, přičemž během prvního měsíce skladování byl úbytek u převážné většiny vzorků poměrně nízký, po týdnu byl průměrný úbytek 3,9 %, po dvou týdnech 7,8 % a po měsíci činil 14,9 %. K velkému poklesu o 46 % došlo po půl roce skladování a po roce činil úbytek 56,7 %. U listů došlo po 1 týdnu skladování k většímu úbytku vitamínu C, a to o 15,2 %. Další měření bylo provedeno po půl roce skladování a úbytek činil 37,9 % a po roce 51,1 %, což bylo méně než u plodů. Vzhledem k tepelné a světelné nestabilitě vitamínu C může během skladování plodů i listů rakytníku docházet k jeho ztrátám a ke snížení nutriční hodnoty plodů i listů. Kromě fyzikálních faktorů může být degradace vitamínu C způsobena také působením enzymů. Podle publikovaných údajů byl oproti analyzovaným plodům zjištěn mnohem větší pokles vitamínu C v rakytníkových šťávách skladovaných při různých teplotách a vyrobených z plodů původem z Německa a z Rumunska, a to o 12,5 % a 10,8 %, v uvedeném pořadí, které byly skladovány při teplotě 6 °C a o 21,4 % a 19,9 %, v uvedeném pořadí, skladovaných při teplotě 25 °C (Gutzeit, 2008, s. 618). Odlišné závěry byly publikovány u plodů a šťáv z divoce rostoucích i kultivovaných rakytníků *Hippophaë rhamnoides* subsp. *mongolica* z Finska po jejich skladování při teplotě 5 °C po dobu 14 dnů, ale také po skladování při teplotě -20 °C po dobu 6 a 13 měsíců, kdy nebyly zjištěny výrazné změny v obsahu vitamínu C (Kallio, 2002, s. 6139).

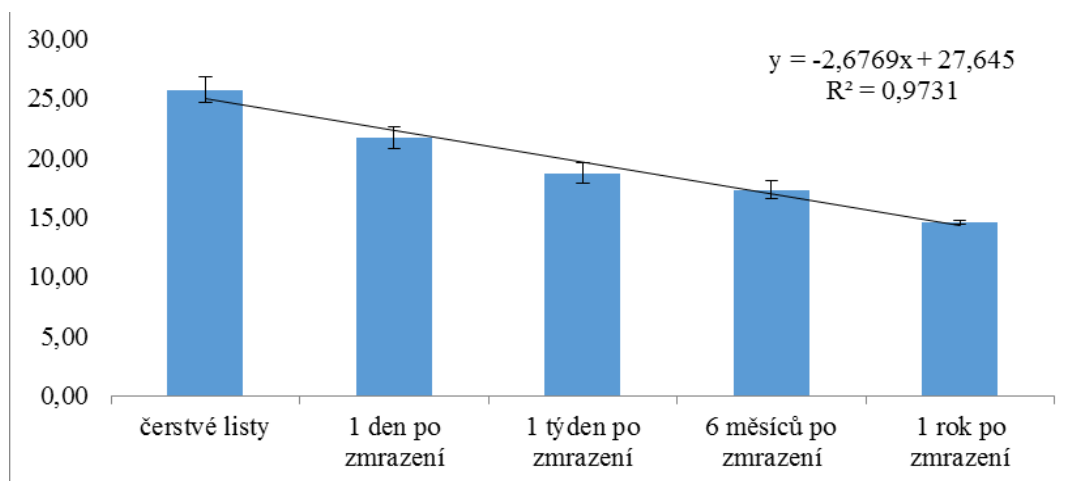
Vliv technologického zpracování

Pro zjištění vlivu zmrazení na obsah vitamínu C v plodech a listech byla vybrána odrůda Leicora z pokusné plochy Žabčice a tyto změny jsou uvedeny na obrázku 1 a 2. U plodů byl kromě vlivu zmrazení sledován i vliv mechanické úpravy mixováním.



Obrázek 1: Vliv technologického zpracování a skladování na obsah vitamínu C v plodech rakytníku Leicora

Z obrázku 1 je patrné, že s dobou skladování se výrazně snižoval obsah vitamínu C v plodech rakytníku, a to z $2,97 \text{ g.kg}^{-1}$ na $1,95 \text{ g.kg}^{-1}$ u celých, nepoškozených plodů. Kinetiku této reakce udává rovnice přímky $y = -0,1614x + 3,2269$. Ještě vyšší úbytek byl sledován po mechanickém zpracování u rozmixovaných plodů, kdy vlivem mixování čerstvých plodů došlo k úbytku o 13,9 %, což je více než publikované údaje o vlivu technologického zpracování na obsah vitamínu C, kdy při výrobě rakytníkových šťáv došlo ke snížení o 5 % a 11 % u šťáv vyrobených z plodů původem z Německa a z Rumunska, v uvedeném pořadí (Gutzeit, 2008, s. 618). Z obrázku 1 je dále patrné, že během skladování rozmixovaných plodů došlo k dalšímu snížení obsahu vitamínu C z $2,55 \text{ g.kg}^{-1}$ na $1,05 \text{ g.kg}^{-1}$. Kinetiku této reakce udává rovnice přímky $y = -0,238x + 2,9097$.



Obrázek 2: Vliv technologického zpracování a skladování na obsah vitamínu C v listech rakytníku *Leicora*

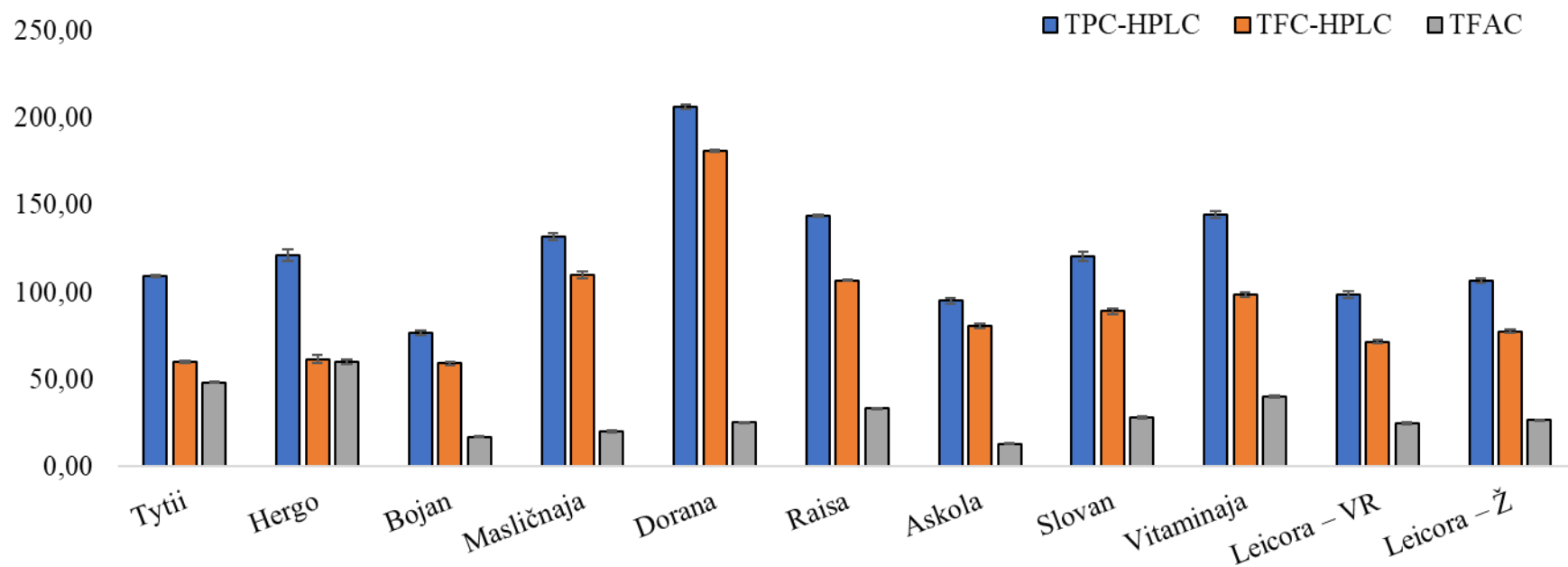
Rozsah snížení obsahu vitamínu C v rakytníkových listech v závislosti na době skladování je znázorněno na obrázku 2, z něhož je patrné výrazné snížení, a to z $25,75 \text{ g.kg}^{-1}$ na $14,56 \text{ g.kg}^{-1}$. Kinetiku této reakce udává rovnice přímky $y = -2,6769 x + 27,645$. Publikované údaje o vlivu různého způsobu sušení na obsah vitamínu C v plodech rakytníků původem z Kanady potvrzují, že kromě teploty má značný vliv na degradaci vitamínu C také přítomnost kyslíku. Při lyofilizaci, která probíhá ve vakuu, se projevila absence kyslíku v nižším a pomalejším úbytku vitamínu C, kdy ke snížení došlo zejména během prvních dvou hodin a během zbývajících 14 hodin zůstala jeho koncentrace prakticky konstantní, zatímco při způsobu běžného sušení teplým vzduchem došlo k mnohem výraznějšímu snížení jeho obsahu hned v prvních hodinách a konstantní koncentrace zůstávala až po 10 hodinách sušení (Araya-Farias, 2015, s. 356, 357).

4.1.3 Stanovení fenolických látek metodou RP-HPLC

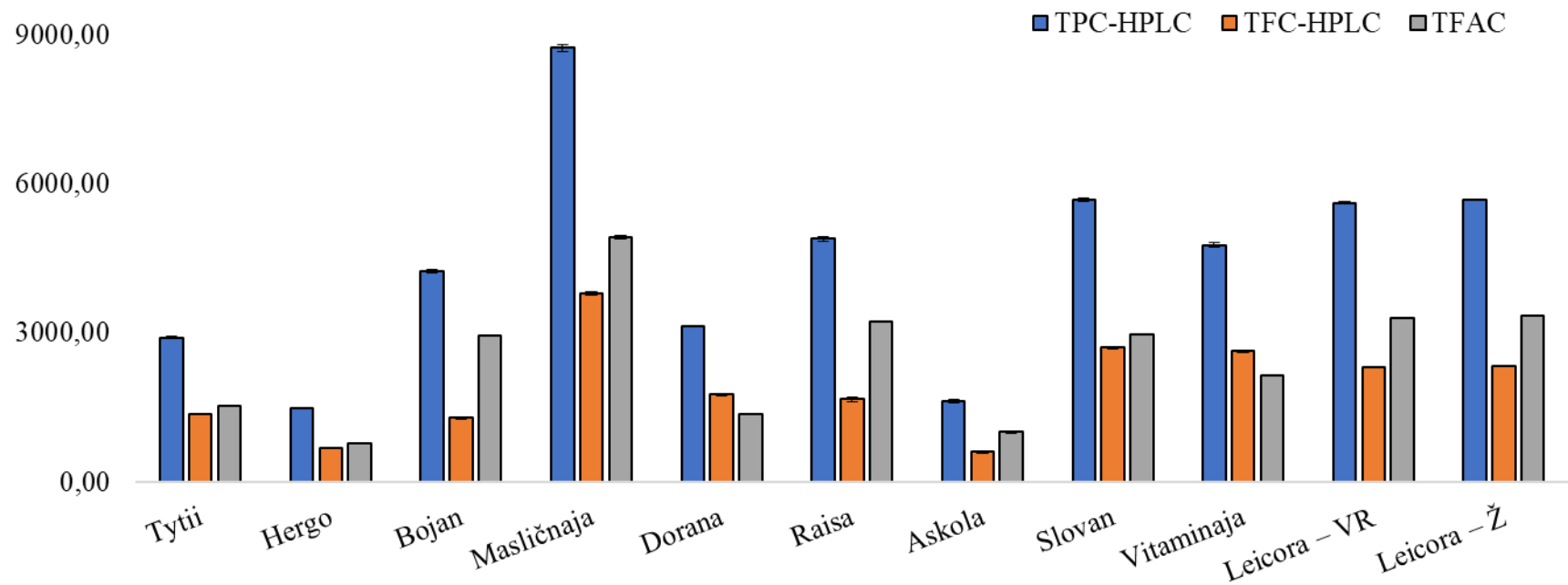
Celkové obsahy fenolických látek (TPC-HPLC), flavonoidů (TFC-HPLC) a fenolových kyselin (TFAC) stanovených metodou RP-HPLC v plodech a listech různých odrůd rakytníku řešetlákového jsou uvedeny na obrázku 3 a 4. Celkový obsah (TPC-HPLC) se v plodech jednotlivých odrůd pohyboval se v rozmezí od 76,75 mg.kg⁻¹ FW (Bojan) do 206,59 mg.kg⁻¹ FW (Dorana). Flavonoidy byly u všech odrůd ve větším zastoupení než fenolové kyseliny. Celkový obsah flavonoidů (TFC-HPLC) byl poměrně rozdílný v závislosti na odrůdě v rozsahu od 59,27 mg.kg⁻¹ FW (Bojan) do 181,0 mg.kg⁻¹ FW (Dorana), zatímco celkový obsah fenolových kyselin (TFAC) se pohyboval v rozmezí od 12,98 mg.kg⁻¹ FW (Askola) do 59,85 mg.kg⁻¹ FW (Hergo). V listech bylo celkové množství stanovených fenolických látek průměrně 10krát vyšší než v plodech a jejich obsah byl také velmi rozdílný u jednotlivých odrůd. Hodnoty TPC-HPLC se pohybovaly v rozmezí od 1483,04 mg.kg⁻¹ FW (Hergo) do 8733,60 mg.kg⁻¹ FW (Masličnaja). U většiny odrůd byly, na rozdíl od plodů, zjištěny vyšší obsahy fenolových kyselin než flavonoidů. Nejvyšší obsah TFC-HPLC – 3798,58 mg.kg⁻¹ FW byl zjištěn u odrůdy Masličnaja. A nejvyšší množství celkových fenolových kyselin (TFAC) – 4930,49 mg.kg⁻¹ FW bylo stanoveno také v odrůdě Masličnaja.

Ze skupiny flavanolů byl u plodů stanoven rutin (RUT), jehož obsah se pohyboval v rozmezí od 0,99 mg.kg⁻¹ (Askola) do 25,45 mg.kg⁻¹ (Masličnaja), ale vliv ranosti na jeho obsah pozorován nebyl. Ze skupiny flavanolů byly v majoritním zastoupení katechin (C) a epigalokatechin (EGC), jejichž obsahy se statisticky významně lišily v závislosti na odrůdě a také se u nich projevil vliv ranosti. U ranějších odrůd (Tytii, Hergo, Bojan a Masličnaja) byl EGC stanoven ve vyšším množství, zatímco u pozdějších odrůd to byl C. Nejnižší obsah EGC – 29,67 mg.kg⁻¹ byl zjištěn v odrůdě Leicora – VR a jeho nejvyšší hodnota – 62,31 mg.kg⁻¹ byla stanovena v odrůdě Dorana. U katechinu (C) byl zjištěn mnohem větší rozptyl hodnot od 5,38 mg.kg⁻¹ (Tytii) do 110,27 mg.kg⁻¹ (Dorana).

V listech byly obsahy jednotlivých flavonoidů mnohem vyšší než v plodech. Vliv ranosti na obsah RUT nebyl pozorován a jeho nejnižší hodnota – 7,31 mg.kg⁻¹ byla zjištěna u odrůdy Bojan a nejvyšší obsah byl stanoven v odrůdě Leicora – 27,69 mg.kg⁻¹. Mnohem vyšší obsah RUT byl publikován v listech šesti rakytníkových odrůd z Kanady v rozmezí 105 až 7500 mg.kg⁻¹ (Fatima, 2015, s. 184) a také v rakytníkových listech původem z Indie (Stobdan, 2013, s. 10). Podobně jako u plodů, majoritní část flavonoidů tvořily flavanoly. EGC byl obsažen u všech odrůd v nejvyšším množství, kromě odrůd Bojan a Dorana u nichž bylo stanoveno nejvíce C. EGC se pohyboval v rozmezí od 231,42 mg.kg⁻¹ (Raisa) do 2189,51 mg.kg⁻¹ (Vitaminaja), zatímco C byl stanoven v rozmezí od 115,67 mg.kg⁻¹ (Hergo) do 2030,00 mg.kg⁻¹ (Masličnaja).



Obrázek 3: Celkový obsah fenolických sloučenin (TPC-HPLC), flavonoidů (TFC-HPLC) a fenolových kyselin (TFAC) v [mg.kg⁻¹] stanovených metodou RP-HPLC v čerstvých plodech rakytníku řešetlákového



Obrázek 4: Celkový obsah fenolických sloučenin (TPC-HPLC), flavonoidů (TFC-HPLC) a fenolových kyselin (TFAC) v [mg.kg⁻¹] stanovených metodou RP-HPLC v čerstvých listech rakytníku řešetlákového

Obsahy jednotlivých fenolových kyselin ze skupiny derivátů benzoové kyseliny (DBA) a derivátů skořicové kyseliny (DCA) stanovených metodou RP-HPLC v plodech a listech rakytníku řešetlákového se významně lišily v závislosti na odrůdě, ale vliv ranosti na obsah jednotlivých fenolových kyselin ze skupiny DBA nebyl pozorován.

V plodech i v listech většiny odrůd byla ze skupiny DBA nejvíce zastoupena kyselina ellagová (EL), jejíž obsahy se pohybovaly v širokém rozpětí, a to u plodů od 0,44 mg.kg⁻¹ (Askola) do 12,11 mg.kg⁻¹ (Tytii) a v listech od 2,28 mg.kg⁻¹ (Dorana) a 5,69 mg.kg⁻¹ (Askola) do 165,77 mg.kg⁻¹ (Raisa) a 163,21 mg.kg⁻¹ (Vitaminaja). Velmi vysoké množství EL bylo publikováno v listech rakytníku původem z Jižní Koreje, které se od června do srpna zvyšovalo z 4941 až na 6722 mg.kg⁻¹ DW (Cho, 2017, s. 1261).

V plodech většiny odrůd byla ze skupiny DCA nejvíce zastoupena kyselina kumarová (CU), jejíž obsahy se pohybovaly v rozpětí od 0,52 mg.kg⁻¹ (Tytii) do 9,78 mg.kg⁻¹ (Dorana). Podobné množství CU bylo publikováno v listech tří odrůd původem ze Švédska (Morgenstern, 2014, s. 215). V listech všech odrůd byla ze skupiny DCA nejvíce zastoupená kyselina chlorogenová (CHL) v rozmezí od 198,85 mg.kg⁻¹ (Hergo) do 3906,29 mg.kg⁻¹ (Masličnaja), kromě odrůdy Hergo, jejíž nejvíce zastoupenou DCA byla kyselina neochlorogenová (NCHL) – 227,37 mg.kg⁻¹.

4.1.4 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, ACW a ACL

V tabulkách 8 a 9 jsou uvedeny hodnoty antioxidační aktivity, stanovené metodami DPPH, ACW a ACL v plodech a listech různých odrůd rakytníků.

Tabulka 8: Antioxidační aktivita DPPH [g TE.kg⁻¹], ACW [g AAE.kg⁻¹] a ACL [g TE.kg⁻¹] v čerstvých plodech rakytníku řešetlákového

Odrůdy	DPPH		ACW		ACL	
	[g TE.kg ⁻¹]		[g AAE.kg ⁻¹]		[g TE.kg ⁻¹]	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD
Tytii	1,27	0,10 ^a	14,91	0,10 ^a	8,81	0,19 ^a
Hergo	1,08	0,10 ^a	12,78	0,48 ^b	3,73	0,04 ^b
Bojan	1,15	0,10 ^a	5,72	0,31 ^c	3,19	0,02 ^c
Masličnaja	2,51	0,09 ^b	21,94	0,16 ^d	14,72	0,63 ^d
Dorana	3,44	0,56 ^{c,e}	49,85	1,25 ^e	17,75	0,15 ^e
Raisa	4,55	0,16 ^d	42,04	1,27 ^f	25,16	0,52 ^f
Askola	3,31	0,10 ^c	47,31	1,05 ^g	20,62	0,70 ^g
Slovan	4,67	0,21 ^d	37,65	0,27 ^h	24,29	0,70 ^f
Vitaminaja	3,77	0,06 ^e	35,85	0,14 ⁱ	19,79	0,31 ^g
Leicora – VR	2,02	0,10 ^f	50,81	0,34 ^e	20,97	0,83 ^g
Leicora – Ž	3,02	0,21 ^g	51,24	0,31 ^j	22,43	0,46 ^h

VR – Velké Ripňany, Ž – Žabčice

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Z výsledků je zřejmé, že hodnoty DPPH v plodech byly mnohem nižší oproti hodnotám antioxidační aktivity stanovené fotochemiluminiscenčními metodami ACW a ACL. Také je patrné, že rané odrůdy (Tyti, Hergo, Bojan a Masličnaja) vykazovaly nižší antioxidační aktivitu, zatímco středně pozdní (Dorana, Raisa, Askola) a pozdní odrůdy (Slovan, Vitaminaja a Leicora) naopak vyšší. Hodnoty DPPH se pohybovaly v rozmezí od 1,08 g TE.kg⁻¹ (Hergo) do 4,67 g TE.kg⁻¹ (Slovan) a 4,55 g TE.kg⁻¹ (Raisa). Antioxidační aktivita ve vodě rozpustných látek stanovená metodou ACW vykazovala v rakytníkových plodech nejvyšší výsledky ve srovnání s jinými metodami. Její nejnižší hodnota byla stanovena u odrůdy Bojan – 5,72 g AAE.kg⁻¹ a naopak nejvyšší hodnoty byly zjištěny u odrůdy Leicora pocházející z obou lokalit – 51,24 g AAE.kg⁻¹ (Leicora – Ž) a 50,81 g AAE.kg⁻¹ (Leicora – VR). Antioxidační aktivita v tuku rozpustných látek ACL vykazovala o něco nižší hodnoty než ACW. Nejnižší hodnoty ACL byly stanoveny u středně raných odrůd Bojan – 3,19 g TE.kg⁻¹ a Hergo – 3,73 g TE.kg⁻¹, zatímco její nejvyšší hodnota byla stanovena v odrůdě Raisa – 25,16 g TE.kg⁻¹. Byla publikována vysoká hodnota antioxidační aktivity extraktu z rakytníkových plodů původem z Rumunska, jejíž hodnota – 1,87 μM TE.g⁻¹ FW byla více než trojnásobná oproti antioxidační aktivitě extraktu z meruněk – 0,59 μM TE.g⁻¹ FW (Pop, 2015, s. 174).

Tabulka 9: Antioxidační aktivita DPPH [g TE.kg⁻¹], ACW [g AAE.kg⁻¹] a ACL [g TE.kg⁻¹] v čerstvých listech rakytníku řešetlákového

Odrůdy	DPPH		ACW		ACL	
	[g TE.kg ⁻¹]		[g AAE.kg ⁻¹]		[g TE.kg ⁻¹]	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD
Tyti	43,57	0,17 ^a	43,92	1,06 ^a	51,24	0,26 ^a
Hergo	19,60	0,26 ^b	33,15	0,06 ^b	22,31	0,21 ^b
Bojan	47,12	0,38 ^c	55,56	1,57 ^c	79,84	1,51 ^c
Masličnaja	45,85	0,53 ^d	48,91	0,39 ^d	66,97	1,32 ^d
Dorana	54,17	0,32 ^e	37,49	0,11 ^e	42,50	0,98 ^e
Raisa	39,71	1,21 ^{fi}	42,59	0,18 ^a	54,85	0,87 ^f
Askola	34,00	0,21 ^g	34,31	1,68 ^b	41,68	1,18 ^e
Slovan	21,43	0,51 ^h	40,55	0,18 ^f	64,24	1,03 ^g
Vitaminaja	41,70	0,91 ^{fj}	33,73	1,35 ^b	36,29	0,56 ^h
Leicora – VR	38,39	0,96 ⁱ	43,41	1,30 ^a	55,02	0,91 ^f
Leicora – Ž	42,71	0,21 ^j	47,31	0,51 ^g	58,14	1,21 ⁱ

VR – Velké Ripňany, Ž – Žabčice

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Hodnoty antioxidační aktivity v listech vykazovaly u všech tří použitých metod vyšší hodnoty než u plodů a neprojevil se vliv ranosti u jednotlivých odrůd. Navíc se u listů neprojevil velký rozdíl ve výsledcích antioxidační

aktivity stanovené metodami DPPH a ACW jako u plodů. U listů byly naopak výsledky těchto dvou metod srovnatelné. Nejnižší hodnota DPPH byla stanovena u odrůdy Hergo – 19,60 g TE.kg⁻¹ a nejvyšší u odrůdy Dorana – 54,17 g TE.kg⁻¹. Nejvyšší hodnotu ACW vykazovala odrůda Bojan – 55,56 g AAE.kg⁻¹. Na rozdíl od plodů, nejvyšší hodnoty antioxidační aktivity byly u listů získány metodou ACL, kde nejnižší hodnota byla stanovena u odrůdy Hergo – 22,31 g TE.kg⁻¹ a nejvyšší hodnota – 79,84 g TE.kg⁻¹ u odrůdy Bojan. Více než trojnásobné hodnoty antioxidační aktivity byly publikovány v rakytníkových listech původem z Koreje, jejichž hodnoty se měnily v závislosti na době sběru, kdy zráním plodů docházelo ke zvýšení z 155,5 g AAE.kg⁻¹ v červnu na 176,7 g AAE.kg⁻¹ v červenci až na 206,0 g AAE.kg⁻¹ v srpnu. Navíc byl u těchto listů publikován také vliv zvolené metody na stanovení antioxidační aktivity, kdy metodou ABTS byly zjištěny vyšší hodnoty v červnu – 227,0 g AAE.kg⁻¹, v červenci – 257,5 a v srpnu – 323,0 g AAE.kg⁻¹ (Cho, 2017, s. 1260).

4.1.5 Vliv různých faktorů na antioxidační aktivitu

Obecně může být antioxidační aktivita ovlivněna mnoha faktory, různou odrůdou a chemickým složením, které se může měnit s dobou sklizně, stupněm zralosti a lokalitou. Důležitá je také možnost synergického, případně antagonistického účinku jednotlivých látek na hodnotu antioxidační aktivity. Podíly jednotlivých faktorů na hodnotu antioxidační aktivity, stanovené různými metodami (DPPH, ACW a ACL) byly zpracovány metodou regresní analýzy a vyjádřeny Pearsonovými korelačními koeficienty (R) mezi hodnotami antioxidační aktivity a celkových obsahů polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC), karotenoidů (TCC) a vitaminů C a E. Hodnoty Pearsonových korelačních koeficientů (R) u plodů a listů byly rozdílné. U plodů byly zjištěny velmi silné pozitivní korelace mezi hodnotami antioxidační aktivity (DPPH, ACW, ACL) a TPC a vitaminu C. U listů byly zjištěny velmi silné pozitivní korelace mezi hodnotami DPPH a TPC a mezi hodnotami DPPH a vitaminu C.

4.2 Jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia* L.), Aronie černá (*Aronia Melocarpa*)

Pro stanovení vybraných bioaktivních látek u jednotlivých odrůd jeřábu a aronie byly vybrány plody sklizené ve sklizňové zralosti (dále označeny jako SSZ). Z důvodu možnosti využití postupné sklizně plodů podle způsobu technologického zpracování, kterou by mohlo být dosaženo snížení nákladů na jejich skladování, byl zkoumán vliv klimatických podmínek na obsah vybraných bioaktivních látek při pozdním sběru. Pro toto hodnocení byly použity tytéž odrůdy, které byly ponechány na keřích a sklizeny až v lednu následujícího roku (2016) při teplotách pod 0 °C (dále označeny jako SL). Obě skupiny plodů

– SSZ i SL byly podrobeny lyofilizaci. Získané lyofilizáty byly uchovávány bez přístupu vzduchu a následně použity pro další analýzy.

U vybraných bioaktivních látek byly také sledovány změny jejich obsahu vlivem skladování po dobu 1 roku. Pro tyto analýzy byly vzorky zamrazeny a skladovány po dobu jednoho roku při teplotě -18 °C. Poté byly vzorky podrobeny lyofilizaci a získaný lyofilizát byl pak použit k jednotlivým analýzám.

4.2.1 Stanovení vlhkosti

Hodnoty vlhkosti zjištěné gravimetricky za použití lyofilizace plodů různých odrůd jeřábu a aronie jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Obsah vlhkosti [%] v plodech různých odrůd jeřábu a aronie

Odrůdy	Vlhkost [%]			
	SSZ		SL	
Jeřáb	mean	SD	mean	SD
Alaja Krupnaja	74,8	0,3 ^a	74,3	0,3 ^a
Granatnaja	77,3	0,1 ^b	75,8	0,1 ^b
Granatina	73,1	0,1 ^c	71,3	0,1 ^c
Burka	77,6	0,1 ^d	77,1	0,1 ^d
Titan	75,5	0,1 ^a	75,2	0,1 ^a
Businka	73,0	0,1 ^c	72,9	0,1 ^e
Velved	74,7	0,0 ^e	73,5	0,1 ^f
Discolor	75,2	0,1 ^f	74,0	0,1 ^e
Aronie				
Nero	72,4	0,2 ^g	68,7	0,6 ^f

SSZ – plody sklizené ve sklizňové zralosti., SL – zmrzlé plody sklizené v lednu.

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Obsah vlhkosti u různých odrůd jeřábu a aronie byl stanoven u čerstvých plodů (SSZ) v rozsahu od 72,4 % (Nero) do 77,6 % (Burka), u zmrzlých plodů (SL) od 68,7 % (Nero) do 77,1 % (Burka). Z výsledků vyplývá, že obsah vlhkosti u plodů SSZ sklizených během podzimu byl vyšší než u plodů sklizených v zimě (SL), kdy došlo ke snížení vlhkosti vlivem vymražení vody.

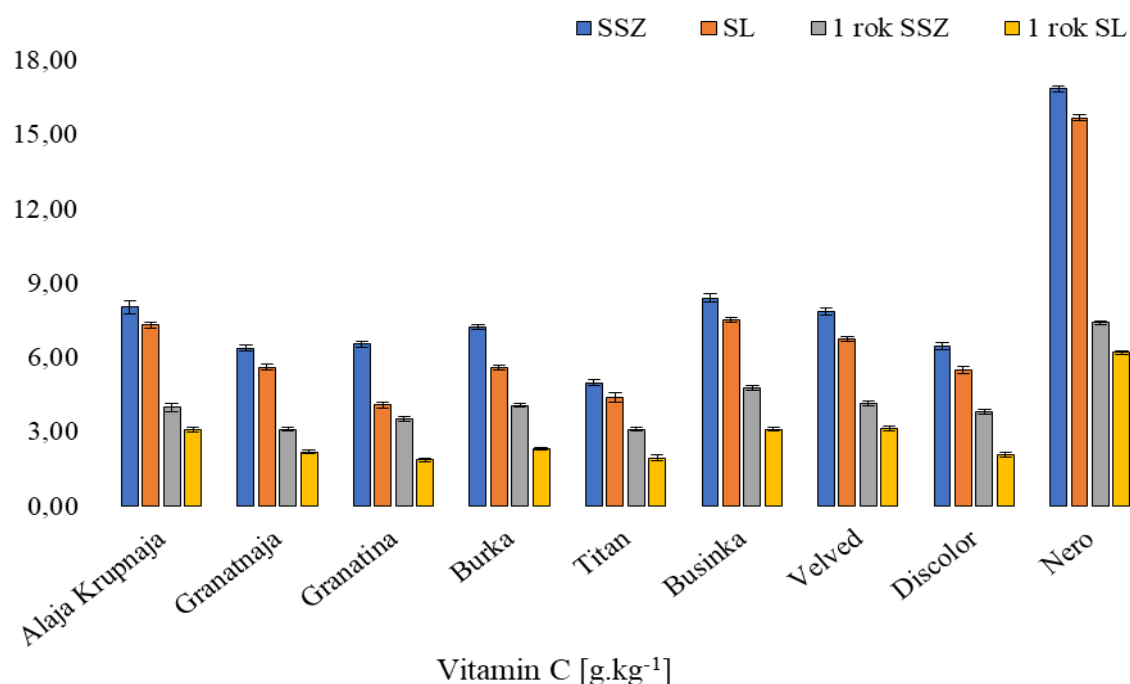
Stanovené hodnoty se shodovaly nebo byly nižší než publikované hodnoty vlhkosti – 80,1 % (Titan), 81,5 % (Granatnaja), 80,5 % (Burka) u plodů jeřábu původem z Finska (Kylli, 2010, s. 11987).

4.2.2 Stanovení obsahů vitaminů C a E a zhodnocení různých vlivů na jejich obsah

Obsah vitaminu C a jeho změny

Stanovené množství vitaminu C v plodech jeřábu a aronie a jeho změny vlivem klimatických podmínek v závislosti na různé době sklizně a vlivem skladování po dobu 1 roku jsou uvedeny na obrázku 5.

Z výsledků lze konstatovat, že obsah vitaminu C v jednotlivých odrůdách jeřábu a aronie byl statisticky rozdílný. Obsah vitaminu C se u jeřábů pohyboval v rozmezí od 5,00 g.kg⁻¹ (Titan) do 8,07 g.kg⁻¹ (Alaja Krupnaja). Nejvíce vitaminu C bylo zjištěno u aronie Nero – 16,88 g.kg⁻¹. O něco málo nižší obsahy vitaminu C byly zjištěny u plodů pocházejících ze stejného místa kultivace, avšak z různého roku sklizně – 7,58 g.kg⁻¹ DW (Alaja Krupnaja), 7,58 g.kg⁻¹ DW (Granatnaja), 6,72 g.kg⁻¹ DW (Businka), 5,16 g.kg⁻¹ DW (Discolor), 4,87 g.kg⁻¹ DW (Titan), 10,31 g.kg⁻¹ DW (Aronie Nero) (Orsavová, 2019, s. 106). Rozdílná lokalita i různé klimatické podmínky během růstu a zrání plodů mohou mít vliv na obsah vitaminu C.



Obrázek 5: Obsah vitaminu C v g.kg⁻¹ a vliv klimatických podmínek při pozdním sběru a skladování plodů po dobu 1 roku na jeho obsah v odrůdách jeřábu a aronie, SSZ – sklizené ve sklizňové zralosti, SL – sklizené v lednu.

Ze zjištěných výsledků je patrný negativní vliv klimatických podmínek při pozdní sklizni plodů na obsah vitaminu C, i když v různém rozsahu

u jednotlivých odrůd. K největšímu poklesu došlo u jeřábu Granatina (37,6 %) z hodnoty 6,57 g.kg⁻¹ na 4,10 g.kg⁻¹. Nejnižší pokles byl sledován u aronie Nero (6,9 %) z hodnoty 16,88 g.kg⁻¹ na 15,70 g.kg⁻¹.

K rozdílnému snížení obsahu vitamínu C u jednotlivých odrůd jeřábu a aronie došlo také během skladování po dobu 1 roku, přičemž vyšší ztráty obsahu vitamínu C byly zjištěny u plodů sklizených ve zmrzlém stavu až v lednu 2016 (SL) ve srovnání s plody sklizenými ve sklizňové zralosti (SSZ). U plodů sklizených ve sklizňové zralosti (SSZ) byl zjištěn nejvyšší úbytek u aronie Nero (56 %) z hodnoty 16,88 g.kg⁻¹ na 7,43 g.kg⁻¹, zatímco nejnižší snížení obsahu vitamínu C bylo zaznamenáno u křížence jeřábu Titan (37,6 %) z hodnoty 5,00 g.kg⁻¹ na 3,12 g.kg⁻¹.

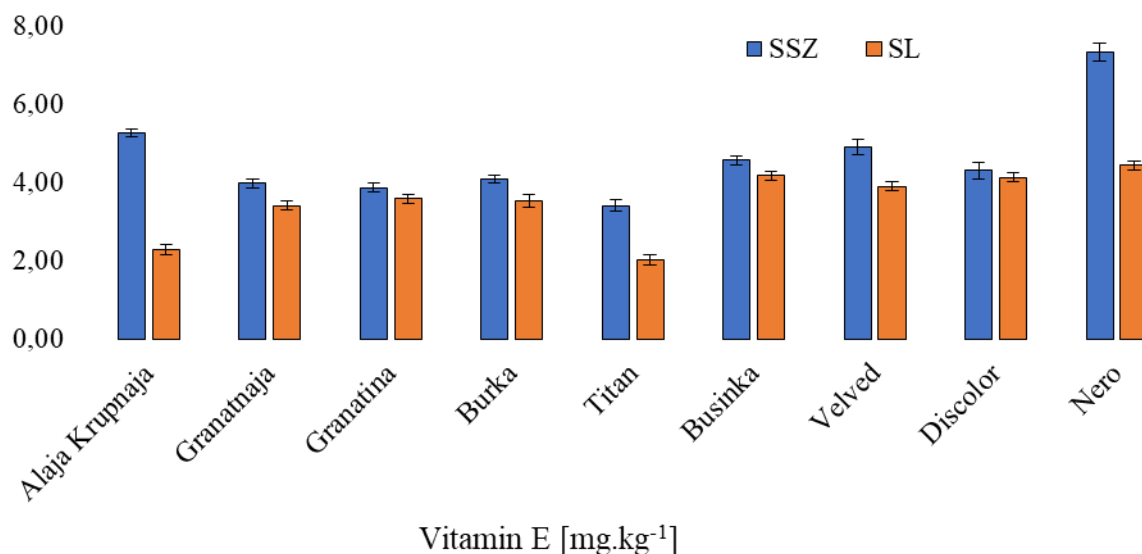
Po ročním skladování plodů jeřábu a aronie sklizených v lednu 2016 (SL) došlo ve srovnání s plody SSZ k vyšším úbytkům vitamínu C – od 53,4 % (Velved) z hodnoty 6,76 g.kg⁻¹ na 3,15 g.kg⁻¹ až do 60,7 % (Granatnaja) z hodnoty 5,62 g.kg⁻¹ na 2,21 g.kg⁻¹.

Námi zjištěné snížení vitamínu C u plodů jeřábu a aronie po ročním skladování odpovídá úbytkům vitamínu C po roce skladování u plodů rakytníku (56,7 %). Po ročním skladování ovoce a zeleniny při teplotách -18 °C až -24 °C jsou publikovány průměrné úbytky vitamínu C v rozmezí od 20 % do 50 % v závislosti na druhu ovoce a zeleniny (Rickman, 2007, s. 934).

Obsah vitamínu E a jeho změny

Stanovené množství vitamínu E v plodech jeřábu a aronie a jeho změny vlivem klimatických podmínek v závislosti na různé době sklizně jsou uvedeny na obrázku 6.

V analyzovaných plodech vybraných odrůd jeřábu a aronie byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu vitamínu E, vyjádřené v mg.kg⁻¹. Nejméně vitamínu E bylo naměřeno v plodech mezidruhového křížence jeřábu – 3,42 mg.kg⁻¹ (Titan) a nejvíce u aronie Nero – 7,34 mg.kg⁻¹. U plodů původem ze Srbska, sklizených v roce 2015 bylo publikováno množství v rozmezí od 0,48 do 19,85 mg.kg⁻¹ DW (Šavikin, 2017, s. 5).



Obrázek 6: Obsah vitamínu E v mg.kg⁻¹ a vliv klimatických podmínek při pozdním sběru na jeho obsah v odrůdách jeřábu a aronie, SSZ – sklizené ve sklizňové zralosti, SL – sklizené v lednu.

Z výsledků je patrné, že různá doba sklizně plodů jeřábu a aronie může, podobně jako u vitamínu C, ovlivňovat obsah vitamínu E. Klimatické podmínky při pozdním sběru zmrzlých plodů (SL) měly negativní vliv na jeho obsah, i když u jednotlivých odrůd jeřábu a aronie docházelo k nerovnoměrným úbytkům. Velký pokles vitamínu E byl zjištěn u odrůd jeřábu Alaja Krupnaja (56,5 %) z hodnoty 5,28 mg.kg⁻¹ na 2,30 mg.kg⁻¹. K nejnižšímu poklesu pak došlo u jeřábu Discolor (4,1 %) z hodnoty 4,31 mg.kg⁻¹ na 4,13 mg.kg⁻¹. I přes pokles vitamínu E vlivem klimatických podmínek při pozdním sběru SL plodů je možné plody jednotlivých odrůd jeřábu považovat za významné ovocné zdroje tohoto vitamínu.

4.2.3 Stanovení celkového obsahu polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC) a antokyanů (TAC) spektrometricky a jejich změny vlivem různých faktorů

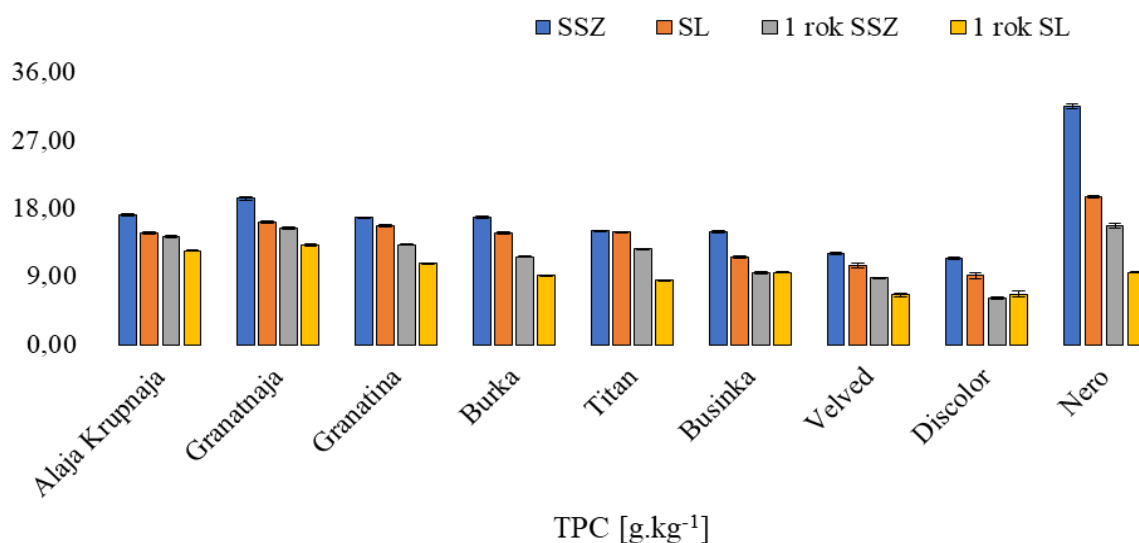
Obsahy celkových polyfenolů (TPC) a flavonoidů (TFC) v analyzovaných plodech vybraných odrůd jeřábu a aronie a jejich změny vlivem různých faktorů jsou uvedeny na obrázcích 7 a 8.

Obsah celkových polyfenolů (TPC) a jeho změny

Obsahy celkových polyfenolů (TPC) u vybraných odrůd jeřábu se pohybovaly od 11,42 g GAE.kg⁻¹ (Discolor) do 19,35 g GAE.kg⁻¹ (Granatina). Zjištěné výsledky se shodovaly nebo byly o něco vyšší než publikované hodnoty TPC u jeřábu z rozdílných lokalit v Srbsku a Černé Hoře – od 3,91 g GAE.kg⁻¹ DW do 15,91 g GAE.kg⁻¹ DW (Šavikin, 2017, s. 2). U plodů jeřábu pocházejících z Polska byly publikovány mnohem nižší obsahy TPC – 2,27 g GAE.kg⁻¹ FW (Jabłońska-Ryś, 2009, s. 118). Nižší množství TPC bylo

publikováno v plodech tří odrůd jeřábu původem ze stejné lokality z roku 2011 a 2012 – Burka (7,89 g GAE.kg⁻¹ FW), Granatina (8,11 g GAE.kg⁻¹ FW) a Granatnaja (8,19 g GAE.kg⁻¹ FW) (Mlček, 2014, s. 1082). Množství TPC může být rozdílné v závislosti na roku sklizně. (Jurikova, 2014, s. 320). U aronie Nero bylo naměřeno dvakrát až třikrát více TPC než u jeřábů – 31,64 g GAE.kg⁻¹, tato hodnota je srovnatelná s obsahem TPC u aronie Nero z roku 2014 původem ze stejné lokality – 34,58 g GAE.kg⁻¹ DW (Orsavová, 2019, s. 96), ale dvojnásobně vyšší oproti aronii Nero pocházející z oblasti Bílých Karpat z roku 2008 až 2010 – 11,12 g GAE.kg⁻¹ FW (Rop, 2010, s. 2434).

Z výsledků je zřejmé, že celkový obsah polyfenolů (TPC) v plodech jednotlivých odrůd jeřábu a aronie byl odlišný vlivem klimatických podmínek v závislosti na době sklizně. Při pozdní sklizni zmrzlých plodů v lednu 2016 (SL) docházelo k různému poklesu TPC v porovnání se sklizní plodů ve sklizňové zralosti (SSZ). Nejvyšší úbytek TPC byl zaznamenán u aronie Nero (38,0 %) z hodnoty 31,64 g.kg⁻¹ na 19,62 g.kg⁻¹. Oproti tomu k nejnižšímu úbytku TPC došlo u jeřábu Titan (1,1 %) z hodnoty 15,07 g.kg⁻¹ na 14,91 g.kg⁻¹.



Obrázek 7: Obsah celkových polyfenolů (TPC) v g.kg⁻¹ stanovených spektrometricky a jeho změny vlivem klimatických podmínek při pozdním sběru a skladování plodů různých odrůd jeřábu a aronie

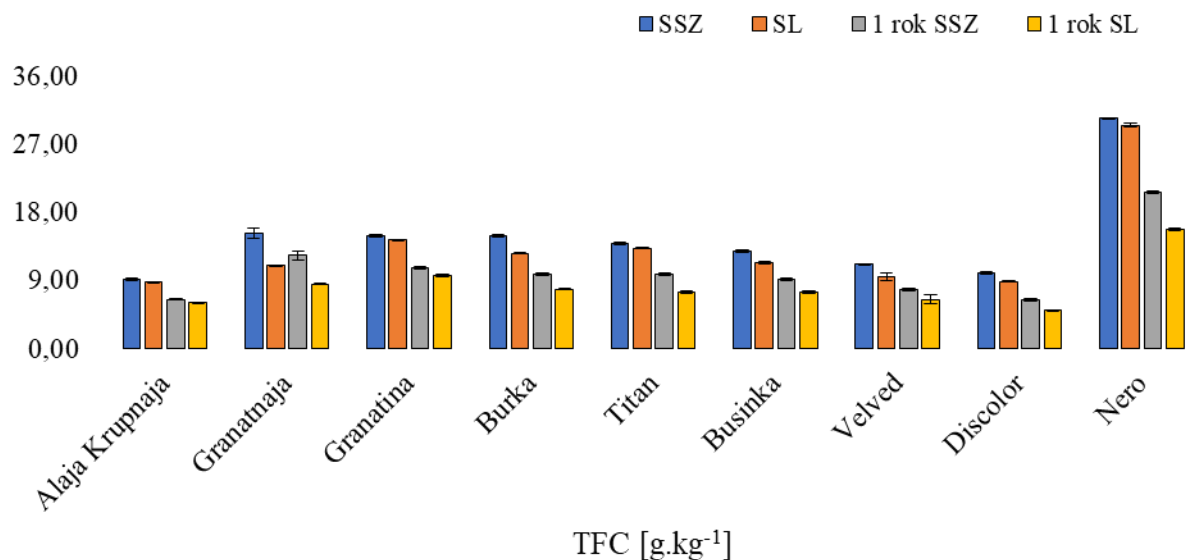
SSZ – sklizené ve sklizňové zralosti, SL – sklizené v lednu.

Rovněž skladováním obou skupin plodů jeřábu a aronie (SSZ i SL) po dobu 1 roku docházelo ke snížení TPC. U plodů SSZ se úbytek TPC pohyboval v rozmezí od 8,1 % (Granatnaja) – z hodnoty 16,80 g GAE.kg⁻¹ na 15,43 g GAE.kg⁻¹ do 50,2 % (aronie Nero) – z hodnoty 31,64 g GAE.kg⁻¹ na 15,76 g GAE.kg⁻¹. Zatímco ročním skladováním plodů sklizených ve zmrzlém

stavu v lednu 2016 (SL) došlo k většímu snížení obsahů TPC od 15,9 % (Alaja Krupnaja) – z hodnoty 14,78 g GAE.kg⁻¹ na 12,43 g GAE.kg⁻¹ do 51,3 % (aronie Nero) – z hodnoty 19,62 g GAE.kg⁻¹ na 9,56 g GAE.kg⁻¹. Při skladování plodů jeřábu původem z Turecka při teplotě 4 °C po dobu 22 dnů byly publikovány úbytky TPC kolem 30 % a při teplotě 22 °C po stejnou dobu došlo ke snížení až o 50 % (Baltacioğlu, 2011, s. 280).

Obsah celkových flavonoidů (TFC) a jeho změny

Nejvíce celkových flavonoidů (TFC) bylo naměřeno u aronie Nero – 30,47 g RE.kg⁻¹, což je více než bylo publikováno u aronie Nero původem z Bílých Karpat z roku 2008 až 2010 – 15,32 g RE.kg⁻¹ FW (Rop, 2010, s. 2434). Z jednotlivých odrůd jeřábu byly TFC nejvíce zastoupeny u mezidruhového křížence Granatajana – 15,29 g RE.kg⁻¹. Naopak nejnižší obsah TFC byl zjištěn u růžovoplodé odrůdy Alaja Krupnaja – 9,16 g RE.kg⁻¹. Podobné obsahy TFC byly publikovány ve vodných extraktech u plodů jeřábu *Sorbus torminalis* původem z Turecka – 12,19 g katechinu.kg⁻¹, kdy extrakty v metanolu obsahovaly 10krát méně TFC – 1,73 g katechinu.kg⁻¹ (Hasbal, 2015, s. 60). Oproti tomu u plodů jeřábů pocházejících ze stejné lokality ale z roku sklizně 2011 až 2012 a 2012 až 2013 byly publikovány nižší TFC – 4,89 g RE.kg⁻¹FW až 5,65 g RE.kg⁻¹FW a 2,55 g RE.kg⁻¹FW až 3,85 g RE.kg⁻¹FW (Mlček, 2014, s. 1082, Jurikova, 2014, s. 320).



Obrázek 8: Obsah celkových flavonoidů (TFC) v g.kg⁻¹ stanovených spektrometricky a jejich změny vlivem klimatických podmínek při pozdním sběru a skladování plodů různých odrůd jeřábu a aronie, SSZ – plody sklizené ve sklizňové zralosti, SL – zmrzlé plody sklizené v lednu

Z obrázku 8 lze vidět, že i celkový obsah flavonoidů (TFC) stanovený spektromericky byl negativně ovlivněn klimatickými podmínkami v důsledku různé doby sklizně plodů jeřábu a aronie. U zmrzlých plodů všech odrůd jeřábu sklizených v lednu 2016 (SL) došlo ke snížení TFC v rozsahu od 3,7 % (Alaja Krupnaja) do 28,2 % (Granatjana).

Skladování po dobu jednoho roku mělo také negativní vliv na obsah TFC u obou skupin plodů. Po ročním skladování plodů jeřábu a aronie sklizených v době sklizňové zralosti (SSZ) došlo k největšímu úbytku TFC u jeřábu Burka – 33,9 % z hodnoty 14,97 g RE.kg⁻¹ na 9,89 g RE.kg⁻¹, zatímco nejnižší pokles TFC byl zjištěn u plodů jeřábu Granatnaja – 19,2 % z hodnoty 15,29 g RE.kg⁻¹ na 12,35 g RE.kg⁻¹. Skladováním plodů sklizených v lednu 2016 ve zmrzlém stavu (SL) po dobu jednoho roku došlo k vyššímu snížení TFC ve srovnání se skladováním plodů SSZ – od 21,6 % (Granatnaja – z hodnoty 10,99 g RE.kg⁻¹ na 8,61 g RE.kg⁻¹) do 46,8 % (aronie Nero – z hodnoty 29,59 g RE.kg⁻¹ na 15,75 g RE.kg⁻¹). Baltacioğlu (2011, s. 280) popisuje, že během skladování plodů jeřábu původem z Turecka po dobu 20 dnů při teplotě 22 °C došlo k výraznému snížení flavonoidních sloučenin (až o 86 %) se vzrůstající dobou skladování a doporučil použít při skladování nižší teploty. Skladováním plodů slivoně po dobu 21 dnů při nižších teplotách (2 °C) byl publikován úbytek TFC 11 % (Ozturk, 2017, s. 6).

Obsah celkových antokyanů (TAC)

Obsah celkových antokyanů (TAC) u jednotlivých odrůd jeřábu a aronie vykazoval značné rozdíly. Nejvíce TAC obsahovala aronie Nero – 2229,17 mg COG.kg⁻¹. U jednotlivých odrůd jeřábu se obsah TAC pohyboval v rozmezí od 13,68 mg COG.kg⁻¹ do 687,36 mg COQ.kg⁻¹, kdy nejnižší obsah byl naměřen u mezidruhového křížence Alaja Krupnaja se světle růžovou barvou plodů a nejvíce TAC bylo zjištěno u mezidruhového křížence Granatnaja s tmavě červenými plody. U odrůdy Granatnaja původem z Finska bylo publikováno až 3krát vyšší množství TAC – 2140 mg COG.kg⁻¹ (Kylli, 2010, s. 11987).

4.2.4 Obsah jednotlivých fenolických látek stanovených metodou RP-HPLC a jejich změny vlivem různých faktorů

Celkové obsahy fenolických látek (TPC-HPLC), flavonoidů (TFC-HPLC) a fenolových kyselin (TFAC) stanovených metodou RP-HPLC v plodech vybraných odrůd jeřábu a aronie a jejich změny vlivem různých faktorů jsou uvedeny na obrázku 9.

Celkový obsah stanovených fenolických látek se mezi jednotlivými odrůdami jeřábu lišil, pohyboval se v rozmezí od 3877,76 mg.kg⁻¹ (Discolor) do 7621,79 mg.kg⁻¹ (Granatnaja), u aronie Nero – 4545,47 mg.kg⁻¹. Na celkovém množství stanovených fenolických látek se u všech odrůd ve větší míře podílely fenolové kyseliny oproti sloučeninám flavonoidní povahy. Nejvíce fenolových

kyselin (TFAC) bylo naměřeno u jeřábu Granatnaja – 6338,61 mg.kg⁻¹, nejméně u odrůdy Discolor – 2955,19 mg.kg⁻¹, zatímco nejvíce celkových flavonoidů (TFC-HPLC) obsahoval jeřáb Burka – 1317,11 mg.kg⁻¹, nejméně aronie Nero – 653,41 mg.kg⁻¹.

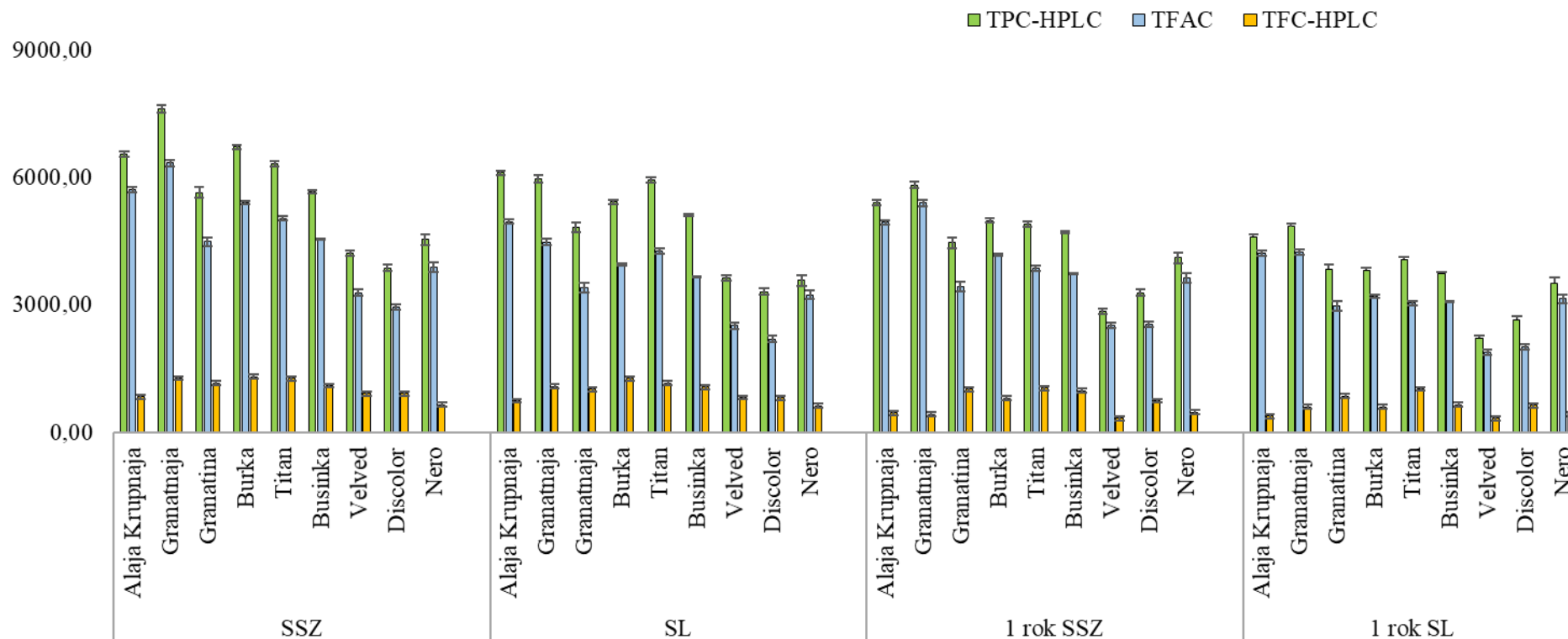
Celkový obsah stanovených flavanolů se pohyboval v rozmezí od 46,54 mg.kg⁻¹ (Titan) do 103,18 mg.kg⁻¹ (Discolor), přičemž jediným stanoveným flavanolem byl rutin (RUT), jehož obsah se pohyboval od 46,54 mg.kg⁻¹ (Titan) do 103,18 mg.kg⁻¹ (Discolor), což je několikanásobně vyšší množství než publikovaný obsah RUT – 1,81 mg.kg⁻¹ DW v plodech jeřábu *Sorbus umbellata* původem z Turecka (Kivrak, 2014, s. 4). Ze skupiny flavanolů byly stanoveny epigalokatechin (EGC), epikatechin (EC) a katechin (C) v celkovém množství od 555,06 mg.kg⁻¹ (aronie Nero) do 1256,53 mg.kg⁻¹ (Burka). Tyto naměřené hodnoty celkových flavanolů odpovídaly celkovým obsahům flavanolů u jeřábů původem z Finska – od 940 mg.kg⁻¹ DW (Granatnaja) do 1880 mg.kg⁻¹ DW (Burka) (Kylli, 2010, s. 11987). Nejvíce zastoupeným flavanolem byl EGC s nejvyšším obsahem u jeřábu Burka – 1917,71 mg.kg⁻¹.

Více než 90 % celkového množství fenolových kyselin tvořily DCA (deriváty kyseliny skořicové). DBA (deriváty kyseliny benzoové) byly stanoveny v množství od 25,53 mg.kg⁻¹ (aronie Nero) do 93,14 mg.kg⁻¹ (Alaja Krupnaja). V plodech většiny odrůd jeřábu byla nejvíce zastoupena kyselina protokatechová (PK), jejíž obsahy se pohybovaly v rozpětí od 23,40 mg.kg⁻¹ (Granatina) do 41,48 mg.kg⁻¹ (Alaja Krupnaja), což bylo méně než publikovaná hodnota PK u jeřábu *Sorbus umbellata* původem z Turecka – 74,45 mg.kg⁻¹ DW (Kivrak, 2014, s. 4).

Obsahy DCA u plodů různých odrůd jeřábu a aronie se pohybovaly v rozmezí od 2900,50 mg.kg⁻¹ (Discolor) do 6255,64 mg.kg⁻¹ (Granatnaja). V plodech všech odrůd jeřábu i aronie byla nejvíce zastoupena kyselina neochlorogenová (NCHL) – od 2080,75 mg.kg⁻¹ (Discolor) do 3298,67 mg.kg⁻¹ (Alaja Krupnaja). Studie Kurita (2016, s. 31) uvádí, že NCHL může vykazovat významné chemopreventivní a chemoterapeutické účinky. Podobné množství NCHL bylo publikováno v plodech tří odrůd jeřábu původem z Litvy z roku 2014 – od 2347 mg.kg⁻¹ DW do 2736 mg.kg⁻¹ DW (Zymone, 2018, s. 3).

Z dosažených výsledků lze také usuzovat, že vlivem různé doby sklizně docházelo ke snížení obsahu fenolických sloučenin. Při sklizni zmrzlých plodů docházelo u jednotlivých odrůd jeřábu a aronie ke snižování TPC-HPLC, TFAC i TFC-HPLC ve srovnání s jejich obsahy u plodů sklizených v době sklizňové zralosti (SSZ). Úbytek TPC-HPLC se pohyboval v rozmezí od 6,0 % do 21,6 %. K největšímu poklesu (21,6 %) došlo u plodů jeřábu Granatina – z hodnoty 5648,47 mg.kg⁻¹ na 4829,18 mg.kg⁻¹ a k nejnižšímu u mezidruhého křížence jeřábu Titan (6,0 %) – z hodnoty 6316,02 mg.kg⁻¹ na 5936,35 mg.kg⁻¹. TFAC se snižoval v rozsahu od 13,2 % (Alaja Krupnaja) do 29,2 % (Granatnaja), přičemž

k vyšším úbytkům docházelo u derivátů kyseliny skořicové (DCA) v porovnání s obsahem derivátů kyseliny benzoové (DBA) – od 13,3 % (Alaja Krupnaja) do 29,4 % (Granatnaja), konkrétně u kyseliny kávové (CA) – od 11,2 % (Alaja Krupnaja) do 35,3 % (Granatnaja). K nejvyššímu úbytku u DBA docházelo u plodů jeřábu Burka (18,0 %), zatímco nejnižší pokles byl zjištěn u jeřábu Granatina (1,2 %). Při sklizni zmražených plodů (SL) se také snižoval TFC-HPLC – od 3,1 % (aronie Nero) do 15,1 % (Granatnaja), přičemž u většiny odrůd jeřábu a aronie byl vyšší pokles zaznamenán u flavonolů (RUT) v rozmezí od 7,0 % (Granatnaja, Velved) do 48,2 % (aronie Nero) ve srovnání s flavanoly (EGC, EC, C), kde byl zjištěn úbytek od 0,3 % (aronie Nero) do 15,8 % (Granatnaja).



Obrázek 9: Obsah fenolických látek v mg.kg⁻¹ stanovených metodou RP-HPLC a jejich změny vlivem klimatických podmínek při pozdním sběru a skladování plodů různých odrůd jeřábu a aronie, TPC-HPLC – celkový obsah fenolických látek, TFAC – celkový obsah fenolových kyselin, TFC-HPLC – celkový obsah flavonoidů, SSZ – plody sklizené v době sklizňové zralosti, SL – zmrzlé plody sklizené v lednu

Z obrázku 9 je také patrné, že i skladování obou skupin plodů jeřábu a aronie (SSZ a SL) negativně ovlivňovalo obsahy TPC-HPLC, TFAC i TFC-HPLC stanovených metodou RP-HPLC. TPC-HPLC se u čerstvých plodů po ročním skladování snížil od 9,4 % (aronie Nero) – z hodnoty 4543,14 mg.kg⁻¹ na 4114,35 mg.kg⁻¹ do 32,4 % (Velved) – z hodnoty 4217,36 mg.kg⁻¹ na 2582,77 mg.kg⁻¹. Z toho úbytek TFAC se pohyboval v rozsahu od 6,6 % (aronie Nero) do 23,6 % (Velved), přičemž vyšší pokles byl zjištěn u DBA – do 69,5 % (Alaja Krupnaja) ve srovnání s obsahem DCA – do 23,4 % (Velved). Z jednotlivých fenolových kyselin se nejvíce snížily obsahy kyseliny hydroxybenzoové (HB) a etylesteru protokatechové kyseliny (PKEE), které po ročním skladování nebyly stanoveny. Pokles TFC-HPLC činil od 10,7 % (Businka) do 67,0 % (Granatnaja), z toho u flavanolů (RUT) byl zjištěn pokles až o 95 % (Businka) a u flavanolů (EGC, EK, K) až o 65,2 % (Granatnaja).

Ročním skladováním zmrzlých plodů sklizených v lednu 2016 (SL) došlo u většiny odrůd jeřábu k vyššímu snížení stanovených TPC-HPLC ve srovnání s plody sklizenými v době sklizňové zralosti (SSZ) – od 18,8 % (Granatnaja) z hodnoty 5971,38 mg.kg⁻¹ na 4851,01 mg.kg⁻¹ do 39,0 % (Velved) z hodnoty 3636,27 mg.kg⁻¹ na 2219,66 mg.kg⁻¹. Úbytek TFAC se pohyboval v rozsahu od 3,0 % (aronie Nero) do 28,6 % (Titan) a z větší míry se na něm podílely DBA, jejichž obsah se snížil v rozmezí od 56,0 % (Discolor) do 77,8 % (Alaja Krupnaja). Podobně jako u plodů SSZ nebyly stanoveny HB a PKEE. Pokles obsahu DCA činil od 2,5 % (aronie Nero) do 28,0 % (Titan). Skladováním zmrzlých plodů (SL) došlo také k úbytku stanovených TFC-HPLC – od 11,7 % (Titan) do 59,5 % (Velved), přičemž obsah flavanolů se snížil v rozmezí od 51,2 % (aronie Nero) do 96,9 % (Discolor) a množství flavanolů v rozsahu od 8,6 % (Titan) do 56,1 % (Velved). Skladováním plodů slivoně původem z Turecka bylo zjištěno, že po uchování plodů v polyetylenových sáčcích po dobu 21 dnů při teplotě 2 °C došlo ke snížení u stanovených flavanolů o 43,2 %, u stanovených DBA o 24,6 % a u stanovených DCA o 22,8 % (Ozturk, 2017, s. 7).

Obsah fenolických látek u jablek, které jsou řazeny mezi nejrozšířenější ovoce u nás, se pohybuje od 0,3 g.kg⁻¹ FW do 3,0 g.kg⁻¹ FW (Bravo, 1998, s. 322, Ciešlik, 2006, s. 132). Z námi naměřených hodnot fenolických látek vyplývá, že plody jeřábu i aronie mohou být považovány za důležité zdroje fenolických sloučenin.

4.2.5 Stanovení jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC

Obsahy jednotlivých antokyanů stanovených metodou RP-HPLC v plodech SSZ jeřábu a aronie jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Obsah jednotlivých antokyanů [mg.kg⁻¹] v lyofilizovaných plodech různých odrůd jeřábu a aronie

Odrůdy	Delfinidin		Kyanidin		Kyanidin		Pelargonidin		Peonidin	
	3-glukozid		3-glukozid		3-rutinozid		3-glukozid		3-glukozid	
Jeřáb	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
Alaja Krupnaja	2,66	0,02 ^a	5,30	0,03 ^a	0,30	0,04 ^a	0,16	0,02 ^a	0,11	0,00 ^a
Granatnaja	15,65	0,04 ^b	395,71	0,77 ^b	0,87	0,07 ^b	ns		1,58	0,04 ^b
Granatina	15,86	0,35 ^{b,c}	197,74	3,76 ^c	0,55	0,04 ^c	0,53	0,01 ^b	1,06	0,07 ^c
Burka	16,06	0,28 ^c	492,05	4,42 ^d	0,52	0,01 ^c	0,64	0,07 ^c	1,12	0,02 ^c
Titan	3,32	0,06 ^d	5,67	0,03 ^e	0,12	0,00 ^d	0,03	0,01 ^d	0,26	0,02 ^d
Businka	12,19	0,08 ^e	173,14	4,09 ^f	0,64	0,01 ^e	0,33	0,01 ^e	0,73	0,04 ^e
Velved	1,79	0,03 ^f	15,60	0,12 ^g	0,89	0,02 ^b	ns		0,38	0,03 ^f
Discolor	2,12	0,01 ^g	12,20	0,08 ^h	2,12	0,00 ^f	0,12	0,01 ^f	0,40	0,06 ^f
Aronie										
Nero	5,33	0,01 ^h	541,95	0,90 ⁱ	820,97	10,36 ^g	ns		0,78	0,01 ^e

ns – nebylo stanoveno

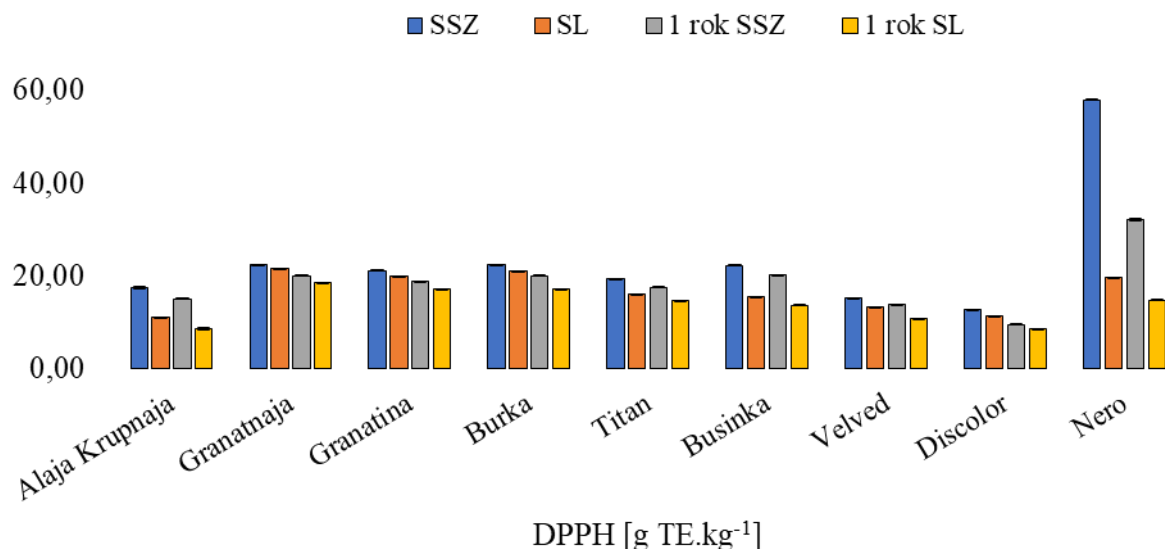
Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

V analyzovaných odrůdách jeřábu a aronie byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu jednotlivých antokyanů. Nejvíce zastoupeným antokyanem byl kyanidin-3-glukozid, jehož obsah se u jeřábů pohyboval v rozmezí od 5,30 mg.kg⁻¹ (Alaja Krupnaja) do 492,05 mg.kg⁻¹ (Burka). U odrůd jeřábu původem z Litvy z roku sklizně 2014 byly publikovány podobné obsahy, případně o něco nižší – od 5 mg.kg⁻¹ DW do 320 mg.kg⁻¹ DW (Burka) (Zymone, 2018, s. 5). Druhým nejvíce zastoupeným antokyanem u plodů jeřábu byl stanoven delfinidin-3-glukozid. Jeho nejvyšší množství bylo zjištěno opět u jeřábu Burka – 16,06 mg.kg⁻¹. U plodů aronie Nero byl v nejvyšším množství stanoven kyanidin-3-rutinozid – 820,97 mg.kg⁻¹. Dále byl detekován kyanidin-3-glukozid v množství 541,95 mg.kg⁻¹, což je více ve srovnání s plody aronie původem z Polska – 421,4 mg.kg⁻¹ DW (Oszmianski, 2005, s. 811).

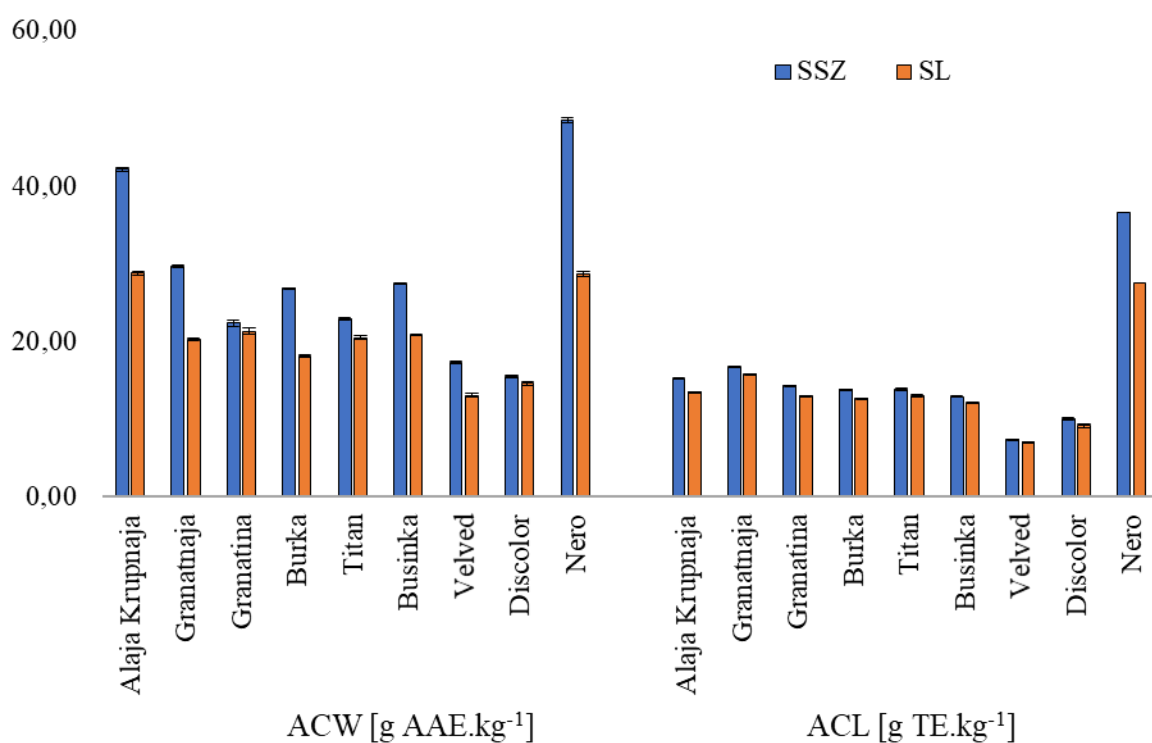
4.2.6 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, ACW a ACL a jejich změny vlivem různých faktorů

Na obrázcích 10 a 11 jsou znázorněny hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodami DPPH, ACW a ACL v plodech různých odrůd jeřábu a aronie a jejich změny vlivem různých faktorů.

Z výsledků je patrné, že antioxidační aktivita ve vodě rozpustných látek stanovená fotochemiluminiscenční metodou ACW vykazovala v plodech analyzovaných odrůd jeřábu nejvyšší výsledky ve srovnání s jinými metodami. Nejvyšší hodnota byla stanovena u jeřábu Granatnaja – 29,63 g AAE.kg⁻¹.



Obrázek 10: Hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH v g TE.kg⁻¹ a jejich změny vlivem klimatických podmínek při pozdním sběru a skladování u plodů různých odrůd jeřábu a aronie, SSZ – plody sklizené v době sklizňové zralosti, SL – zmrzlé plody sklizené v lednu.



Obrázek 11: Hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodami ACW v g AAE.kg⁻¹ a ACL v g TE.kg⁻¹ a jejich změny vlivem klimatických podmínek při pozdním sběru plodů v odrůdách jeřábu, SSZ – plody sklizené v době sklizňové zralosti, SL – zmrzlé plody sklizené v lednu.

Hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH u jednotlivých odrůd jeřábu byly o něco nižší než hodnoty ACW. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u odrůd Burka, Granatnaja – 22,40 g TE.kg⁻¹ a 22,39 g TE.kg⁻¹, v uvedeném pořadí. U tří odrůd jeřábu původem ze stejné lokality, ale ze sklizně v letech 2011 a 2012 byly publikovány nižší hodnoty antioxidační aktivity – 8,29 g AAE.kg⁻¹ FW (Burka), 9,50 g AAE.kg⁻¹ FW (Granatnaja) a 9,62 g AAE.kg⁻¹ FW (Mlček, 2014, s. 1082). Antioxidační aktivita v tuku rozpustných látek (ACL) vykazovala v plodech jeřábu nejnižší hodnoty ve srovnání s dalšími použitými metodami. Nejvyšší hodnota byla stanovena u odrůdy Granatnaja – 16,71 g TE.kg⁻¹. U aronie Nero bylo nejvyšších hodnot dosaženo použitím metody DPPH – 57,97 g TE.kg⁻¹, o něco nižší výsledky byly stanoveny metodami ACW a ACL – 48,50 g TE.kg⁻¹ a 36,63 g TE.kg⁻¹.

Z obrázků 10 a 11 je zřejmé, že klimatické podmínky v důsledku různé doby sklizně mohou negativně ovlivňovat hodnoty antioxidační aktivity. U zmrzlých plodů sklizených v lednu 2016 (SL) různých odrůd jeřábu a aronie došlo ke snížení hodnot DPPH v rozsahu od 3,1 % (Granatnaja) – z hodnoty 22,39 g TE.kg⁻¹ na 21,69 g TE.kg⁻¹ do 66,1 % (aronie Nero) – z hodnoty 57,97 g TE.kg⁻¹ na 19,64 g TE.kg⁻¹. Podobné snížení hodnot antioxidační aktivity bylo zjištěno také u metody ACW – od 4,8 % (Granatina) z hodnoty 22,36 g AAE.kg⁻¹ na 21,29 g AAE.kg⁻¹ do 40,7 % (aronie Nero) z hodnoty 48,50 g AAE.kg⁻¹ na 28,74 g AAE.kg⁻¹. Nejnižší snížení hodnot antioxidační aktivity u zmrzlých plodů jeřábu sklizených v lednu 2016 (SL) bylo zaznamenáno u metody ACL – od 3,5 % (Velved) z hodnoty 7,36 g TE.kg⁻¹ na 7,10 g TE.kg⁻¹ do 24,9 % (aronie Nero) z hodnoty 36,63 g TE.kg⁻¹ na 27,51 g TE.kg⁻¹.

U metody DPPH jsou na obrázku 10 rovněž uvedeny hodnoty antioxidační aktivity po ročním skladování obou skupin plodů jeřábu a aronie (SSZ i SL). Z výsledků vyplývá, že skladováním došlo ke snížení hodnot antioxidační aktivity. U SSZ plodů jeřábu byl zjištěn pokles od 9,5 % (Businka) do 25,3 % (Discolor), u aronie Nero o 44,6 % a u SL plodů jeřábu a aronie se hodnoty antioxidační aktivity snížily v rozmezí od 9,1 % (Titan) do 24,8 % (Discolor).

4.2.7 Vliv různých faktorů na antioxidační aktivitu

Ve vzorcích analyzovaných odrůd jeřábu a aronie byl hodnocen vliv celkových obsahů polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC), antokyanů (TAC) stanovených spekrometricky a vitaminů C a E na hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodami DPPH, ACW a ACL. Zpracování bylo provedeno metodou regresní analýzy a vyjádřeno Pearsonovými korelačními koeficienty (R). Velmi silné pozitivní korelace byly zjištěny mezi hodnotami antioxidační aktivity (ACW, ACL) a TPC, dále mezi hodnotami ACL a TFC, ACL a TAC a ACL a vitaminu C.

4.3 Dřín obecný (*Cornus Mas L.*)

Pro stanovení vybraných bioaktivních látek u jednotlivých odrůd dřínu byly plody podrobeny lyofilizaci. Získané lyofilizáty byly uchovávány bez přístupu vzduchu a následně použity pro další analýzy. U vybraných bioaktivních látek byly sledovány změny jejich obsahu vlivem skladování po dobu 1 roku. Pro tyto analýzy byly vzorky zamrazeny a skladovány po dobu jednoho roku při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Poté byly vzorky podrobeny lyofilizaci a získaný lyofilizát byl pak použit k jednotlivým analýzám.

4.3.1 Stanovení vlhkosti

Hodnoty vlhkosti zjištěné gravimetricky za použití lyofilizace plodů různých odrůd dřínu obecného jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12: Obsah vlhkosti [%] v plodech různých odrůd dřínu obecného

Odrůdy	Vlhkost [%]	
	mean	SD
Dřín		
Jantarový	82,2	0,3 ^a
Jaltský	79,2	0,1 ^b
Vydubecký	86,8	0,3 ^c
Vyšegorodský	79,9	0,3 ^a
Elegantní	81,2	0,1 ^d
Fruchtal	82,4	0,1 ^a
Lukjanovský	77,5	0,2 ^e
Jolico	78,1	0,1 ^f

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota \pm SD ($n = 6$). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Obsah vlhkosti v plodech různých odrůd dřínu obecného byl stanoven v rozmezí od 77,5 % (Lukjanovský) do 86,8 % (Vydubecký). Stanovené hodnoty vlhkosti se shodovaly s publikovanými údaji u dřínů původem z Polska (Ochmian, 2019, s. 6), Turecka (Sengul, 2014, s. 77) a z jiné lokality v České republice (Sochor, 2014, s. 918).

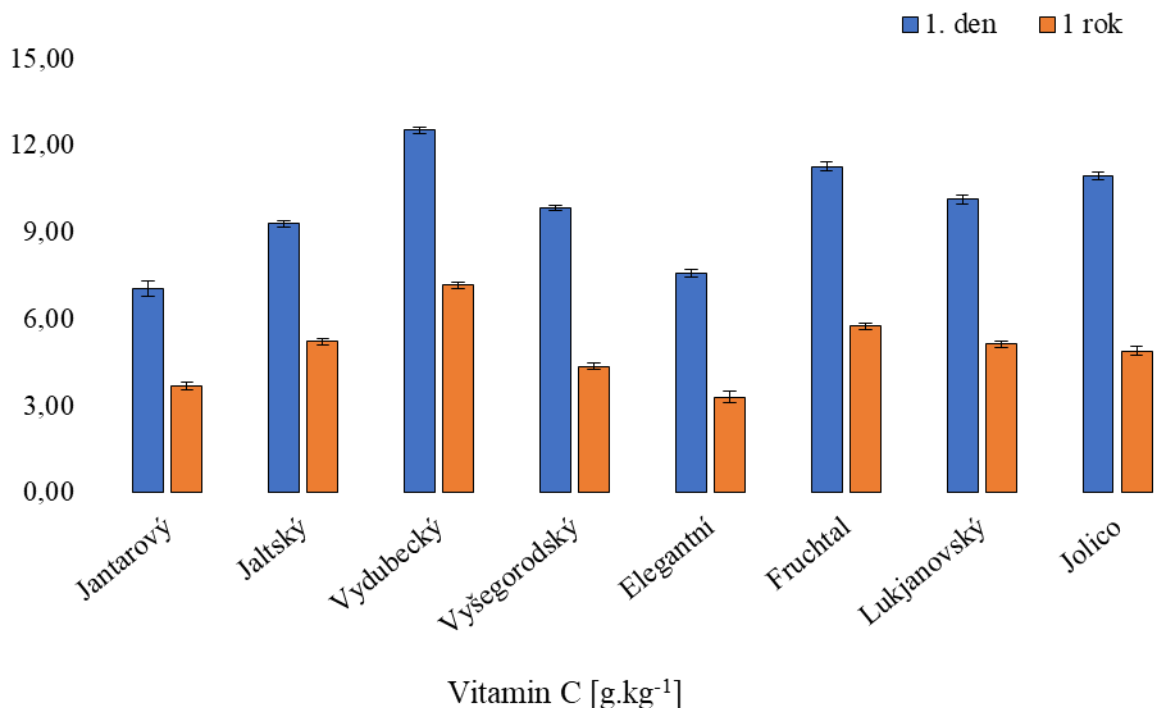
4.3.2 Stanovení obsahů vitaminů C a E

Obsah vitaminu C a jeho změny vlivem skladování

Stanovené množství vitaminu C v plodech jeřábu a aronie a jeho změny vlivem skladování po dobu 1 roku jsou uvedeny na obrázku 12.

V analyzovaných vzorcích jednotlivých odrůd dřínu byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu vitaminu C, vyjádřené v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ vzorku. Obsah vitaminu C se pohyboval v rozsahu od $7,03\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Jantarový) do $12,53\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Vydubecký). Tyto hodnoty vitaminu C byly několikanásobně vyšší než hodnoty

vitaminu C u plodů dřínu původem ze stejné lokality, ale z let sklizně 2007 až 2011, u nichž byl publikován průměrný obsah – 0,61 g.kg⁻¹ (Dokoupil, 2012, s. 53) a také 3x vyšší než obsah vitaminu C u odrůd, které pocházely z jiné lokality v České republice z roku sklizně 2007 až 2009 (Rop, 2010, s. 1207). Z výsledků vyplývá, že nejenom různá lokalita, ale také rozdílné klimatické podmínky během vegetační sezóny ovlivňují obsah vitaminu C.



Obrázek 12: Obsah vitaminu C v g.kg⁻¹ v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu a jeho změny vlivem skladování plodů po dobu 1 roku

Během skladování po dobu 1 roku došlo v plodech jednotlivých odrůd dřínu k rozdílnému snížení obsahu vitaminu C. Nejvyšší ztráty obsahu vitaminu C (více než 50 %) byly zaznamenány u odrůd Elegantní (56,6 %) z hodnoty 7,58 g.kg⁻¹ na 3,29 g.kg⁻¹, Vyšegorodský (55,8 %) z hodnoty 9,83 g.kg⁻¹ na 4,35 g.kg⁻¹ a Jolico (55,3 %) z hodnoty 10,95 g.kg⁻¹ na 4,89 g.kg⁻¹. Zatímco nejnižší úbytek vitaminu C byl zjištěn u plodů odrůdy Vydubecký (42,8 %) z hodnoty 12,53 g.kg⁻¹ na 7,17 g.kg⁻¹.

Úbytky obsahu vitaminu C u plodů dřínu po ročním skladování odpovídají zjištěnému snížení obsahu vitaminu C u plodů rakytníku, kde došlo k průměrné ztrátě vitaminu C o 56 %, a u plodů jeřábu a aronie, u kterých se obsah vitaminu C snížil v průměru o 46,3 %. Skladováním plodů dřínu původem z Iránu po dobu 35 dnů při teplotě 1 °C v polypropylenových sáčkách došlo ke snížení množství vitaminu C o 42,8 %, zatímco skladováním nezabalených plodů za stejných podmínek se obsah vitaminu C snížil až o 72,1 % (Mohebbi, 2015, s. 121).

Obsah vitaminu E

Hodnoty vitaminu E v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu obecného jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13: Obsah vitaminu E v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu

Odrůdy	Vitamin E [mg.kg ⁻¹]	
	mean	SD
Jantarový	1,78	0,05 ^a
Jaltský	1,43	0,03 ^b
Vydubecký	0,78	0,01 ^c
Vyšegorodský	1,26	0,01 ^d
Elegantní	2,01	0,07 ^e
Fruchtal	0,47	0,01 ^f
Lukjanovský	0,81	0,02 ^c
Jolico	0,23	0,01 ^g

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota \pm SD ($n = 6$). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Z výsledků je zřejmé, že mezi analyzovanými odrůdami byly prokázány statisticky významné rozdíly v obsahu tohoto vitaminu. Nejvíce vitaminu E bylo zjištěno u odrůdy Elegantní – 2,01 mg.kg⁻¹, zatímco nejméně vitaminu E obsahovala pozdní odrůda Jolico – 0,23 mg.kg⁻¹. Obsah vitaminu E v plodech jednotlivých odrůd dřínu byl téměř dvakrát nižší ve srovnání s množstvím tohoto vitaminu v analyzovaných plodech jeřábu a aronie – od 3,42 mg.kg⁻¹ do 7,34 mg.kg⁻¹.

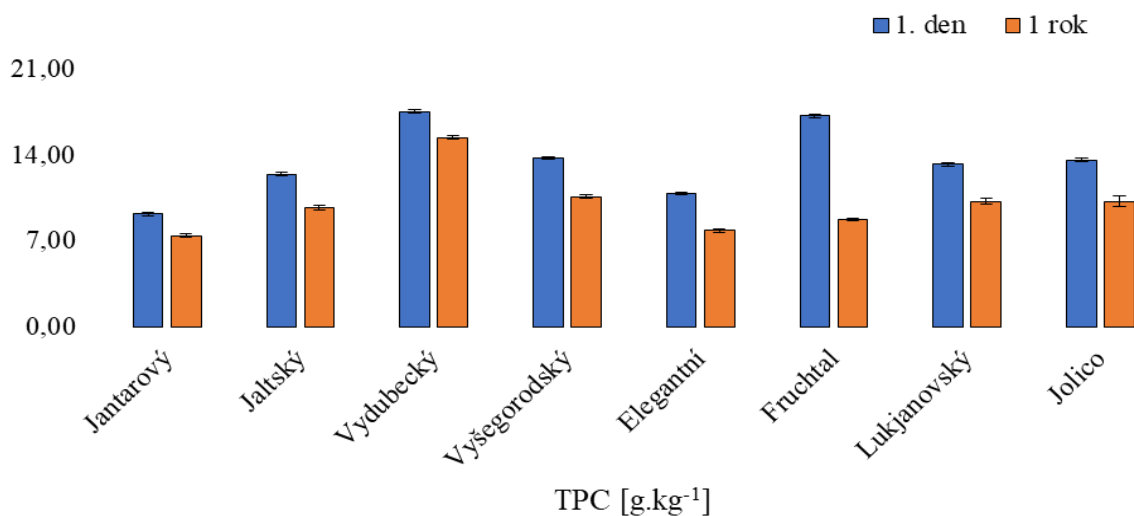
4.3.3 Stanovení celkového obsahu polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC) a antokyanů (TAC) spektrometricky a jejich změny vlivem skladování

Obsahy celkových polyfenolů (TPC) a flavonoidů (TFC) v analyzovaných plodech vybraných odrůd dřínu jejich změny vlivem skladování po dobu 1 roku jsou uvedeny na obrázcích 13 a 14.

Obsah celkových polyfenolů (TPC) a jeho změny

Z obrázku 13 je zřejmé, že zjištěné hodnoty TPC u jednotlivých vzorků byly statisticky odlišné s výjimkou u odrůd Vyšegorodský a Jolico. Nejvyšší obsah TPC byl zjištěn u odrůdy Vydubecký – 17,55 g GAE.kg⁻¹. Naopak nejméně TPC obsahovala žlutoplodá odrůda Jantarový – 9,19 g GAE.kg⁻¹. Námí zjištěný obsah TPC u žlutoplodé odrůdy se shodoval s TPC u žlutoplodé odrůdy původem z Turecka – 8,03 g GAE.kg⁻¹ FW (Gunduz, 2013, s. 63). O něco nižší hodnoty TPC byly publikovány u pěti odrůd dřínu původem také z České republiky ale z oblasti Bílých Karpat z roku sklizně 2007 až 2009 – od 3,41 g GAE.kg⁻¹ FW do 8,11 g GAE.kg⁻¹ FW (Rop, 2010, s. 1207). Naopak o něco více TPC

obsahovaly dřiny původem z Iránu – od 10,99 g GAE.kg⁻¹ FW do 26,96 g GAE.kg⁻¹ FW (Hassanpour, 2011, s. 461).



Obrázek 13: Obsah celkových polyfenolů (TPC) v g.kg⁻¹ stanovených spektrometricky v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu na jeho změny vlivem skladování po dobu 1 roku

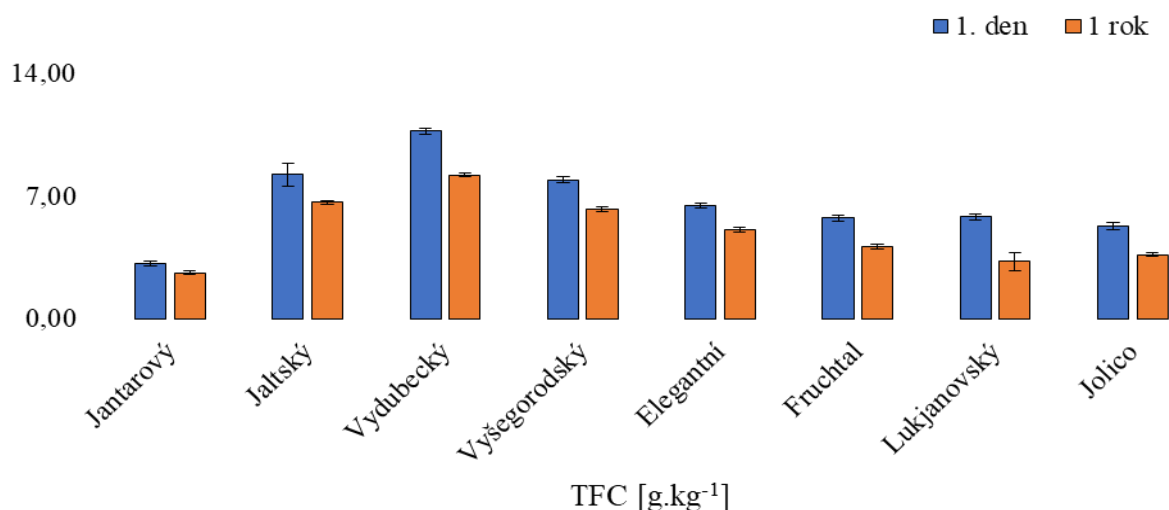
Z výsledků je zřejmé, že během skladování plodů jednotlivých odrůd dřínu po dobu 1 roku docházelo ke snížení obsahu TPC. Úbytek TPC se pohyboval v rozmezí od 12,1 % (Vydubecký) – z hodnoty 17,55 g GAE.kg⁻¹ na 15,43 g GAE.kg⁻¹ do 49,3 % (Fruchtal) – z hodnoty 17,20 g GAE.kg⁻¹ na 8,72 g GAE.kg⁻¹.

Námi zjištěné úbytky TPC po ročním skladování plodů dřínu jsou v souladu se zjištěným snížením TPC po roce skladování jednotlivých odrůd jeřábu a aronie, kde úbytek TPC činil od 8,1 % do 50,2 %. U extraktů dřínů původem z Rumunska bylo publikováno snížení TPC o 22,6 % po 60 dnech skladování při teplotě 2 °C a o 25,4 % při teplotě skladování 22 °C. K výraznějším změnám obsahu TPC došlo až po tepelném ošetření extraktů při teplotách 50 °C a 75 °C, kdy úbytek TPC po 60 dnech skladování byl 8x až 16x vyšší ve srovnání se skladováním extraktů dřínů při teplotě 2 °C (Moldovan, 2016, s. 209).

Obsah celkových flavonoidů (TFC) a jeho změny

Nejvyšší obsah celkových flavonoidů (TFC) byl u plodů dřínu také stanoven v odrůdě Vydubecký – 10,72 g RE.kg⁻¹. Naopak nejnižší hodnota TFC byla stanovena též u žlutoplodé odrůdy Jantarový – 3,19 g RE.kg⁻¹. V analyzovaných vzorcích byly zjištěny vyšší obsahy TFC ve srovnání s publikovanými hodnotami TFC u šesti genotypů dřínu původem z Rumunska – od 0,12 g RE.kg⁻¹ FW do 0,64 RE.kg⁻¹ FW (Cosmulescu, 2019, s. 392). Zatímco srovnatelné hodnoty TFC s námi zjištěným množstvím obsahovaly dřiny původem z Iránu, jednak z roku 2009 – od 3,21 g katechinu.kg⁻¹ FW do

5,45 g katechinu.kg⁻¹ FW (Hassanpour, 2011, s. 461). Hodnoty TFC mohou být také ovlivněny použitým extrakčním činidlem, kdy u metanolových extraktů dřínu původem ze Srbska bylo publikováno 7,18 g RE.kg⁻¹ DW a u vodných extraktů pouze 3,53 g RE.kg⁻¹ DW (Stankovic, 2014, s. 360).



Obrázek 14: Obsah celkových flavonoidů (TFC) v g.kg⁻¹ stanovených spektrometricky v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu a jeho změny vlivem skladování po dobu 1 roku

Z obrázku 14 je také patrné, že skladování plodů jednotlivých odrůd dřínu po dobu 1 roku mělo negativní vliv na TFC. Nejnižší pokles byl zaznamenán u žlutoplodé odrůdy Jantarový – 16,9 % z hodnoty 3,19 g RE.kg⁻¹ na 2,65 g RE.kg⁻¹, zatímco k největšímu úbytku došlo u dřínu Lukjanovský – 43,3 % z hodnoty 5,84 g RE.kg⁻¹ na 3,31g RE.kg⁻¹. Pokles TFC u plodů dřínu po ročním skladování odpovídal snížení TFC u jednotlivých odrůd jeřábu a aronie během skladování po dobu 1 roku – od 19,2 % do 33,9 %.

Ve studii Yarılgaç (2019, s. 425), která se zabývala vlivem skladování plodů dřínu v rozdílných fázích zralosti a v různých atmosférách na obsah TFC, bylo publikováno, že ve všech případech se množství TFC po 30 dnech skladování snižovalo v rozsahu od 34,8 % do 60,7 %.

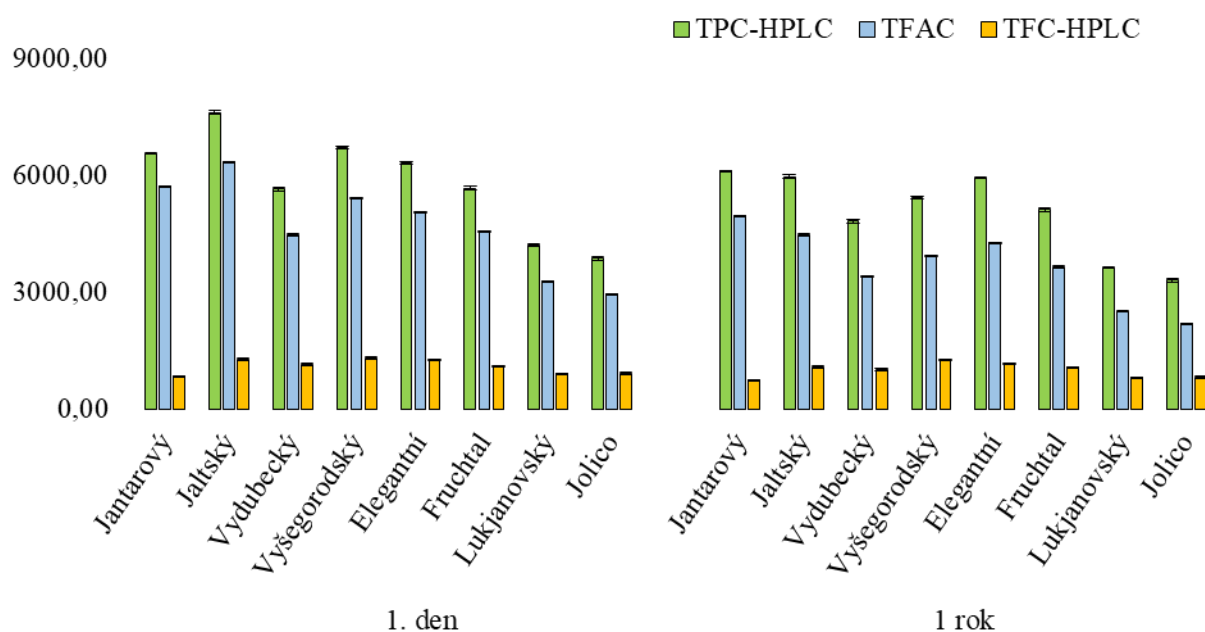
Obsah celkových antokyanů (TAC)

Obsah celkových antokyanů (TAC) stanovený spektrometricky se pohyboval v rozmezí od 339,03 mg COG.kg⁻¹ (Jolico) do 607,71 mg COG.kg⁻¹ (Elegantní), přičemž u žlutoplodé odrůdy Jantarový nebyl TAC stanoven. Námi naměřené hodnoty TAC byly více než 2x vyšší než obsahy TAC u tří odrůd dřínu původem ze stejné lokality, ale ze sklizně v letech 2009 a 2010 – od 194 mg COG.kg⁻¹ FW (Fruchtal), 61 mg COG.kg⁻¹ FW (Jolico) a 109,8 mg COG.kg⁻¹ FW (Vydubecký) (Cetkovská, 2015, s. 359). Zatímco

u plodů dřínu původem z Polska byly publikovány podobné hodnoty TAC – 499,4 mg COG.kg⁻¹ FW (Pyrkosz-Biardzka, 2014, s. 96).

4.3.4 Obsah jednotlivých fenolických látek stanovených metodou RP-HPLC a jejich změny vlivem skladování

Celkové obsahy fenolických látek (TPC-HPLC), flavonoidů (TFC-HPLC) a fenolových kyselin (TFAC) stanovených metodou RP-HPLC v plodech vybraných odrůd dřínu a jejich změny vlivem skladování po dobu 1 roku jsou uvedeny na obrázku 15.



Obrázek 15: Obsah fenolických látek v mg.kg⁻¹ stanovených metodou RP-HPLC v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu a jeho změny vlivem skladování TPC-HPLC – celkový obsah fenolických látek, TFAC – celkový obsah fenolových kyselin, TFC – celkový obsah flavonoidů

Celkový obsah fenolických látek stanovených metodou RP-HPLC byl mezi jednotlivými odrůdami dřínu odlišný. Nejvyšší obsah stanovených TPC-HPLC byl zjištěn u plodů dřínu Vydubecký – 4004,50 mg.kg⁻¹, naopak nejméně TPC-HPLC obsahovala žlutoplodá odrůda Jantarový – 1466,36 mg.kg⁻¹. Na celkovém množství stanovených fenolických látek se u všech odrůd ve větší míře podílely flavonoidní sloučeniny oproti fenolovým kyselinám. Nejvíce celkových flavonoidů (TFC-HPLC) bylo obsaženo u odrůdy Fruchtal – 2592,04 mg.kg⁻¹ a u odrůdy Vydubecký – 2551,08 mg.kg⁻¹, zatímco nejnižší množství TFC-HPLC obsahovala opět žlutoplodá odrůda Jantarový – 953,12 mg.kg⁻¹.

Flavanoly byly zastoupeny pouze rutinem (RUT), jehož obsah se pohyboval v rozmezí od 1,36 mg.kg⁻¹ (Elegantní) do 4,63 mg.kg⁻¹ (Jantarový). Flavanoly,

zastoupené epigalokatechinem (EGC), epikatechinem (EC) a katechinem (C), představovaly podstatnou část fenolických látek flavonoidní povahy a jejich množství bylo stanoveno v rozsahu od 948,49 mg.kg⁻¹ (Jantarový) do 2548,92 mg.kg⁻¹ (Vydubecký). Námi naměřené hodnoty flavanolů jsou nižší ve srovnání s množstvím flavanolů u plodů dřínu původem ze Srbska z roku 2013 – 7570 mg.kg⁻¹ DW (Milenković-Andjelković, 2015, s. 334). Nejvíce zastoupeným flavanolem byl EGC, jehož obsah se pohyboval v rozmezí od 908,91 mg.kg⁻¹ (Jantarový) do 1794,59 mg.kg⁻¹ (Vydubecký).

Nejvyšší hodnoty celkových fenolových kyselin (TFAC) byly zjištěny u odrůdy Vydubecký – 1451,62 mg.kg⁻¹, zatímco plody odrůdy Jantarový obsahovaly nejméně TFAC – 512,51 mg.kg⁻¹.

Celkový obsah derivátů kyseliny benzoové (DBA) se pohyboval v rozmezí od 403,05 mg.kg⁻¹ do 1131,89 mg.kg⁻¹, přičemž nejméně DBA bylo zjištěno u žlutoplodé odrůdy Jantarový a nejvíce u dřínu odrůdy Vydubecký. Plody většiny odrůd obsahovaly nejvíce kyseliny gallové (GA), jejíž nejvyšší obsah byl detekován u odrůdy Vydubecký – 662,76 mg.kg⁻¹ a nejnižší v plodech dřínu Elegantní – 160,34 mg.kg⁻¹. Námi naměřené hodnoty GA jsou v souladu s obsahem GA v plodech osmi odrůd dřínu původem také z České republiky ale z oblasti Bílých Karpat – od 110 mg.kg⁻¹ FW do 320 mg.kg⁻¹ (Sochor, 2014, s. 921).

Celkové obsahy derivátů kyseliny skořicové (DCA) u plodů různých odrůd dřínu se pohybovaly v rozmezí od 109,46 mg.kg⁻¹ (Jantarový) do 775,32 mg.kg⁻¹ (Jaltský). U všech odrůd byla nejvíce zastoupena kyselina chlorogenová (CHL), jejíž obsah činil od 60,93 mg.kg⁻¹ (Jantarový) do 646,21 mg.kg⁻¹ (Jaltský). Srovnatelné množství CHL bylo publikováno v plodech dřínů původem ze tří různých lokalit s rozdílnou nadmořskou výškou – 65,36 mg.kg⁻¹ FW (345 m n. m.), 26,03 mg.kg⁻¹ FW (389 m n. m.) a 142,46 mg.kg⁻¹ FW (700 m n. m.) (Drkenda, 2014, s. 64).

Z dosažených výsledků lze také konstatovat, že roční skladování plodů dřínů mělo negativní vliv na obsahy TPC-HPLC, TFAC a TFC-HPLC stanovené metodou RP-HPLC. K nejvyšším ztrátám obsahu TPC-HPLC stanoveného metodou RP-HPLC došlo u plodů dřínu odrůdy Lukjanovský – 48,1 % z hodnoty 3233,93 mg.kg⁻¹ na 1677,96 mg.kg⁻¹, zatímco nejnižší úbytek TPC-HPLC byl zjištěn u odrůdy Jantarový – 8,5 % z hodnoty 1466,36 mg.kg⁻¹ na 1341,89 mg.kg⁻¹. Z toho úbytek TFAC se pohyboval v rozmezí od 8,9 % (Jantarový) – z hodnoty 512,51 mg.kg⁻¹ na 466,84 mg.kg⁻¹ do 38,2 % (Lukjanovský) – z hodnoty 1190,61 mg.kg⁻¹ na 735,59 mg.kg⁻¹. Vyšší pokles obsahu byl zaznamenán u DBA až o 48,4 % (Jaltský) v porovnání s obsahy DCA, kde bylo zjištěno nejvyšší snížení o 31,1 % (Lukjanovský). Z jednotlivých fenolových kyselin byla nejvíce ovlivněna kyselina vanilová, která po ročním skladování nebyla detekována.

Skladováním plodů dřínu po dobu 1 roku došlo také ke snížení celkových obsahů TFC-HPLC, jejichž úbytky činily od 8,3 % (Jaltský) – z hodnoty 953,85 mg.kg⁻¹ na 875,05 mg.kg⁻¹ do 53,9 % (Lukjanovský) – z hodnoty 2043,32 mg.kg⁻¹ na 942,37 mg.kg⁻¹, přičemž vyšší úbytek byl zaznamenán u flavonolů (RUT) – od 82,3 % (Vydubecký) do 98,5 % (Fruchtal) ve srovnání s flavanoly (EGC, EC a C), jejichž pokles se pohyboval v rozmezí od 7,8 % (Jantarový) do 53,9 % (Lukjanovský). Zjištěné úbytky fenolických látek u plodů dřínu jsou v souladu s poklesem fenolických látek po ročním skladování u plodů různých odrůd jeřábu a aronie. Oproti tomu, ve studii Mohebbi (2015, s. 121), která se zabývala skladováním plodů dřínu v různých obalech a s rozdílnou modifikací atmosféry, bylo publikováno, že po době skladování 35 dnů při teplotě 1 °C došlo u nezabalených plodů k navyšení TPC-HPLC o téměř 36 % (Mohebbi, 2015, s. 121).

4.3.5 Stanovení jednotlivých antokyanů metodou RP-HPLC

Obsahy jednotlivých antokyanů stanovených metodou RP-HPLC jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14: Obsah jednotlivých antokyanů [mg.kg⁻¹] v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu obecného

Odrůdy	Delfinidin 3-glukozid		Kyanidin 3-glukozid		Kyanidin 3-rutinozid		Pelargonidin 3-glukozid		Peonidin 3-glukozid	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
Dřín										
Jantarový	ns		ns		ns		ns		ns	
Jaltský	30,35	0,67 ^a	113,11	0,95 ^a	235,38	1,06 ^a	63,65	2,94 ^a	9,81	0,42 ^a
Vydubecký	10,14	0,13 ^b	45,34	0,31 ^b	189,25	5,12 ^b	9,36	0,18 ^b	4,02	0,18 ^b
Vyšegorodský	16,88	0,05 ^c	89,90	0,23 ^c	61,16	0,16 ^c	70,42	0,02 ^c	8,28	0,01 ^c
Elegantní	18,60	0,95 ^d	242,72	0,05 ^d	264,80	3,94 ^d	57,96	1,64 ^d	9,42	0,18 ^a
Fruchtal	107,90	0,20 ^e	52,30	0,09 ^e	274,30	9,42 ^d	9,33	0,14 ^b	5,00	0,19 ^d
Lukjanovský	19,02	0,02 ^d	217,25	0,13 ^f	217,48	2,18 ^e	49,80	0,32 ^e	11,75	0,04 ^e
Jolico	15,08	0,03 ^f	89,62	0,14 ^c	185,71	1,53 ^b	38,73	0,15 ^f	6,46	0,18 ^f

ns – nebylo stanoveno

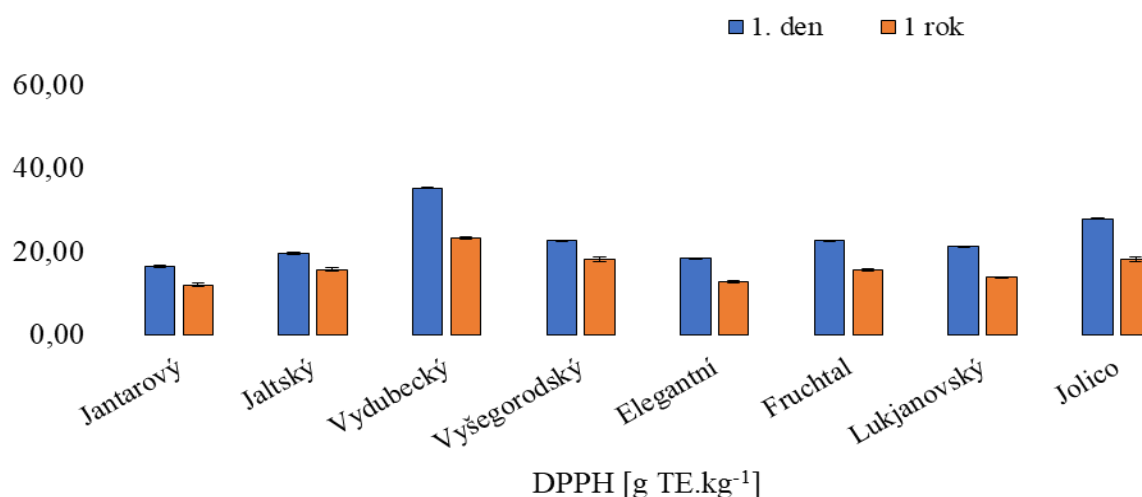
Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

V analyzovaných plodech dřínu byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu jednotlivých antokyanů zjištěných metodou RP-HPLC v závislosti na odrůdě. Jako nejvíce zastoupený antokyan ve většině odrůd byl stanoven kyanidin-3-rutinozid, jehož obsah se pohyboval v rozsahu od 61,16 mg.kg⁻¹ (Vyšegorodský) do 274,30 mg.kg⁻¹ (Fruchtal). V plodech dřínu původem z Turecka z roku 2004 byly publikovány podobné obsahy, případně o něco vyšší – od 4,5 mg.kg⁻¹ FW do 122,8 mg.kg⁻¹ FW (Tural, 2008, s. 364). U dřínu odrůdy Vyšegorodský byl v nejvyšším množství detekován antokyan

kyanidin-3-glukozid – 89,90 mg.kg⁻¹. U žlutoplodé odrůdy dřínu Jantarový nebyly vybrané jednotlivé antokyany stanoveny.

4.3.6 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH, ACW a ACL

Hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu obecného a jejich změny vlivem skladování po dobu 1 roku jsou znázorněny na obrázku 16. Tabulka 15 uvádí hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodami ACW a ACL ve stejných plodech.



Obrázek 16: Antioxidační aktivita stanovená metodou DPPH v g TE.kg⁻¹ v plodech různých odrůd dřínu a jejich změny vlivem skladování po dobu 1 roku

Tabulka 15: Antioxidační aktivita ACW [g AAE.kg⁻¹] a ACL [g TE.kg⁻¹] v lyofilizovaných plodech různých odrůd dřínu obecného

Odrůdy	ACW [g AAE.kg ⁻¹]		ACL [g TE.kg ⁻¹]	
	mean	SD	mean	SD
Jantarový	9,24	0,20 ^a	23,16	0,42 ^a
Jaltský	20,63	0,14 ^b	37,13	0,29 ^b
Vydubecký	19,98	0,09 ^c	40,93	0,20 ^c
Vyšegorodský	22,50	0,21 ^d	29,88	0,46 ^d
Elegantní	10,29	0,09 ^e	29,11	0,19 ^e
Fruchtal	22,10	0,14 ^f	41,09	0,29 ^{c,f}
Lukjanovský	14,90	0,07 ^g	34,19	0,15 ^g
Jolico	23,97	0,18 ^h	41,80	0,58 ^f

Výsledky jsou vyjádřeny jako střední hodnota ± SD (n = 6). Hodnoty ve sloupci s nejméně jedním identickým horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$), zatímco hodnoty s různými horními indexy vykazují statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Z výsledků měření vyplývá, že v analyzovaných plodech dřínu byly zjištěny statisticky významné rozdíly v hodnotách antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH a fotochemiluminiscenčními metodami ACW a ACL

v závislosti na odrůdě. Ve výsledcích antioxidační aktivity stanovené metodami DPPH a ACW se neprojevil velký rozdíl a hodnoty těchto dvou metod byly srovnatelné. Nejnižší hodnota DPPH byla detekována u žlutoplodé odrůdy Jantarový – 16,48 g TE.kg⁻¹ a naopak nejvyšší hodnota byla zjištěna u červenoplodé odrůdy Vydubecký – 35,24 g TE.kg⁻¹, což odpovídá hodnotám antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH u šesti odrůd dřínu původem z České republiky z oblasti Bílých Karpat z nadmořské výšky 340 m n. m. – od 4,11 g TE.kg⁻¹ FW (Elegantní) do 9,54 g TE.kg⁻¹ FW (Vydubecký) (Rop, 2010, s. 1207). Nejnižší hodnota ACW byla stanovena opět u rané žlutoplodé odrůdy Jantarový – 9,24 g AAE.kg⁻¹, zatímco nejvyšší hodnotu ACW vykazovala pozdní červenoplodá odrůda Jolico – 23,97 g AAE.kg⁻¹. Nejvyšších výsledků bylo dosaženo použitím metody ACL, kdy nejnižší hodnota byla zjištěna zase u rané žlutoplodé odrůdy Jantarový – 23,16 g TE.kg⁻¹ a nejvyšší hodnota u pozdní červenoplodé odrůdy Jolico – 41,80 g TE.kg⁻¹. U plodů dřínu původem z Turecka z roku 2010 bylo zjištěno, že během zrání dochází ke snižování antioxidační aktivity – z hodnoty 55,0 μmol TE.g⁻¹ FW u nedozrálých plodů na hodnotu 7,8 μmol TE.g⁻¹ FW u zralých plodů (Gunduz, 2013, s. 63).

U metody DPPH jsou na obrázku 16 rovněž uvedeny hodnoty antioxidační aktivity po ročním skladování plodů dřínu. Nejvyšší pokles hodnoty DPPH byl zjištěn u pozdní odrůdy Jolico (35,0 % – z hodnoty 21,33 g TE.kg⁻¹ na 13,87 g TE.kg⁻¹), naopak nejmenší úbytek byl zjištěn u odrůd Jaltský (19,6 % – z hodnoty 19,64 g TE.kg⁻¹ na 15,79 g TE.kg⁻¹). U plodů dřínu původem z Rumunska ze sklizně z roku 2015 bylo publikováno, že skladováním plodů při teplotě 22 °C po dobu 11 dnů došlo ke snížení hodnot antioxidační aktivity stanovené metodami ABTS a FRAP o 9,4 % a 7,6 %, v uvedeném pořadí. Zatímco skladování totožných plodů při stejné teplotě po dobu 19 dnů mělo za následek pokles hodnot antioxidační aktivity stanovené metodami ABTS a FRAP pouze o 6,1 % a 3,3 %, v uvedeném pořadí (Hosu, 2016, s. 3).

4.3.7 Vliv různých faktorů na antioxidační aktivitu

V plodech jednotlivých odrůd dřínu byl hodnocen vliv celkových obsahů polyfenolů (TPC), flavonoidů (TFC), antokyanů (TAC) stanovených spektrometricky a vitaminů C a E na hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodami DPPH, ACW a ACL. Zpracování bylo provedeno metodou regresní analýzy a vyjádřeno Pearsonovými korelačními koeficienty (R). Velmi silné pozitivní korelace byly zjištěny mezi hodnotami antioxidační aktivity (DPPH, ACW, ACL) a vitaminem C, dále mezi hodnotami ACL a TPC.

5 PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI

Méně známé druhy ovoce analyzované v této práci jsou významným zdrojem biologicky aktivních látek, které mají pozitivní vliv na lidské zdraví a jejich obsah je často vyšší než u tradičních druhů ovoce. Velkou výhodou je jejich velká druhová rozmanitost s možností různého způsobu zpracování a širokého využití zejména v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. Jsou nenáročné na půdní a klimatické podmínky a je možné je pěstovat také v České republice. Na českém trhu roste poptávka o využití těchto méně známých druhů, zejména z důvodu významného obsahu biologicky aktivních látek (vitaminu C a fenolických sloučenin) vykazujících antioxidační aktivitu. Sledované netradiční druhy ovoce se vzájemně liší ve vlastnostech a tím i ve způsobu jejich využití. Práce se zabývala stanovením obsahu vitaminů C a E, fenolických a karotenoidních látek a antioxidační aktivity u vybraných méně známých druhů ovoce. U stanovených biologicky aktivních látek byl dále hodnocen vliv různé lokality a klimatických podmínek, vliv technologického zpracování a také vliv skladování na chemické složení plodů a listů.

Disertační práce obohacuje oblast vědy a praxe v následujících aspektech:

- Přínos uceleného přehledu a nových poznatků o obsahu biologicky aktivních látek s antioxidačním účinkem, které byly stanoveny použitím různých analytických metod, v rozdílných odrůdách netradičních druhů ovoce, které je možné pěstovat v klimatických podmínkách České republiky.
- Vybrané netradiční druhy ovoce jsou významným zdrojem bioaktivních látek vykazujících antioxidační aktivitu, zejména vitaminu C a fenolických sloučenin.
- Mezi odlišnými botanickými druhy ovoce a také mezi odrůdami jednoho botanického druhu byly zjištěny značné rozdíly v chemickém složení, což může ovlivnit způsob jejich dalšího využití v různých odvětvích.
- U rakytníku byly analyzovány nejen plody ale také listy, což může přispět k dalšímu rozšíření využití této plodiny, jejíž význam neustále roste.
- Byl zjištěn vliv různé lokality na chemické složení plodů i listů rakytníku.
- Srovnáním lokality Žabčice a Velké Ripňany byly s nejvyšším obsahem většiny stanovených látek vyhodnoceny plody a listy rakytníku původem z Žabčic, což mohlo být způsobeno nižším úhrnem srážek během vegetace v porovnání s lokalitou Velké Ripňany. Porovnávání lokalit však bude nutné dále posuzovat z hlediska širšího záběru parametrů jako je např. počet slunečních dní, klimatické, půdní a jiné faktory, což nebylo obsahem této disertační práce.
- Byl také prokázán významný vliv doby zrání, technologického zpracování a skladování na obsah vitaminu C u plodů a listů rakytníku, což může

příspěť k doporučení vhodné doby sklizně u jednotlivých odrůd, přiměřených podmínek pro skladování, případně k doporučení vhodné doby pro jejich spotřebu a způsob technologického zpracování.

- Z hlediska doby zrání byly s nejvyšším obsahem většiny stanovených látek vyhodnoceny plody středně pozdních a pozdních odrůd rakytníku.
- Z hlediska vlivu skladování na obsah vitamínu C byla jako nejodolnější odrůda vyhodnocena u plodů – středně pozdní odrůda Askola a u listů – pozdní odrůda Slovan.
- Pro skladování lze doporučit pouze celé, nepoškozené plody, při jejich skladování dochází k menším ztrátám biologicky aktivních látek než po technologických úpravách (mixováním).
- U plodů jeřábu a aronie byl zkoumán vliv klimatických podmínek na obsah vybraných bioaktivních látek při pozdním sběru, což může přispět k možnosti využití postupné sklizně plodů podle způsobu technologického zpracování, kterou by mohlo být dosaženo snížení nákladů na jejich skladování.
- Byl prokázán negativní vliv klimatických podmínek při pozdní sklizni na obsah bioaktivních látek. Jako nejodolnější odrůda byla vyhodnocena odrůda jeřábu Granatnaja.
- Byl také prokázán negativní vliv skladování plodů jeřábu a aronie na obsah vybraných bioaktivních látek.
- Z hlediska vlivu skladování (plody sklizené ve sklizňové zralosti i plody sklizené ve zmlém stavu) lze mezi nejodolnější odrůdy zařadit odrůdy Granatnaja, Granatina, Burka.
- Skladováním plodů sklizených ve zmrzlém stavu po dobu 1 roku při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ dochází k vyšším úbytkům biologicky aktivních látek ve srovnání se skladováním plodů za stejných podmínek sklizených ve sklizňové zralosti
- Z analyzovaných odrůd jeřábu byla s nejvyšším obsahem většiny stanovených látek vyhodnocena odrůda Granatnaja.
- U plodů dřínu byl prokázán negativní vliv skladování na obsah vybraných biologicky aktivních látek.
- Z hlediska vlivu skladování plodů dřínu je možné jako nejodolnější vyhodnotit odrůdu Vydubecký.
- Z analyzovaných odrůd dřínu byla s nejvyšším obsahem většiny stanovených látek vyhodnocena odrůda Vydubecký.
- Pro zachování biologicky aktivních látek u plodů netradičních druhů ovoce lze na základě získaných výsledků doporučit zpracování plodů nejdéle do půl roku po sklizni, poté dochází k velkému poklesu jejich obsahu.
- Zjištěné výsledky mohou být přínosem pro pěstitele, spotřebitele a také pro potravinářský, farmaceutický, kosmetický a jiný průmysl.
- Získané výsledky disertační práce byly a budou dále prezentovány v mezinárodních vědeckých časopisech a na konferencích.

6 ZÁVĚR

Disertační práce se zabývá stanovením vybraných bioaktivních látek u netradičního ovoce, které pochází z různých botanických druhů a rozdílných kultivačních a klimatických podmínek a také posouzením vzájemného vztahu jejich obsahu s odrůdou a různou dobou skladování. Velkou výhodou při pěstování netradičních druhů ovoce jsou minimální nároky na půdní a klimatické podmínky, brzký nástup do plodnosti a vysoký obsah cenných nutričních látek. Tyto látky jsou zajímavé nejen z chemického hlediska, ale také proto, že mnohé z nich mají biologické a terapeutické účinky, vykazují antioxidantní, protinádorové, hepatoprotektivní, imunomodulační a jiné vlastnosti. Pěstování těchto nenáročných plodin plní také často estetickou, asanační, rekultivační, tepelně izolační nebo ekologickou funkci. Z méně známých druhů ovoce byly pro tuto práci vybrány plody rakytníku řešetlákového (*Hippophaë rhamnoides*) z čeledi hlošínovité (*Eleagnaceae*), plody mezidruhových kříženců jeřábu obecného (*Sorbus aucuparia*) a aronie temnoplodé (*Aronia melanocarpa*) z čeledi růžovité (*Rosaceae*) a plody dřínu obecného (*Cornus Mas* L.) z čeledi dřínovité (*Cornaceae*). U vybraných plodů byla stanovena vlhkost, vitaminy C a E, celkové obsahy polyfenolů, flavonoidů a antokyanů stanovených spektrickými metodami, dále vybrané karotenoidy, polyfenolické látky a antokyaniny stanovené metodou RP-HPLC a antioxidantní aktivita (DPPH, ACW a ACL).

Rakytník řešetlákový se v posledních letech stává stále perspektivnější a oblíbenější plodinou, zejména z hlediska obsahu vitamínu C a biologicky aktivních látek, které ovlivňují jeho antioxidantní vlastnosti. Využívají se nejen plody ale i další části rakytníkového keře.

Vitamin C je významný nutriční faktor v rakytníkových plodech i listech. Jeho obsah je však velmi proměnlivý v různých částech rostlin a může být ovlivněn jednak odrůdou, ale z důvodu různého způsobu jeho syntézy, která se může lišit v závislosti na zralosti, je důležitá i doba sklizně. Obsah vitamínu C v plodech rakytníku je vyšší ve srovnání s plody ostatních analyzovaných druhů ovoce, přičemž nejvyšší hodnoty byly zjištěny u plodů středně pozdních a pozdních odrůd, a to v rozmezí od 3,11 g.kg⁻¹ FW (Leicora) do 3,65 g.kg⁻¹ FW (Slovan). Obsah vitamínu C byl ovlivněn také místem kultivace, kdy odrůda Leicora z Velkých Ripňan obsahovala více vitamínu C než vzorek z Žabčic. U listů byl obsah vitamínu C mnohem vyšší než u plodů, ale vliv doby ranosti se u jednotlivých odrůd neprojevil. Nejvyšší obsah byl zjištěn u středně rané odrůdy Bojan – 46,32 g.kg⁻¹ FW a středně pozdní odrůdy Dorana – 45,30 g.kg⁻¹ FW. Také mezi listy stejné odrůdy kultivované v různých lokalitách byl zjištěn značný rozdíl v obsahu vitamínu C, kdy u listů Leicory z Velkých Ripňan bylo stanoveno 39,01 g.kg⁻¹, zatímco u listů Leicory z Žabčic jenom 25,75 g.kg⁻¹ FW. Rozdíl v obsahu vitamínu C u plodů i listů původem z odlišných lokalit mohl být ovlivněn rozdílnými klimatickými podmínkami během vegetace.

Vzhledem k tepelné a světelné nestabilitě vitamínu C může během skladování plodů i listů rakytníku docházet k jeho ztrátám a ke snížení nutriční hodnoty plodů i listů, proto je vhodné toto snížení sledovat a doporučit vhodné podmínky pro skladování, případně doporučenou dobu pro jeho spotřebu a způsob technologického zpracování. Vzhledem k vysoké nestabilitě vitamínu C, byl proveden skladovací pokus za účelem zjistit míru jeho poklesu během skladování. Bylo zjištěno, že během sledované doby docházelo v plodech rakytníků k nerovnoměrnému úbytku vitamínu C, přičemž k velkému poklesu průměrně o 46 % došlo po půl roce skladování. U listů došlo po stejné době skladování k úbytku v průměru o 37,9 %, což bylo méně než u plodů. K největšímu poklesu obsahu vitamínu C po roce skladování došlo u odrůdy Hergo (69,6 %), naopak nejnižší pokles byl zjištěn u odrůdy Askola (46,9 %). U listů byl největší pokles zjištěn u odrůdy Bojan (62,0 %), zatímco nejnižší pokles byl zaznamenán u odrůdy Slovan (40,7 %), ale i po poklesu je obsah vitamínu C stále vysoký ve srovnání s ostatními ovocnými druhy.

Pro zjištění vlivu zmrazení na obsah vitamínu C v plodech a listech byla vybrána odrůda Leicora z pokusné plochy Žabčice. Na degradaci vitamínu C se mohou, kromě fyzikálních faktorů, podílet i enzymy uvolněné při mechanické úpravě rostlinného materiálu, proto byl u plodů sledován i vliv mechanické úpravy mixováním. S dobou skladování se výrazně snižoval obsah vitamínu C v plodech rakytníků (34,3 %) u celých, nepoškozených plodů. Ještě vyšší úbytek byl sledován po mechanickém zpracování u rozmixovaných plodů, kdy vlivem mixování čerstvých plodů došlo k úbytku vitamínu C o 13,9 % a skladováním těchto plodů se jeho obsah po roce skladování snížil o 58,8 %. V rakytníkových listech v závislosti na době skladování došlo také k výraznému snížení obsahu vitamínu C po roce skladování (43,5 %).

Obsah vitamínu E v plodech rakytníku byl také vyšší oproti ostatním analyzovaným druhům ovoce. Nejvyšší obsah v plodech – 29,91 mg.kg⁻¹ FW byl zjištěn u odrůdy Masličnaja a v listech – 153,99 mg.kg⁻¹ FW u odrůdy Tytii. Vliv doby ranosti se neprojevil.

β-karoten byl stanoven ze všech karotenoidů v nejvyšším množství, a to zejména u pozdních odrůd v rozsahu od 44,86 FW mg.kg⁻¹ (Slovan) do 95,74 mg.kg⁻¹ FW (Vitaminaja).

Rakytníky jsou také významným zdrojem fenolických sloučenin, ve středně pozdní odrůdě Dorana byl stanoven nejvyšší celkový obsah fenolických látek (TPC) v plodech – 3,62 g GAE.kg⁻¹ FW i v listech – 4,11 g GAE.kg⁻¹ FW, zatímco nejnižší hodnota TPC byla stanovena u plodů středně rané odrůdy Bojan – 0,70 g GAE.kg⁻¹ FW a v listech byl nejnižší obsah – 0,55 g GAE.kg⁻¹ FW v rané odrůdě Tytii. Nejvyšší obsah celkových flavonoidů (TFC) byl u plodů také stanoven v odrůdě Dorana – 3,72 mg RE.kg⁻¹ FW, přičemž vysoký obsah TFC byl také v plodech středně raných odrůd Masličnaja – 3,68 mg RE.kg⁻¹ FW a Bojan – 3,46 mg RE.kg⁻¹ FW. Listy rakytníků

obsahovaly více než 10krát vyšší množství TFC. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny v odrůdách Bojan – 49,58 mg RE.kg⁻¹ FW a Masličnaja – 42,44 mg RE.kg⁻¹ FW. Naopak nejnižší hodnota – 14,40 mg RE.kg⁻¹ FW byla stanovena o dvou odrůd – Dorana a Slovan.

Jednotlivé fenolické sloučeniny byly stanoveny metodou HPLC a jejich celkový obsah (TPC-HPLC) byl v plodech jednotlivých odrůd velmi rozdílný a pohyboval se v rozmezí od 76,75 mg.kg⁻¹ FW (Bojan) do 206,59 mg.kg⁻¹ FW (Dorana). Flavonoidy byly u všech odrůd ve větším zastoupení než fenolové kyseliny. Celkový obsah flavonoidů (TFC-HPLC) byl poměrně rozdílný v závislosti na odrůdě v rozsahu od 59,27 mg.kg⁻¹ FW (Bojan) a 59,95 mg.kg⁻¹ FW (Tytii) do 181,0 mg.kg⁻¹ FW (Dorana), zatímco celkový obsah fenolových kyselin (TFAC) se pohyboval v rozmezí od 12,98 mg.kg⁻¹ FW (Askola) do 59,85 mg.kg⁻¹ FW (Hergo). V listech bylo celkové množství stanovených fenolických látek průměrně 10krát vyšší než v plodech a jejich obsah byl také velmi rozdílný u jednotlivých odrůd. Hodnoty TPC-HPLC se pohybovaly v rozmezí od 1483,04 mg.kg⁻¹ FW (Hergo) do 8733,60 mg.kg⁻¹ FW (Masličnaja). U většiny odrůd byly, na rozdíl od plodů, zjištěny vyšší obsahy fenolových kyselin než flavonoidů. Nejvyšší obsah TFC-HPLC – 3798,58 mg.kg⁻¹ FW byl zjištěn u odrůdy Masličnaja. A nejvyšší množství celkových fenolových kyselin (TFAC) – 4930,49 mg.kg⁻¹ FW bylo stanoveno také v odrůdě Masličnaja.

Antioxidační aktivita v plodech a listech rakytníků byla stanovena různými metodami (DPPH, ACW a ACL). Z výsledků je zřejmé, že hodnoty DPPH v plodech byly mnohem nižší oproti výsledkům ACW a ACL, což je dáno metodikou analýzy. Také je patrné, že rané odrůdy (Tytii, Hergo, Bojan a Masličnaja) vykazovaly nižší antioxidační aktivitu, zatímco středně pozdní (Dorana, Raisa, Askola) a pozdní odrůdy (Slovan, Vitaminaja a Leicora) naopak vyšší. Hodnoty antioxidační aktivity v listech vykazovaly u všech tří použitých metod vyšší výsledky než u plodů a neprojevil se vliv ranosti u jednotlivých odrůd. Navíc se u listů neprojevil velký rozdíl ve výsledcích antioxidační aktivity stanovené metodami DPPH a ACW jako u plodů. Nejvyšší hodnota DPPH byla stanovena u odrůdy Dorana – 54,17 g TE.kg⁻¹ FW. Nejvyšší hodnotu ACW vykazovala odrůda Bojan – 55,56 g AAE.kg⁻¹ FW. Na rozdíl od plodů byly nejvyšší hodnoty antioxidační aktivity u listů získány metodou ACL, konkrétně u odrůdy Bojan.

Plody jeřábu obecného mají velkou tradici v pěstování a také ve zpracování v lidové kuchyni, v České republice je využíván spíše jako okrasná dřevina. Z důvodu získat nové odrůdy, které by byly odolné vůči nízkým teplotám a měly vhodnější senzorické vlastnosti, bylo prováděno mezidruhové křížení mezi jeřábem a hlohem, aronií, hruškou, mišpulí a dalšími. Tito kříženci jsou mrazuodolní, mají méně svíravou chuť, dosahují vyšších výnosů, obsahují více cukrů a pektinů, čímž jsou vhodnější pro konzervářský a nápojářský průmysl.

Na českém trhu je však nedostatek těchto výrobků. Obsah vitamínu C byl mezi jednotlivými odrůdami variabilní, nejvyšší obsah byl stanoven u odrůdy Businka – 8,43 g.kg⁻¹ DW a Alaja Krupnaja – 8,07 g.kg⁻¹ DW, což je nejméně ze všech analyzovaných druhů ovoce, ale při porovnání s tradičními druhy ovoce lze plody jeřábu považovat za významný zdroj vitamínu C. Odrůda Businka obsahovala také nejvíce vitamínu C po roce skladování – 7,53 g.kg⁻¹ DW. Také obsah vitamínu E se mezi jednotlivými odrůdami lišil – od 3,42 mg.kg⁻¹ DW (Titan) do 5,28 mg.kg⁻¹ DW (Alaja Krupnaja), což je méně než u plodů rakytníku ale více než u plodů dřínu. Co se týče celkového obsahu fenolických látek stanovených spektrometricky, lze jednotlivé odrůdy jeřábu považovat za významné zdroje těchto látek. Nejvyšší obsah TPC, TFC i TAC byl zjištěn u plodů mezidruhového křížence Granatnaja – 19,35 g GAE.kg⁻¹ DW, 15,29 g RE.kg⁻¹ DW a 687,36 mg COG.kg⁻¹ DW. Tato odrůda obsahovala nejvíce TPC a TFC také po roce skladování – 15,43 g GAE.kg⁻¹ DW a 12,35 g RE.kg⁻¹ DW. Plody jeřábu Granatnaja obsahovaly také nejvíce TPC-HPLC stanovených metodou RP-HPLC – 7621,79 mg.kg⁻¹ DW a nejvíce TFAC – 6338,61 mg.kg⁻¹ DW, přičemž nejvíce zastoupenou fenolovou kyselinou byla kyselina neochlorogenová (NCHL). Obsah NCHL v plodech jeřábu byl nejvyšší ze všech analyzovaných druhů ovoce, což může být zajímavé ze zdravotního hlediska, protože byly prokázány její významné chemopreventivní a chemoterapeutické účinky. Hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH byly v plodech jeřábu nejnižší v porovnání s dalšími analyzovanými druhy ovoce. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u odrůd Burka – 22,40 g TE.kg⁻¹ DW, Granatnaja – 22,39 g TE.kg⁻¹ DW a Businka – 22,30 g TE.kg⁻¹ DW. Tyto odrůdy jeřábu vykazovaly také nejvyšší hodnoty DPPH po roce skladování. U mezidruhového křížence jeřábu Granatnaja byly též stanoveny nejvyšší hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodami ACW a ACL – 29,63 g AAE.kg⁻¹ DW a 16,71 g TE.kg⁻¹ DW.

Aronie Nero je druhově blízká jeřábu obecnému, na českém trhu se nachází několik výrobků převážně od menších pěstitelů. Její význam spočívá především ve vysokém obsahu antokyanů – 2229,17 mg COG.kg⁻¹ DW, což je nejvíce ze všech analyzovaných druhů. Plody aronie Nero lze také považovat za významný zdroj vitamínu C – 16,88 g.kg⁻¹ DW, jehož obsah je srovnatelný s obsahem vitamínu C v plodech rakytníků.

Plody dřínu obecného jsou vhodné ke konzumaci v čerstvém stavu a k výrobě ovocných pomazánek, kompotů a sirupů. Na českém trhu je však opět nedostatek těchto výrobků. Plody dřínu obsahují významné množství vitamínu C – od 7,03 g.kg⁻¹ DW do 12,53 g.kg⁻¹ DW, což je více, než bylo stanoveno u mezidruhových kříženců jeřábu, s výjimkou aronie Nero. Nejvyšší obsah vitamínu C byl zjištěn v plodech ruské odrůdy Vydubecký. U této odrůdy došlo také k nejnižšímu snížení vitamínu C po roce skladování – 42,8 %. Průměrný úbytek vitamínu C u dalších odrůd dřínu po roce skladování činil 51,1 %, což

odpovídá zjištěnému snížení obsahu vitamínu C u plodů rakytníku, kde došlo k průměrné ztrátě vitamínu C o 56 %, a u plodů jeřábu a aronie, u kterých se obsah vitamínu C snížil v průměru o 46,3 %. Plody dřínu, podobně jako plody rakytníku a jeřábu, jsou také významným zdrojem fenolických sloučenin. Nejvyšší obsah TPC byl stanoven opět u ruské odrůdy Vydubecký – 17,55 g GAE.kg⁻¹ DW a také skladováním plodů dřínů po dobu 1 roku došlo u této odrůdy k nejnižšímu úbytku TPC – 12,1 %. Ruská odrůda Vydubecký obsahovala též nejvíce TFC – 10,72 g GAE.kg⁻¹ DW. Ročním skladováním se množství TFC nejméně snížilo u žlutoplodé odrůdy Jantarový – 16,9 %, přičemž obsah TFC byl u této odrůdy nejnižší i po skladování, zatímco nejvíce TFC ze všech odrůd po skladování obsahovaly plody odrůdy Vydubecký – 8,24 g GAE.kg⁻¹ DW. Celkový obsah jednotlivých fenolických látek stanovených metodou RP-HPLC (TPC-HPLC) byl u analyzovaných odrůd dřínu rozdílný, podobně jako u plodů rakytníku a jeřábu, pohyboval se v rozmezí od 1466,36 mg.kg⁻¹ DW (Jantarový) do 4004,50 mg.kg⁻¹ (Vydubecký), z toho nejvyšší obsah celkových fenolových kyselin (TFAC) byl naměřen u odrůdy Vydubecký – 1451,62 mg.kg⁻¹ DW a nejvyšší obsah celkových flavonoidů (TFC-HPLC) u rakouské odrůdy Fruchtal – 2592,04 mg.kg⁻¹ DW. Ruská odrůda Vydubecký byla v množství TFC-HPLC na druhém místě – 2551,08 mg.kg⁻¹ DW.

Z výsledků antioxidační aktivity stanovené různými metodami (DPPH, ACW a ACL) je zřejmé, že mezi jednotlivými odrůdami dřínu byly zjištěny statisticky významné rozdíly, přičemž u metody DPPH byla nejvyšší hodnota před i po ročním skladování stanovena u odrůdy Vydubecký – 35,24 g TE.kg⁻¹ DW, 23,43 g TE.kg⁻¹ DW. U metod ACL a ACW byly nejvyšší hodnoty antioxidační aktivity zjištěny v plodech odrůdy Jolico – 41,80 g TE.kg⁻¹ DW a 23,97 g AAE.kg⁻¹ DW.

Ze statistické analýzy vyplývá, že antioxidační aktivita může být ovlivněna mnoha faktory, různou odrůdou a chemickým složením, které se může měnit s dobou sklizně, stupněm zralosti a lokalitou, ale míra působení těchto faktorů může být ovlivněna také možným synergickým, případně antagonickým účinkem jednotlivých složek, což se projevilo také v různých hodnotách zjištěných korelačních koeficientů, z nichž nelze jednoznačně usuzovat vliv sledovaných ukazatelů na hodnotu antioxidační aktivity.

Získané výsledky mohou pomoci rozšířit dosavadní znalosti o výskytu bioaktivních látek v uvedených netradičních druzích ovoce a mohou přispět k získání a výběru nových zdrojů bioaktivních látek pro obohacení potravinářských a jiných produktů, ale také pro vhodnější využití jejich nutričních složek vzhledem ke zpracování a skladování. V této problematice je nutné pokračovat vzhledem k pozitivnímu působení na zdraví, v řadě publikací je uváděno, že tyto složky netradičních druhů ovoce vykazují významné antioxidační, antikancerogenní, imunostimulační a hepatoprotektivní účinky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANDERSSON, Staffan C., Marie E. OLSSON, Eva JOHANSSON a Kimmo RUMPUNEN. 2009. Carotenoids in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries during Ripening and Use of Pheophytin a as a Maturity Marker. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 57(1), 250-258 [cit. 2019-11-28]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1021/jf802599f>

APAK, Reşat, Mustafa ÖZYÜREK, Kubilay GÜÇLÜ a Esra ÇAPANOĞLU. 2016. Antioxidant Activity/Capacity Measurement. 1. Classification, Physicochemical Principles, Mechanisms, and Electron Transfer (ET)-Based Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 64(5), 997-1027 [cit. 2019-11-28]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1021/acs.jafc.5b04739>

ARAYA-FARIAS, Monica, Joseph MAKHLOUF a Cristina RATTI. 2011. Drying of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berry. *Drying Technology* [online]. 29(3), 351-359 [cit. 2019-12-01]. ISSN 07373937. Dostupné z: <https://doi:10.1080/07373937.2010.497590>

ARIF, Shazia, Syed Dilnawaz AHMED, Asad Hussain SHAH, Lutful HASSAN, Shahid Iqbal AWAN, Abdul HAMID a Farhat BATOOL. Determination of optimum harvesting time for vitamin C, oil and mineral elements in berries sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). *Pakistan Journal of Botany*. 2010, 42(5), 3561-3568. ISSN 0556-3321. Dostupné z: [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(5\)/PJB42\(5\)3561.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(5)/PJB42(5)3561.pdf)

BAJER, Jiří. (2014). *Rakytník: zázračná rostlina, oranžový poklad*. Praha: Mladá fronta, 157. ISBN 978-80-204-3385-5.

BALTACIOĞLU, Cem, Sedat VELIOĞLU a Erkan KARACABEY. 2011. Changes in Total Phenolic and Flavonoid Contents of Rowanberry Fruit During Postharvest Storage. *Journal of Food Quality* [online]. 34(4), 278-283 [cit. 2019-12-01]. ISSN 01469428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00389.x>

BATISTA, Ângela G., Angélica S. FERRARI, Débora C. da CUNHA, et al. 2016. Polyphenols, antioxidants, and antimutagenic effects of *Copaifera langsdorffii* fruit. *Food Chemistry* [online]. 197, 1153-1159 [cit. 2019-12-01]. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.093>

BRAVO, Laura. (1998). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews* [online]. 56(11), 317-333. ISSN 1753-4887 [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>

CETKOVSKÁ, Jitka, Pavel DIVIŠ, Milena VESPALCOVÁ, Jaromír POŘÍZKA a Vojtěch ŘEZNÍČEK. 2015. Basic nutritional properties of

cornelian cherry (*Cornus mas* L.) cultivars grown in the Czech Republic. *Acta Alimentaria* [online]. 44(3), 357-364 [cit. 2019-12-01]. ISSN 1588-2535. Dostupné z: <https://doi.org/10.1556/AAlim.2014.0013>

CETKOVSKÁ, Jitka. 2016. *Zhodnocení fyzikálních a chemických parametrů plodů dosud méně využívaných druhů drobného ovoce a návrh nového nealkoholického nápoje z tohoto ovoce*. Disertační práce. Brno. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc. Dostupné z:

https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/63312/Dizertace_Cetkovska.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CIEŚLIK, Ewa, Anna GRĘDA a Wiktor ADAMUS. 2006. Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry* [online]. 94(1), 135-142 [cit. 2019-12-01]. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.015>

COSMULESCU, Sina N., Ion TRANDAFIR a Felicia CORNESCU. 2019. Antioxidant Capacity, Total Phenols, Total Flavonoids and Colour Component of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) Wild Genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* [online]. 47(2), 390-394 [cit. 2019-12-01]. ISSN 0255965X. Dostupné z: <https://doi.org/10.15835/nbha47111375>

CRUZ-RUS, Eduardo, Miguel A. BOTELLA, Victoriano VALPUESTA a Maria C. GOMEZ-JIMENEZ. 2010. Analysis of genes involved in l-ascorbic acid biosynthesis during growth and ripening of grape berries. *Journal of Plant Physiology* [online]. 167(9), 739-748 [cit. 2019-12-01]. ISSN 01761617. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.12.017>

DAVEY, Mark W., Marc Van MONTAGU, Dirk INZÉ, Maite SANMARTIN, Angelos KANELIS, Nicholas SMIRNOFF, Iris J. J. BENZIE, John J. STRAIN, Derek FAVELL a John FLETCHER. 2000. Plant L-ascorbic acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 80(7), 825-860 [cit. 2019-12-01]. ISSN 00225142. Dostupné z: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6)

DENEV, Petko, Maria KRATCHANOVA, Milan CIZ, et al. 2014. Biological activities of selected polyphenol-rich fruits related to immunity and gastrointestinal health. *Food Chemistry* [online]. 157, 37-44 [cit. 2019-12-22]. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.022>

DRKENDA, Pakeza, Ajla SPAHIĆ, Asima BEGIĆ-AKAGIĆ, Fuad GAŠI, Amila VRANAC, Metka HUDINA a Michael BLANKE. 2014. Pomological Characteristics of Some Autochthonous Genotypes of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) in Bosnia and Herzegovina. *Erwerbs-Obstbau* [online]. Springer Berlin Heidelberg, 2014, 56(2), 59-66 [cit. 2019-12-01]. ISSN 00140309. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0203-9>

DU, Juan, Joseph J. CULLEN a Garry R. BUETTNER. 2012. Ascorbic acid. *BBA - Reviews on Cancer* [online]. 1826(2), 443-457 [cit. 2019-12-01]. ISSN 0304419X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2012.06.003>

EVANS, James D. 1996. *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing. 600. ISBN 0534231004.

FATIMA, Tahira, Vigya KESARI, Ian WATT, David WISHART, James F. TODD, William R. SCHROEDER, Gopinadhan PALIYATH a Priti KRISHNA. 2015. Metabolite profiling and expression analysis of flavonoid, vitamin C and tocopherol biosynthesis genes in the antioxidant-rich sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Phytochemistry* [online]. 118, 181-191 [cit. 2019-11-01]. ISSN 00319422. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.08.008>

GAO, Xiangqun, Maria OHLANDER, Niklas JEPPSSON, Lars BJÖRK a Viktor TRAJKOVSKI. 2000. Changes in Antioxidant Effects and Their Relationship to Phytonutrients in Fruits of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during Maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 48(5), 1485-1490 [cit. 2019-11-01]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf991072g>

GRANATO, Daniel, Fereidoon SHAHIDI, Ronald WROLSTAD, et al. 2018. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: Should We Ban in Vitro Screening Methods? *Food Chemistry* [online]. 264, 471-475 [cit. 2019-12-01]. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.012>

GUNDUZ, Kazim, Onur SARACOGLU, Mustafa ÖZGEN a Sedat SERCE. 2013. Antioxidant, physical, and chemical characteristics of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) at different ripeness. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 12(4), 59-66. ISSN 1644-0692. Dostupné z: http://hortorumcultus.actapol.net/pub/12_4_59.pdf

GUTZEIT, Derek, G. BALEANU, Peter WINTERHALTER a Gerold JERZ. 2008. Vitamin C Content in Sea Buckthorn Berries (*Hippophaë rhamnoides* L. ssp. *rhamnoides*) and Related Products. *Journal of Food Science* [online]. 73(9), C615-C620 [cit. 2019-11-01]. ISSN 00221147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00957.x>

HACIŞEVKİ, Aysun. 2009. An overview of ascorbic acid biochemistry. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University* [online]. 38(3), 233-255 [cit. 2019-11-01]. ISSN 2564-6524. Dostupné z: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/24/1716/18327.pdf>

HASSANPOUR, Hamid, Hamidoghli YOUSEF, Hajilo JAFAR a Adlipour MOHAMMAD. 2011. Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. *Scientia Horticulturae*

[online]. 129(3), 459-463 [cit. 2019-12-01]. ISSN 03044238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.017>

HASBAL, Gozde, Tugba YILMAZ-OZDEN a Ayse CAN. 2015. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (wild service tree) fruits. *Journal of Food and Drug Analysis* [online]. 23(1), 57-62 [cit. 2019-12-01]. ISSN 10219498. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.06.006>

HOSMANOVÁ, Romana a Michal DOUŠA. 2007. HPLC stanovení obsahu vitamínu E v krmnýchch surovinách, krmivech a potravinách. *Chemické listy* [online]. 101, 578-583 [cit. 2019-12-02]. ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2007_07_578-583.pdf

HOSU, Anamaria, Claudia CIMPOIU, Luminita DAVID a Bianca MOLDOVAN. 2016. Study of the antioxidant property variation of Cornelian cherry fruits during storage using HPTLC and spectrophotometric assays. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* [online]. 1-5 [cit. 2019-12-01]. ISSN 20908865. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2345375>

HU, Shuting, Xincheng ZHANG, Feng CHEN a Mingfu WANG. 2017. Dietary polyphenols as photoprotective agents against UV radiation. *Journal of Functional Foods* [online]. 30, 108-118 [cit. 2019-12-01]. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.01.009>

HUKKANEN, Anne T., Satu S. PÖLÖNEN, Sirpa O. KÄRENLAMPI a Harri I. KOKKO. 2006. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Sweet Rowanberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 54(1), 112-119 [cit. 2019-12-01]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf051697g>

CHEN, Guan-lin, Song-gen CHEN, Xin ZHANG, Men-di HAN a Yong-qing GAO. 2017. Antioxidant activities and contents of free, esterified and insoluble-bound phenolics in 14 subtropical fruit leaves collected from the south of China. *Journal of Functional Foods* [online]. 30, 290-302 [cit. 2019-12-22]. DOI: 10.1016/j.jff.2017.01.011. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.01.011>

CHO, Chi H., Holim JANG, Migi LEE, Hee KANG, Ho J. HEO a Dae O. KIM. 2017. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaf extracts protect neuronal PC-12 cells from oxidative stress. *Journal of Microbiology and Biotechnology* [online]. 27(7), 1257-1265 [cit. 2019-12-01]. ISSN 10177825. Dostupné z: <https://doi.org/10.4014/jmb.1704.04033>

CHUN, Jiyeon, Junsoo LEE, Lin YE, Jacob EXLER a Ronald R. EITENMILLER. 2006. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *Journal of Food*

Composition and Analysis [online]. 19(2), 196-204 [cit. 2019-12-01]. ISSN 08891575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.08.001>

JABŁOŃSKA-RYŚ, Ewa, Marta ZALEWSKA-KORONA a Janusz KALBARCZYK. 2009. Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* [online]. 17(2), 115-120 [cit. 2019-11-01]. ISSN 1231-0948. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.612.7291&rep=rep1&type=pdf>

JAROSZEWSKA, Anna a Wioletta BIEL. 2017. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Leaves of Mycorrhized Sea-buckthorn (*Hippophae Rhamnoides* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research* [online]. 77(2), 155-162 [cit. 2019-11-01]. ISSN:0718-5839. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000200155>

JURIKOVA, Tünde, Jiri SOCHOR, Jiri MLCEK, Stefan BALLA, Borivoj KLEJDUS, Mojmir BARON, Sezai ERCİŞLİ a Suzan Ö. YILMAZ. 2014. Polyphenolic profile of interspecific crosses of Rowan (*Sorbus aucuparia* L.). *Italian Journal of Food Science* [online]. 26, 317-324 [cit. 2019-12-01]. ISSN 1120-1770. Dostupné z: <https://search.proquest.com/openview/e1d3f1315dc3e8d89f878dadcc94d35c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=406340>

KALLIO, Heikki, Baoru YANG a Pekka PEIPPO. 2002. Effects of Different Origins and Harvesting Time on Vitamin C, Tocopherols, and Tocotrienols in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) Berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 50(21), 6136-6142 [cit. 2019-11-01]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf020421v>

KIVRAK, Ibrahim a Şeyda KIVRAK. 2014. Antioxidant properties, phenolic profile and nutritional value for *Sorbus umbellata* fruits from Turkey. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences* [online]. 2014, 2(8), 1-6 [cit. 2019-12-01]. ISSN 2381-8980. Dostupné z: <https://austinpublishinggroup.com/nutrition-food-sciences/fulltext/ajnfs-v2-id1043.php>

KULLING, Sabine E. a Harshadai M. RAWEL. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica* [online]. 74(13), 1625-1634 [cit. 2019-12-22]. ISSN 00320943. Dostupné z: <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>

KURITA, Serika, Takehiro KASHIWAGI, Tomoyo EBISU, Tomoko SHIMAMURA a Hiroyuki UKEDA. 2016. Identification of neochlorogenic acid as the predominant antioxidant in *Polygonum cuspidatum* leaves. *Italian Journal of Food Science* [online]. 28(1), 25-31 [cit. 2019-12-01]. ISSN 11201770. Dostupné z: <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v453>

KYLLI, Petri, Liisa NOHYNEK, Riitta PUUPPONEN-PIMIÄ, Benita WESTERLUND-WIKSTRÖM, Gordon MCDOUGALL, Derek STEWART a Marina HEINONEN. 2010. Rowanberry Phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 58(22), 11985-11992 [cit. 2019-12-01]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1021/jf102739v>

LEE, Seung K. a Adel A. KADER. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* [online]. 20(3), 207-220 [cit. 2019-12-01]. ISSN 09255214. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)

MA, Wen, Pierre WAFFO-TEGUO, Michael JOURDES, Hua LI a Pierre L. TEISSEDE. 2016. Chemical affinity between tannin size and salivary protein binding abilities. *PLoS ONE* [online]. 11(8), e0161095-e0161013 [cit. 2019-12-01]. ISSN 19326203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161095>

METODICKÉ LISTY OPVK 5. *Méně známé ovocné druhy, introdukce a jejich potenciál pro zdravou výživu*. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., 1-20. Dostupné z: http://www.vsuo.cz/common/cms_files_pr/files_to_download/A5_Mene_zname_ovocne_druhy_introdukce_a_jejich_potencial_pro_zdravou_vyzivu.pdf

MLCEK, Jiri, Otakar ROP, Tünde JURIKOVA, Jiri SOCHOR, Miroslav FISERA, Stefan BALLA, Mojmir BARON a Jan HRABE. 2014. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. *Central European Journal of Biology* [online]. 9(11), 1078-1086 [cit. 2019-12-01]. ISSN 1895104X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/s11535-014-0336-8>

MLČEK, Jiří. 2016. *Netradiční zahradnické plodiny jako zdroj bioaktivních látek a jejich využití v potravinářství*. Habilitační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta Technologická, Ústav technologie potravin.

MOHEBBI, Sheida, Younes MOSTOFI, Zabihallah ZAMANI a Farzaneh NAJAFI. 2015. Influence of Modified Atmosphere Packaging on Storability and Postharvest Quality of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) Fruits. *Notulae Scientia Biologicae* [online]. 7(1), 116-122 [cit. 2019-12-01]. ISSN 20673205. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.15835/nsb719397>

MOLDOVAN, Bianca, Anamaria POPA a Luminita DAVID. Effects of storage temperature on the total phenolic content of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) fruits extracts. 2016. *Journal of Applied Botany and Food Quality* [online]. 89, 208-211 [cit. 2019-12-01]. ISSN 16139216. Dostupné z: <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.026>

MORGENSTERN, Anne, Anders EKHOLM, Petra SCHEEWE a Kimmo RUMPUNEN. 2014. Changes in content of major Phenolic compounds during leaf development of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.). *Agricultural*

and Food Science [online]. 23(3), 207-219 [cit. 2019-12-01]. ISSN 14596067. Dostupné z: <https://doi.org/10.23986/afsci.9489>

OCHMIAN, Ireneusz, Jan OSZMIAŃSKI, Sabina LACHOWICZ a Marcelina KRUPA-MALKIEWICZ. 2019. Rootstock effect on physico-chemical properties and content of bioactive compounds of four cultivars Cornelian cherry fruits. *Scientia Horticulturae* [online]. 256, 108588-108598 [cit. 2019-12-01]. ISSN 03044238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108588>

OHKAWA, Wataru, Yoshinori KANAYAMA, Emi CHIBA, Katja TIITINEN a Koki KANAHAMA. 2009. Changes in sugar, titratable acidity, and ascorbic acid content during fruit development in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* [online]. 78(3), 288-293 [cit. 2019-12-01]. ISSN 18823351. Dostupné z: <https://doi.org/10.2503/jjshs1.78.288>

ONDREJOVIČ, Miroslav, Tibor MALIAR, Ľudovít POLÍVKA a Stanislav Šilhár. 2009. Polyfenoly jablk. *Chemické listy* [online]. 103(5), 394-400 [cit. 2019-12-01]. ISSN:0009-2770. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/1536/1536>

ORSAVOVÁ, Jana. 2019. *Bioaktivní látky u netradičních surovin rostlinného původu*. Disertační práce. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Mlček, PhD. ISBN 978-80-7454-838-3. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/43794>.

OSZMIAŃSKI, Jan a Aneta WOJDYLO. 2005. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology* [online]. 221(6), 809-813 [cit. 2019-12-02]. ISSN 14382377. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5>

OZTURK, Burhan, Muhammed S. CELIK, Medeni KARAKAYA, Orhan KARAKAYA, Ali ISLAM a Tarik YARILGAC. 2017. Storage Temperature Affects Phenolic Content, Antioxidant Activity and Fruit Quality Parameters of Cherry Laurel (*Prunus laurocerasus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation* [online]. 41(1) [cit. 2019-12-02]. ISSN 01458892. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12774>

PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. (2004). Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické Listy*[online]. 98, 174-179 [cit. 2019-12-02]. ISSN 0009-2770. Dostupné z: http://chemicke-listy.cz/docs/full/2004_04_03.pdf

POP, Elena A., Zorita M. DIACONEASA, Florinela FETEA, Andrea BUNEA, Francisc DULF, Adela PINTEA a Carmen SOCACIU. 2015. Carotenoids, tocopherols and antioxidant activity of lipophilic extracts from sea buckthorn

berries (*Hippophae rhamnoides*), apricot pulp and apricot kernel (*Prunus armeniaca*). *Bulletin UASVM Food Science and Technology* [online]. 72(2), 169-176 [cit. 2019-12-14]. ISSN 2344-5300. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:11425>

POP, Raluca M., Yannick WEESEPOEL, Carmen SOCACIU, Adela PINTEA, Jean-paul VINCKEN a Harry GRUPPEN. 2014. Carotenoid composition of berries and leaves from six Romanian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties. *Food Chemistry* [online]. 147, 1-9 [cit. 2019-12-14]. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.083>

PYRKOSZ-BIARDZKA, Katarzyna, Alicja KUCHARSKA, Anna SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, Paulina STRUGAŁA a Janina GABRIELSKA. 2014. Comprehensive Study on Antioxidant Properties of Crude Extracts from Fruits of *Berberis vulgaris* L., *Cornus mas* L. and *Mahonia aquifolium* Nutt. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* [online]. 64(2), 91-99 [cit. 2019-12-14]. ISSN 12300322. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0097-x>

RAHMAWATI, Sitti a Bunbun BUNDJALI. 2012. Kinetics of the oxidation of vitamin C. *Indonesian Journal of Chemistry* [online]. (3), 291-296 [cit. 2019-12-14]. ISSN 14119420. Dostupné z: <https://doi.org/10.22146/ijc.21345>

RICKMAN, Joy C., Diane M. BARRETT a Christine M. BRUHN. 2007. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 87(6), 930-944 [cit. 2019-12-14]. ISSN 00225142. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1002/jsfa.2825>

ROP, Otakar, Jiri MLCEK, Daniela KRAMAROVA a Tunde JURIKOVA. 2010. Selected cultivars of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) as a new food source for human nutrition. *African Journal of Biotechnology* [online]. 9(8), 1205-1210 [cit. 2019-12-14]. ISSN 16845315. Dostupné z: <https://doi.org/10.5897/AJB09.1722>

ROP, Otakar, Sezai ERCIŞLI, Jiri MLCEK, Tunde JURIKOVA a Ignac HOZA. 2014. 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. 2019-12-14]. ISSN 1300011X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3906/tar-1304-86>

ROP, Otakar, Jiri MLCEK, Tunde JURIKOVA, Magdalena VALSIKOVA, Jiri SOCHOR, Vojtech REZNICEK a Daniela KRAMAROVA. 2010. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars. *Journal of Medicinal Plants Research* [online]. 4(22), 2431-2437 [cit. 2019-12-14]. ISSN 1996-0875. Dostupné z:

<http://www.academicjournals.org/jmpr/PDF/pdf2010/18Nov/Rop%20et%20al.pdf>.

ŘEZNIČEK, Vojtěch. 2011. Možnosti pěstování netradičních druhů ovoce v různých klimatických podmínkách ČR. *Úroda* [online]. 2011, 519S-527S [cit. 2019-12-14]. ISSN 0139-6013. Dostupné z: <http://www.cbks.cz/Rostliny2011/prispevky/Reznicek.pdf>

ŘEZNIČEK, Vojtěch a Jan PLŠEK. 2008. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) – The effective source of vitamin C. In: *Proceedings of the Fifth Conference on Medicinal and Aromatic Plants of South-East European Countries*, (5th CMAPSEEC), Brno, Czech Republic, 2-5 September, 69.

SAINI, Ramesh K. a Young S. KEUM. 2018. Carotenoid extraction methods. *Food Chemistry* [online]. 240, 90-103 [cit. 2019-12-14]. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.099>

SAINI, Ramesh K. a Young S. KEUM. 2016. Tocopherols and tocotrienols in plants and their products. *Food Research International* [online]. 82, 59-70 [cit. 2019-12-14]. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.025>

SAINI, Ramesh K., Shivraj H. NILE a Se W. PARK. 2015. Carotenoids from fruits and vegetables. *Food Research International* [online]. 76, 735-750 [cit. 2019-12-14]. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.047>

SÁNCHEZ-MORENO, Concepción, Lucía PLAZA, Begoña de ANCOS a Pilar M. CANO. 2003. Vitamin C, Provitamin A Carotenoids, and Other Carotenoids in High-Pressurized Orange Juice during Refrigerated Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 51(3), 647-653 [cit. 2019-12-15]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf020795o>

SEGLINA, Dalija, Daina KARKLINA, Silvija, RUISA a Inta KRASNOVA. 2006. The effect of processing on the composition of sea buckthorn juice. *Journal of fruit and ornamental plant research* [online]. 14(2), 257-264 [cit. 2019-12-15]. ISSN 2349-8528. Dostupné z: http://www.insad.pl/files/journal_pdf/Suppl_2_2006/Suppl_2_full_26_2006.pdf

SENGUL, Meryem, Zeynep ESER a Sezai ERCISLI. 2014. Chemical properties and antioxidant capacity of cornelian cherry genotypes grown in Coruh Valley of Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* [online]. 13(4), 73-82 [cit. 2019-12-15]. ISSN 1644-0692. Dostupné z: <http://www.acta.media.pl/pl/action/getfull.php?id=4051>

SHAHIDI, Fereidoon a Priyatharini AMBIGAIPALAN. 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices. *Journal of Functional Foods*

[online]. 18, 820-897 [cit. 2019-12-15]. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>

SHAHIDI, Fereidoon a Ying ZHONG. 2015. Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods* [online]. 18, 757-781 [cit. 2019-12-15]. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>

SOCHOR, Jiri, Tunde JURIKOVA, Sezai ERCISLI, Jiri MLCEK, Mojmir BARON, Stefan BALLA, Suzan O. YILMAZ a Thomas NECAS. 2014. Characterization of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes - genetic resources for food production in Czech Republic. *Genetika* [online]. 46(3), 915-924 [cit. 2019-12-15]. ISSN 05340012. Dostupné z: <https://doi.org/10.2298/GENSR1403915S>

SOCHOR, Jiri, Marketa RYVOLOVA, Olga KRYSTOFOVA, Petr SALAS, Jaromir HUBALEK, Vojtech ADAM, Libuse TRNKOVA, Ladislav HAVEL, Miroslava BEKLOVA, Josef ZEHNALÉK, Ivo PROVAZNIK a Rene KIZEK. 2010. Fully automated spectrometric protocols for determination of antioxidant activity. *Molecules* [online]. 15(12), 8618-8640 [cit. 2019-12-15]. ISSN 14203049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules15128618>

SOBRATTEE, Muhammad A., Vidushi S. NEERGHEEN, Amitabye LUXIMON-RAMMA, Okezie I. ARUOMA a Theeshan BAHORUN. 2005. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents. *Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* [online]. 579(1-2), 200-213 [cit. 2019-12-15]. ISSN 00275107. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023>

STANKOVIC, Milan, Muhammad ZIA-UL-HAQ, Biljana BOJOVIC a Marina TOPUZOVIC. 2014. Total phenolics, flavonoid content and antioxidant power of leaf, flower and fruits from cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* [online]. 20(2), 358-363 [cit. 2019-12-15]. ISSN 1310-0351. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/9e3a/a715549cd0dc34d95d3523d0b739f3c2bddd.pdf>

STOBDAN, Tsering, Om P. CHAURASIA, Girish KOREKAR, Sunil MUNDRA, Zulfikar ALI, Ashish YADAV a Shashi B. SINGH. 2010. Attributes of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) to meet nutritional requirements in high altitude. *Defence Science Journal* [online]. 60(2), 226-230 [cit. 2019-12-15]. ISSN 0976-464X. Dostupné z: DOI: 10.14429/dsj.60.344.

ŠAVIKIN, Katarina P., Gordana M. ZDUNIĆ, Dijana B. KRSTIĆ-MILOŠEVIĆ, Helena J. ŠIRCELJ, Danijela D. STEŠEVIĆ a Dejan S. PLJEVLJAKUŠIĆ. 2017. *Sorbus aucuparia* and *Sorbus aria* as a Source of Antioxidant Phenolics, Tocopherols, and Pigments. *Chemistry & Biodiversity*

[online]. 14(12) [cit. 2019-12-15]. ISSN 16121872. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1002/cbdv.201700329>

TIITINEN, Katja M., Mari A. HAKALA a Heikki P. KALLIO. Quality Components of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) Varieties. 2005. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 53(5), 1692-1699 [cit. 2019-12-15]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1021/jf0484125>

TURAL, Serpil a Ilkay KOCA. 2008. Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey. *Scientia Horticulturae* [online]. 116(4), 362-366 [cit. 2019-12-15]. ISSN 03044238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.02.003>

VELÍŠEK, Jan and Jana HAJŠLOVÁ. 2009. *Chemie potravin I*. 3. vydání. Tábor: Osis. ISBN 978-80-86659-15-2.

VELÍŠEK, Jan and Jana HAJŠLOVÁ. 2009. *Chemie potravin II*. 3. vydání. Tábor: Osis. ISBN 978-80-86659-16-9.

VINSON, Joe A., Yousef A. DABBAGH, Mamdouh M. SERRY a Jinhee JANG. 1995. Plant Flavonoids, Especially Tea Flavonols, Are Powerful Antioxidants Using an in Vitro Oxidation Model for Heart Disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 43(11), 2800-2802 [cit. 2019-12-15]. ISSN 00218561. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1021/jf00059a005>

YARILGAÇ, Tarık, Hayrullah KADIM a Burhan OZTURK. 2019. Role of maturity stages and modified-atmosphere packaging on the quality attributes of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) throughout shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 99(1), 421-428 [cit. 2019-12-15]. ISSN 00225142. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1002/jsfa.9203>

ZHOU, Chunhua, Daqiu ZHAO, Yanle SHENG, Jun TAO a Yong YANG. 2011. Carotenoids in fruits of different persimmon cultivars. *Molecules* [online]. 16(1), 624-636 [cit. 2019-12-15]. ISSN 14203049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules16010624>

ZYMONE, Kristina, Lina RAUDONE, Raimondas RAUDONIS, Mindaugas MARKSA, Liudas IVANAUSKAS a Valdimaras JANULIS. 2018. Phytochemical profiling of fruit powders of twenty Sorbus L. Cultivars. *Molecules* [online]. 23(10), 2593-2609 [cit. 2019-12-15]. ISSN 14203049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules23102593>

PUBLIKAČNÍ AKTIVITY AUTORA

Jimp

SYTAŘOVÁ, I., ORSAVOVÁ, J., SNOPEK, L., MLČEK, J., BYCZYŃSKI, Ł., MIŠURCOVÁ, L. (2020). Impact of Phenolic Compounds and Vitamins C and E on Antioxidant Activity of Sea Buckthorn (*Hippophaë Rhamnoides* L.) Berries and Leaves of Diverse Ripening Times. *Food Chemistry*. 310, 125784. ISSN 0308-8146.

ORSAVOVÁ, J., **HLAVÁČOVÁ, I.**, J. MLČEK, J., SNOPEK, L., MIŠURCOVÁ, L. (2019). Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits. *Food Chemistry*. 284, 323-333. ISSN 0308-8146.

SNOPEK, L., MLCEK, J., SOCHOROVÁ, L., BARON, M., **HLAVACOVA, I.**, JURIKOVA, T., SOCHOR, J. (2018). Contribution of red wine consumption to human health protection. *Molecules*, 23(7), 1684. ISSN:1420-3049.

KOLÁČKOVÁ, T., KOLOFIKOVÁ, K., **SYTAŘOVÁ, I.**, SNOPEK, L., SUMCZYNSKI, D., ORSAVOVÁ, J. (2019). Matcha Tea: Analysis of Nutritional Composition, Phenolics and Antioxidant Activity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1-6. ISSN 09219668

JURIKOVA, T., MLCEK, J., SKROVANKOVA, S., SUMCZYNSKI, D., SOCHOR, J., **HLAVACOVA, I.**, ORSAVOVA, J. (2017). Fruits of black chokeberry aronia melanocarpa in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 22(6), 944.

Jsc

SNOPEK, L., MLČEK, J., FIC, V., **SYTAŘOVÁ, I.**, ŠKROVÁNKOVÁ, S. (2019). Natural fruit beverages fortified by biologically active substances of grape vines. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, roč. 13, č. 1, s. 167-173.

SNOPEK, L., MLČEK, J., FIC, V., **HLAVÁČOVÁ, I.**, ŠKROVÁNKOVÁ, S., FIŠERA, M., ONDRÁŠOVÁ, M. (2018). Interaction of polyphenols and wine antioxidants with its sulfur dioxide preservative. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*.

MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T., ŠKROVÁNKOVÁ, S., PALIČKOVÁ, M., ORSAVOVÁ, J., MIŠURCOVÁ, L., **HLAVÁČOVÁ, I.**, SUMCZYNSKI, D. (2016). Polyphenol content and antioxidant capacity of fruit and vegetable beverages processed by different technology methods. *Potravinárstvo*.

Konferenční příspěvky

HLAVÁČOVÁ, I., ORSAVOVÁ, J., KOUBOVÁ, E., MLČEK, J. Stanovení vybraných antioxidačních parametrů u plodů dřínu obecného (*Cornus mas L.*). 2018, Sborník XLIV. konference o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrovy dny 2018, Brno, s. 120-129. ISBN 978-80-7509-542-8.

KOUBOVÁ, E., SUMCZYNSKI, D., HLAVÁČOVÁ, I. Obsah volných a vázaných polyfenolů v tepelně ošetřeném zrně černé rýže (*Oryza sativa L.*). (2018) Sborník XLIV. konference o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrovy dny 2018, Brno, 162-170. ISBN 978-80-7509-542-8.

SNOPEK, L., MLČEK, J., ŠKROVÁNKOVÁ, S., HLAVÁČOVÁ, I. (2018). Facilitation in the Communication between Different Parts of a Small Hotel. In Hotelnictví, turismus a vzdělávání 2018. Vysoká škola hotelová v Praze 8, spol. s r.o., 157 – 169.

Funkční vzorek

FIC, V., KUBÁŇ, V., HLAVÁČOVÁ, I., SNOPEK, L., SVOBODOVÁ, B., ŘEMENOVSKÁ, J., MÍŠKOVÁ, Z., ŠKROVÁNKOVÁ, S. (2016). Víno se sníženým obsahem SO₂ a zachovaným obsahem BAL

ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA

OSOBNÍ ÚDAJE

Jméno a příjmení: Ing. Irena Sytařová (rozená Hlaváčová)
Datum narození: 1. 8. 1986
Adresa: Sušilova 1555/96, 695 01, Hodonín
Telefon: 724 749 718
E-mail: ihlavacova@utb.cz
Státní příslušnost: ČR
Národnost: česká
Rodinný stav: vdaná

VZDĚLÁNÍ

2015 – doposud **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**, Fakulta technologická, studijní program Chemie a technologie potravin, studijní obor **Technologie potravin**, doktorský typ studia.

2011 – 2014 **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**, Fakulta technologická, studijní program Chemie a technologie potravin, studijní obor **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**, magisterský typ studia.

2007 – 2011 **Mendelova univerzita v Brně**, Fakulta agronomická, studijní program Chemie a technologie potravin, studijní obor **Technologie potravin**, bakalářský typ studia.

2006 – 2007 **Jazyková škola Miramare**, Brno, německý jazyk

2002 – 2006 **Střední zdravotnická škola a Vyšší zdravotnická škola**, Brno, Merhautova 15, pracoviště Lipová 18, obor **Farmaceutický laborant**

ÚČAST NA PROJEKTECH

2019 IGA /FT/2019/004
Analýza nutričních hodnot a bioaktivních látek v netradičních surovinových komponentech a výrobcích z nich (člen řešitelského týmu)

- 2018 IGA/FT/2018/006
Stanovení nutričních znaků rostlinných surovinových komponent
(člen řešitelského týmu)
- 2017 IGA/FT/2017/006
Stanovení obsahů biologicky aktivních látek v rostlinných produktech
a sledování jejich změn vlivem technologického zpracování (člen
řešitelského týmu)
- 2016 IGA/FT/2016/008
Stanovení bioaktivních látek v netradičních surovinách a produktech
rostlinného původu (hlavní řešitel)

ZAHRANIČNÍ STÁŽ

- 02/2019 – 04/2019 program Erasmus+
University of Agriculture in Krakow
Faculty of Food Technology

PRAXE

- 2006 – 2015 Pracovník vinice, Morávia víno, spol. s.r.o., Prušánky
- 2013 – 2015 Pokladní, UNI HOBBY, Hodonín
- 2015 Technolog pro výzkum a vývoj, Univerzita Tomáše Bati ve
Zlíně, Zlín
- 2014 – 2015 Dělník mlékárenské výroby, TPK, spol. s.r.o., Hodonín
- 2011 Farmaceutický laborant, Lékárna Dr. Max, Strážnice
- 2010 – 2011 Asistentka, Advokátní kancelář Tomáš Rašovský, Brno
- 2006 – 2008 Farmaceutický laborant, Lékárna u Červeného raka, Brno

ZNALOSTI A DOVEDNOSTI

- Jazyky angličtina – aktivní znalost na úrovni B2
němčina – aktivní znalost na úrovni B1

- Práce s PC Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) – pokročilý

Ing. Irena Sytařová, Ph.D.

**Vliv vegetačních a skladovacích podmínek na obsah bioaktivních
látek u netradičních druhů ovoce**

Influence of vegetative and storage conditions on the content of bioactive
compounds in non-traditional fruit

Teze disertační práce

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

Náklad: vyšlo elektronicky

Sazba: Ing. Irena Sytařová, Ph.D.

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2020

Pořadí vydání: první

ISBN 978-80-7454-910-6

