

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Stanovení sekundárních metabolitů v listech vybraných
odrůd meruňky obecné**

Bakalářská práce

Lenka Rozboudová

Výživa a potraviny

Vedoucí úráce: PharmDr. Jan Kubeš, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Stanovení sekundárních metabolitů v listech vybraných odrůd meruňky obecné" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu PharmDr. Janu Kubešovi, Ph.D. za jeho cenné rady, odborné vedení a trpělivost během celého procesu psaní práce. Dále bych chtěla vyjádřit velké díky svým rodičům za jejich neustálou podporu, pochopení a víru ve mě. Také bych chtěla poděkovat svým přátelům a spolužákům, kteří mě povzbuzovali a drželi mi palce během celého studia a mému příteli, který mi byl největší oporou.

Stanovení sekundárních metabolitů v listech vybraných odrůd meruňky obecné

Souhrn

Bakalářská práce se zaměřuje na analýzu sekundárních metabolitů v listech vybraných odrůd meruňky obecné (*Prunus armeniaca*). U odrůd 'Harogem', 'Candela' a 'Bergeron' byl stanovován pomocí kolorimetrických metod celkový obsah fenolických látek, flavonoidů, fenolických kyselin a celková antioxidační aktivita. Tato práce rovněž poskytuje informační přehled o různých částech meruňky obecné a jejich potenciálních léčivých a ochranných vlastnostech.

Profil sledovaných skupin obsahových látek a antioxidační aktivita meruňkových listů mohou být ovlivněny odrůdou, termínem sběru, případně i působícími environmentálními faktory. Odrůda 'Bergeron' prokázala konzistentní trend vývoje naměřených hodnot mezi jednotlivými odběry u všech provedených stanovení, zatímco u odrůdy 'Candela' byl pozorován podobný trend v případě antioxidační aktivity, obsahu flavonoidů a fenolických kyselin. U odrůdy 'Harogem' pak byl zaznamenán odlišný trend u každého zkoumaného parametru. Tato odrůda se od ostatních také lišila většinou vyššími naměřenými hodnotami obsahových látek v jednotlivých odběrech.

Výsledky této práce tak mohou přispět k lepšímu porozumění týkající se bioaktivních látek v listech *P. armeniaca* a mohou sloužit jako základ pro další výzkum v oblasti léčivých účinků této rostliny.

Klíčová slova: *Prunus armeniaca*, vegetativní orgány, obsahové látky, flavonoidy, fenolické kyseliny

Determination of secondary metabolites content in the leaves of different apricots cultivars

Summary

The bachelor thesis focuses on the analysis of secondary metabolites in leaves of selected apricot (*Prunus armeniaca*) varieties. The total content of phenolic substances, flavonoids, phenolic acids and total antioxidant activity were determined in the cultivars 'Harogem', 'Candela' and 'Bergeron' by colorimetric methods. This work also provides an informative overview of the different parts of apricot and their potential medicinal and protective properties.

The profile of the studied content groups and the antioxidant activity of apricot leaves may be influenced by the variety, the harvesting date, and possibly by the environmental factors involved. The cultivar 'Bergeron' showed a consistent trend in measured values between the different samplings for all determinations made, while a similar trend was observed for the antioxidant activity, flavonoid and phenolic acid content of the cultivar 'Candela'. In the case of the variety 'Harogem', a different trend was observed for each parameter examined. This variety also differed from the others mostly by the higher measured values of the contents in the individual samples.

Thus, the results of this work may contribute to a better understanding of the bioactive compounds in the leaves of *P. armeniaca* and may serve as a basis for further research on the medicinal effects of this plant.

Keywords: *Prunus armeniaca*, vegetative organs, content substances, flavonoids, phenolic acids

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce.....	10
3 Meruňka obecná.....	11
3.1 Botanická charakteristika a podmínky růstu.....	11
3.2 Produkce	12
3.3 Význam	14
3.3.1 Využití pecek	14
3.3.1.1 Kyanogenní glykosidy	15
3.3.2 Využití plodů.....	17
3.3.3 Využití listů.....	20
3.4 Léčivé rostliny z čeledi růžovitých.....	22
3.4.1 Léčivé rostliny.....	22
3.4.2 Fenolické látky	25
3.4.3 Třísloviny	26
3.4.4 Flavonoidy	27
3.4.5 Fenolické kyseliny	28
4 Metodika.....	29
4.1 Charakteristika stanoviště a klimatické podmínky	29
4.2 Popis odrůd.....	30
4.3 Příprava extraktů.....	30
4.4 Stanovení antioxidační aktivity.....	30
4.5 Stanovení fenolických sloučenin	31
4.6 Stanovení flavonoidů.....	31
4.7 Stanovení fenolických kyselin	31
4.8 Vyhodnocení naměřených hodnot	31
5 Výsledky.....	32
5.1 Stanovení antioxidační aktivity.....	32
5.2 Stanovení fenolických sloučenin	33
5.3 Stanovení flavonoidů.....	34
5.4 Stanovení fenolických kyselin	35
6 Diskuze.....	37
7 Závěr	41
8 Literatura.....	42
9 Přehled tabulek, obrázků, grafů.....	47
Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Meruňka obecná (*Prunus armeniaca* L.) je ovocný strom, jehož plody jsou široce známé pro svou chuť a výživovou hodnotu. Mohou se konzumovat čerstvé, sušené, nebo konzervované (Roussos et al. 2016). Nicméně, méně známé, ale stejně fascinující jsou i listy tohoto stromu a jejich obsahové látky. Meruňkové listy jsou bohaté na různé bioaktivní látky, jako jsou fenolické sloučeniny, flavonoidy, fenolické kyseliny, karotenoidy a mnoho dalších (Zeb et al. 2017), které mají potenciální vliv na lidské zdraví (Wojdyło & Nowicka 2021).

Meruňkové pecky a plody jsou využívány v tradiční medicíně různých kultur pro své léčivé vlastnosti. Obsahují látky s protizánětlivými, antioxidačními a antimikrobiálními účinky, které mohou podporovat lidské zdraví a pohodu (Kitic et al. 2022). Přestože moderní věda teprve začíná objevovat celý potenciál meruňkových listů, existuje stále mnoho neznámých aspektů jejich biologických účinků a možností využití.

Vzhledem k rostoucímu zájmu o přírodní léčiva a doplňky stravy (Leśniewicz et al. 2006), meruňkové listy nabízejí zajímavý potenciál jako přírodní zdroj pro podporu lidského zdraví. Jejich systematické zkoumání a využití může přinést nové poznatky a inovativní přístupy k prevenci a léčbě různých onemocnění (Wojdyło & Nowicka 2021).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bude pomocí kolorimetrických metod stanovit celkový obsah vybraných skupin sekundárních metabolitů v extraktech připravených z listů různých odrůd *Prunus armeniaca* odebíraných v různých fázích jejich růstu.

Nulová hypotéza: U hodnocených odrůd není rozdíl v obsahu stanovovaných látek.

Alternativní hypotéza: Minimálně jedna odrůda se bude lišit během růstu obsahem alespoň jedné skupiny sekundárních metabolitů v listech.

3 Meruňka obecná

3.1 Botanická charakteristika a podmínky růstu

Prunus armeniaca L. či *Armeniaca vulgaris* Lam., známá jako meruňka obecná, je strom z čeledi růžovité (*Rosaceae*), z rodu slivoň (*Prunus*) (Kaplan 2019). Předpokládá se, že rostlina pochází ze severních, severozápadních a severovýchodních provincií Číny, ačkoli některé údaje napovídají, že může pocházet také z Koreje nebo Japonska. Domestikace se v Číně datuje před více než 3000 lety. Z Malé Asie se následně dostala přes Řecko do Evropy díky Římanům. Do severní Ameriky pak meruňku přivezli angličtí osadníci, zatímco v Kalifornii ji rozšířili španělští misionáři (Lim 2012).

Strom dorůstá dvou až patnácti metrů (Kaplan 2019). V pěstitelských podmínkách dorůstá obvykle okolo čtyř metrů, v přirozeném prostředí může dorůst 10 až 15 m. Má načervenalou šedohnědou borku s mladými načervenalými listy a větvičkami (Kitic et al. 2022).

Listy tohoto opadavého stromu jsou střídavě uspořádané, jednoduché, oválného až okrouhle oválného tvaru s ostrými špičkami (Kitic et al. 2022). Čepel listů je obvykle 6–11 cm dlouhá a 4–9 cm široká s nepravidelně pilovitým až vroubkovaným okrajem, v pupenech bývá svinutá (Kaplan 2019). Ve zralosti mají listy hladký povrch. Řapík je tmavě červené barvy, dlouhý 2–4 cm (Kitic et al. 2022).

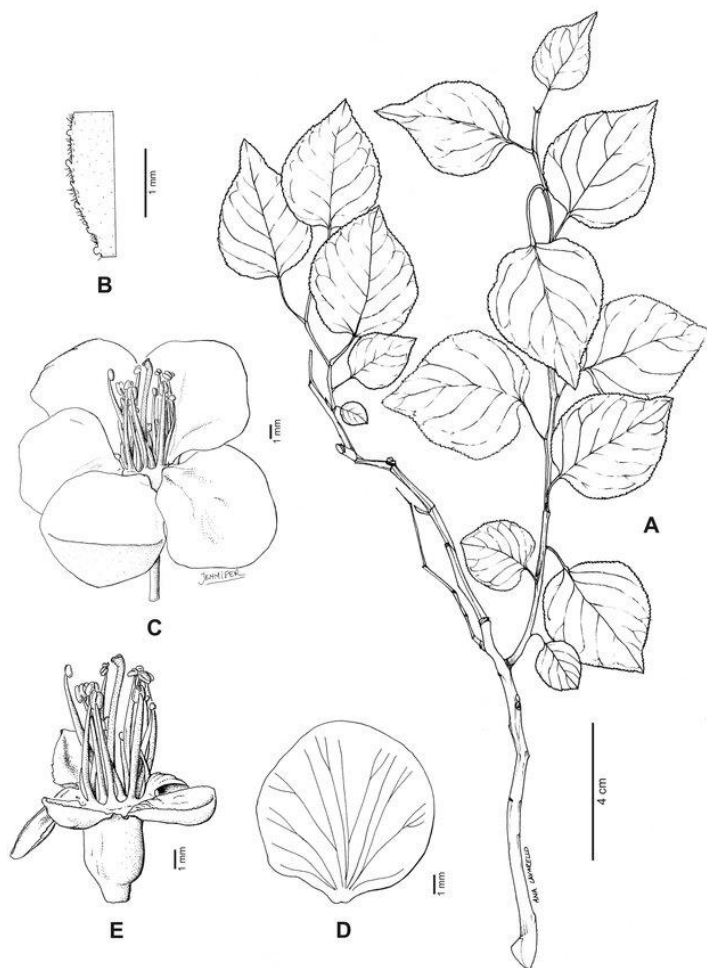
Květy o velikosti 2–3 cm rostou jednotlivě. Rozvíjejí se počátkem března až začátkem dubna, jsou bílé až narůžovělé barvy s pěti červenými kališními lístky. Květy se otevírají dříve než listy. Koruna květu se skládá z pěti lístků vejčitého, oválného nebo obevejčitého tvaru s růžovými žilkami. Je zde mnoho vzpřímených tyčinek se žlutými prašníky a vaječník je v perigynálním postavení (Kitic et al. 2022). Tvoří se na jednoletém dřevě a častěji na krátkých výhonech. Většina tradičních odrůd je samosprašná, i když moderní odrůdy mají lepší výnosy při křížovém opylení (Roussos et al. 2016).

Kolik květů skutečně vykvete, závisí na environmentálních a genetických faktorech a na zásobách živin, které se nashromáždily během předchozí sezóny. Celkový výnos meruňek tedy závisí na celkovém počtu květů, odrůdě, míře úspěšného opylení, biotických a abiotických stresech prostředí a procentu plodů, které dosáhnou plného stupně vývoje (Moustafa & Cross 2019).

Plodem jsou peckovice o velikosti 2–7 cm, žluté až červenooranžové barvy. Plody dozrávají obvykle koncem července až v polovině srpna (Erdogan-Orhan & Kartal 2011), k dozrání potřebují přibližně 3–6 měsíců, v závislosti na odrůdě (Roussos et al. 2016). Pod tenkou vnější chmýřovitou slupkou (exokarp), která obaluje žlutou dužninu (mezokarp) (Erdogan-Orhan & Kartal 2011) se nachází 1–3 cm dlouhá zploštělá pecka, která je tvarem široce vejčitá, s drsným povrchem a trojitým ostrým kýlem (Kaplan 2019). Uvnitř pecky dozrává oplodněné vajíčko v jádro neboli semeno (Erdogan-Orhan & Kartal 2011).

Meruňkové stromy nejlépe rostou v hlubokých, úrodných a dobře odvodňovaných půdách. Nesnášejí vodu zatékající do půdy, ale jsou poměrně tolerantní vůči vyššímu pH půdy, což závisí na použité podnoži. Meruňka prosperuje v klimatu typickém pro Středomoří, kde je omezeno nebezpečí pozdních zimních nebo brzkých jarních mrazů. K prolomení pupenové dormance potřebuje chladné počasí a pro vynikající kvalitu ovoce suché slunečné jaro a teplé léto. V období dormance je meruňka poměrně odolná vůči chladu, vydrží teploty až -34 °C.

Délka vegetačního období není považována za omezení pro pěstování meruněk, protože většina odrůd dozrává koncem jara (brzy v květnu) až do pozdního července, ačkoli některé nové odrůdy dozrávají na konci léta. Horké počasí během zrání (teploty kolem 38 °C nebo vyšší) poškozuje plody, což způsobuje popálení jádra (Roussos et al. 2016).



Obrázek 1. *Prunus armeniaca*. A – Celkový vzhled. B – Okraj listu. C – Květ. D – Okvětní lístek. E – Bezlistý květ. Zdroj: Delucchi, G. (2011).

3.2 Produkce

Meruňka je jedním z nejoblíbenějších ovocných druhů mírného pásma (Erdogan-Orhan & Kartal 2011). Největší procento světové produkce meruněk pochází ze zemí okolo Středozevního moře. Pěstované odrůdy meruněk vykazují dobrou přizpůsobivost místním klimatickým podmínkám (Drogoudi et al. 2008).

Meruňky se pěstují v 78 zemích světa. V roce 1980 činila celosvětová produkce meruněk 1,73 milionu tun, v roce 2020 se zdvojnásobila a vzrostla na 3,72 milionu tun. Nejvýznamnějšími producenty meruněk jsou Turecko, Uzbekistán, Írán, Alžírsko, Itálie, Afghánistán a Španělsko. Turecko se umístilo na prvním místě s produkcí 833 398 tun meruněk, Uzbekistán na druhém místě s 529 109 tunami a Írán na třetím místě s 334 408 tunami (Poyraz & Gul 2022).

Vzhledem k tomu, že meruňka byla původně dovážena spolu s broskvoněmi do Evropy a Střední a Malé Asie po "hedvábné stezce", její přirozená stanoviště sahají od Turkistánu

až po západní část Číny. Turecko je jedním z míst jejího přirozeného výskytu (Erdogan-Orhan & Kartal 2011) a v roce 2020 tvořilo přibližně 22,40 % světové produkce meruněk. Za ním následoval Uzbekistán s 14,22 %, Írán s 8,99 %, Alžírsko s 5,03 %, Itálie s 4,66 % a Španělsko s 3,46 % (Poyraz & Gul 2022).

Zatímco v roce 1980 činila celková plocha výsadby meruněk 294 057 hektarů, v roce 2020 se celková plocha výsadby zvýšila téměř dvojnásobně a dosáhla 562 475 hektarů. Zeměmi s největšími plochami meruněk byly Turecko, Írán, Uzbekistán, Alžírsko, Španělsko a Itálie. Při analýze světových ploch meruněk v roce 2020 v porovnání s rokem 1980 se plochy meruněk rozšířily v Pákistánu pětikrát, v Číně čtyřikrát, v Íránu pětikrát, v Alžírsku a Uzbekistánu přibližně čtyřikrát a v Turecku třikrát. Kromě toho se plochy výsadby meruněk snížily o 19 % v Japonsku, o 7 % v Ruské federaci a o 6 % ve Francii. V období 1980–2020 se plochy výsadby a produkce meruněk ve světě celkově zvýšily. V období 1980–2020 byla nejvyšší produkce meruněk zaznamenána v roce 2017, kdy bylo vyprodukováno 4 790 850 tun meruněk z 558 352 hektarů (Poyraz & Gul 2022).

V roce 2020 Turecko představovalo přibližně 24 % světových ploch pro výsadbu meruněk. Za Tureckem následoval Írán s 10 %, Uzbekistán s přibližně 8 %, Alžírsko s 5 % a Itálie a Španělsko s 3 % (Poyraz & Gul 2022).

Průměrný světový výnos meruněk z hektaru v roce 2020 činil 6 613 kg na hektar. Na prvním místě se umístil Egypt s výnosem 16 545 kg na hektar, na druhém Albánie s výnosem 14 864 kg a na třetím Jordánsko s výnosem 14 483 kg na hektar. Rumunsko, Turkmenistán, Uzbekistán, Argentina, Švýcarsko a Řecko byly dalšími zásadními zeměmi, které dosahovaly výnosů nad světovým průměrem. Turecko mělo výnos 6 278 kg na hektar. Turecko, které zaujímá přední místo v pěstování meruněk, nedosáhlo požadované úrovně výnosů, neboť zůstalo pod světovým průměrem výnosů. Nejvyšší výnos meruněk v Turecku, který je nad světovým průměrem výnosů, byl zaznamenán v roce 2005 s výnosem 9 277 kg. Bylo zjištěno, že výnosy meruněk kolísají v závislosti na přírodních podmínkách (Poyraz & Gul 2022).

Dle výsledků Situační a výhledové zprávy ovoce z listopadu 2023, kterou vydává Ministerstvo zemědělství byla v roce 2023 v ČR sklizeň meruněk odhadována velmi nízká, dosahující pouze 28 % pětiletého průměru. Jen na některých odrůdách a v některých lokalitách se negativně projevilo dlouhodobě chladné počasí v dubnu. Oblast Velkých Bílovic – jedna z nejvýznamnějších pěstitelských lokalit byla v době sklizně zasažena silným krupobitím, kvůli čemuž byla část produkce znehodnocena a nemohla tedy být uplatněna na trhu. V roce 2022 v České republice činila celková sklizeň 6536 tun meruněk, což je oproti roku 2016, kdy sklizeň byla 3883 tun, téměř dvojnásobný nárůst. Výnos meruněk v roce 2022 činil 5,13 kilogramů na jeden strom, stromů bylo celkem 1275223. Naopak v roce 2016 byl výnos 2,98 kilogramů z jednoho stromu, ovšem stromů bylo 1304799 (Ministerstvo zemědělství 2023).

Prodej konzumního ovoce po sklizni v roce 2023 vykazuje výrazné rozdíly v závislosti na druhu. Celková plocha produkčních sadů se meziročně snížila o 8,3 %, což vedlo ke snížení nabídky ovoce obecně. Mrazivé jarní počasí a nepříznivé podmínky během kvetení negativně ovlivnily produkci peckovin. Meruňky, broskve, třešně a částečně i višně utrpěly významné škody způsobené mrazem, stejně jako některé odrůdy jabloní. Špatné opylení vedlo k významnému poklesu úrody u švestek. V důsledku těchto faktorů byla poptávka

po meruňkách, švestkách a třešních výrazně vyšší než nabídka. S ohledem na nepříznivé počasí v Evropě se zvýšila cena dovozeného ovoce těchto druhů (Ministerstvo zemědělství 2023)

3.3 Význam

Meruňka se v Číně používá jako oblíbený domácí lék a mezi obyvateli horských oblastí Himálaje již po staletí. Lidově se meruňka popisuje jako analgetikum, anthelmintikum, antiastmatikum, antipyretikum a antiseptikum. Plody meruňky jsou v čínské medicíně považovány za užitečné při regeneraci tělesných tekutin, detoxikaci a hašení žízně, zatímco jádra slouží k tonizaci dýchacího systému a zmírnění kašle (Fatima et al. 2018).

3.3.1 Využití pecek

Meruňkové jádro je vnitřní část plodu meruňky. Často je považováno za nežádoucí součást ovoce, ale může mít i pozitivní vliv na lidské zdraví. V čerstvém stavu má jádro bílou barvu a obsahuje značné množství bílkovin, vitaminů, esenciálních minerálů, vlákniny, antioxidantů a dalších látek. Vzhledem k rostoucímu povědomí lidí o přírodních surovinách jsou meruňky a jejich vedlejší produkty atraktivní pro různá průmyslová odvětví a oblasti výzkumu. Bylo zjištěno, že meruňková jádra pomáhají posilovat zdraví pokožky, zlepšovat metabolismus a zrak, snižovat riziko cukrovky a udržovat funkčnost trávicího traktu. Proto jsou po celém světě dobře známé pro výrobu různých kosmetických přípravků (pleťové masky, peelingy, krémy, pleťové vody) a potravin (přesnídávky, ovesné vločky, muffiny, buchty a saláty). Kromě toho se meruňková jádra využívají i ve zdravotnictví, je po nich vysoká poptávka při gastroezofageálním refluxu, cukrovce či obezitě (Akhone et al. 2022).

Meruňky, zejména ty pěstované ve střední Asii a v okolí Středozemního moře, jsou tak sladké, že jimi lze nahradit mandle. V Turecku se sladká jádra některých odrůd konzumují jako pražené a solené kousky a v pečených výrobcích. Italský likér Amaretto a Amaretti Biscotti jsou ochuceny extraktem z meruňkových jader namísto mandlí. V Indii se k vaření používá také olej z meruňkových semen (Lim 2012).

Vitamin E, který je rozpustný v tucích, je zásadní živina pro zdraví. Tělo ho může ukládat, nemusí se tedy konzumovat každý den. Skupina vitaminu E, tj. chroman-6-oly souhrnně tokochromanoly (tokoferoly + tokotrienoly sdílející základní strukturu, ale lišící se svými postranními řetězci), je obvykle přijímána spolu s potravinami obsahujícími tuk, jako jsou rostlinné oleje, ořechy, semena, žloutek vajec a zelené listové zeleniny. Tokoferoly, které jsou převládající, se nacházejí v olejích jako je olivový, slunečnicový a kukuřičný, zatímco tokotrienoly, jsou přítomné hlavně v palmovém oleji, ječmeni a rýžových otrubách (Colombo 2010). Oleje z meruňkových jader obsahují značné množství celkových tokoferolů, skládajících se převážně z γ -tokoferolu, dále α -tokoferolu a δ -tokoferolu; β -tokoferol je přítomen v nejmenším množství ze všech tokoferolů v olejích z meruňkových jader. Může být použit pro potravinářské účely samostatně nebo ve směsi s jinými rostlinnými oleji pro zvýšení jejich oxidační stability. Jsou však zapotřebí další výzkumy pro stanovení oxidační stability olejů z meruňkových jader (Jaiswal 2020).

Meruňkové jádro je vynikajícím zdrojem mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin a fytosterolů. Bylo prokázáno, že tyto sloučeniny mají významné zdravotní přínosy pro člověka. Je však také třeba věnovat pozornost antinutriční roli amygdalinu,

tříslovin, šťavelanů a kyselině fytové v meruňkových jádrech před jejich konzumací (Jaiswal 2020).

Právě amygdalin, jako kyanogenní glykosid, při narušení pletiv uvolňuje toxický kyanovodík a slouží jako obranný mechanismus proti býložravcům. Kromě toho jsou ale meruňková jádra bohatá i na polyfenolické sloučeniny, jako jsou antokyany, fenolické látky, flavonoidy a karotenoidy, spolu s vitamínem E a kvalitními bílkovinami (Akhone et al. 2022).

K extrakci bioaktivních látek z meruňkových jader se používají různé extrakční metody, včetně mikrovlnné extrakce, extrakce superkritickou tlakovou kapalinou, extrakce ultrazvukem a extrakce rozpouštědlem. Tyto sloučeniny mají různé využití, od potravin a léčiv až po kosmetiku.

- Dvoufázová extrakční metoda: Využívá se pro extrakci amygdalinu a nabízí nízké náklady, šetrnost k životnímu prostředí a nepřetržitý provoz pro různé experimenty.
- Metoda extrakce rozpouštědlem: Extrakce oleje z meruňkových jader pomocí organických rozpouštědel, získá se velké množství oleje, ale metoda je považována za škodlivou kvůli použití chemikálií.
- Metoda extrakce lisováním za studena: Mechanická technika, která zachovává v získaném oleji menší bioaktivní složky, jako jsou fytosteroly a fenoly.
- Metoda extrakce ultrazvukem: Rychlý proces extrakce se sníženou spotřebou rozpouštědel a vody, při kterém se získávají čisté konečné produkty s vysokou reprodukovatelností.

Ke studiu strukturních a chemických vlastností meruňkových jader se používá několik charakterizačních technik, jako je infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FT-IR), skenovací elektronová mikroskopie (SEM), vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) a rentgenová difrakce (XRD) (Akhone et al. 2022).

Budoucí perspektivy výzkumu zahrnují zkoumání využití meruňkových jader jako levného zdroje amygdalinu, zkoumání extrakčních metod ke snížení hořkosti a zkoumání jejich možného využití v dalších průmyslových odvětvích díky jejich cenové výhodnosti a ekologické šetrnosti (Akhone et al. 2022).

3.3.1.1 Kyanogenní glykosidy

Výše zmíněné kyanogenní glykosidy (zkráceně CG) lze chemicky definovat jako glykosidy α -hydroxinitrilů a patří mezi sekundární metabolity rostlin. Jsou to složky rostlin odvozené od aminokyselin, které jsou přítomny ve více než 2500 druzích rostlin (Vetter 2000).

Základní struktura kyanogenních glykosidů zahrnuje uhlík připojený jednoduchou vazbou k nitrilové skupině CN a dvěma substitučními skupinám (R1 a R2) a připojený k cukru, buď monosacharidu (glukóza), nebo disacharidu (gentiobióza), glykosidickou vazbou. R1 může být methylová skupina nebo fenylová či *p*-hydroxyfenylová skupina. R2 je nejčastěji vodík, ale může to být také methylová nebo ethylová skupina (Cressey & Reeve 2019).

Kyanovodík (HCN) jako produkt hydrolyzy CG byl poprvé izolován z rostlin v roce 1802 Scradem (z hořké mandle a z listů broskvoně). Uvolňování HCN rostlinami poprvé přisoudili konkrétní sloučenině Robiquet a Charlard, kteří izolovali amygdalin z hořkých mandlí. Při enzymatické hydrolyze kyanogenních glykosidů vzniká aglykon (tj. α -hydroxynitril) a cukerná

část. Aglykony lze rozdělit na alifatické a aromatické sloučeniny; cukr je většinou D-glukosa, ale může jít i o jiné cukry, např. gentiobiózu, primeverózu nebo jiné cukry (Vetter 2000).

Je známo přibližně 25 kyanogenních glykosidů. Hlavní kyanogenní glykosidy, které se nacházejí v jedlých částech rostlin, jsou amygdalin (mandle, peckovice, jádrové ovoce), dhurrin (čirok), linamarin (maniok, lima fazole, lněné semínko, špenát), linustatin (maniok, lněné semínko), lotaustralin (maniok, lima fazole), prunasin (peckovice, jádroviny) a taxifilin (bambusové výhonky) (Cressey & Reeve 2019).

Potenciální toxicita CG vzniká enzymatickou degradací za vzniku kyanovodíku. Informace o metabolismu CG jsou k dispozici ze studií *in vitro*, na zvířatech a na lidech. Při absenci enzymů β -glukosidázy ze zdrojového rostlinného materiálu se zdá, že na produkci kyanidu z CG se podílejí dva procesy; podíl dávky glykosidu, který se dostane do tlustého střeva, kde dochází k většině bakteriální hydrolyzy, a rychlost hydrolyzy CG na kyanohydrin a kyanid. Některé CG, např. prunasin, se aktivně vstřebávají v jejunu za využití epiteliálního sodík-dependentního monosacharidového transportéru (SGLT1) (Cressey & Reeve 2019).

Rychlost produkce kyanidu z CG v důsledku aktivity bakteriální β -glukosidázy závisí na cukerné části molekuly a stabilitě meziprojektu kyanohydrinu po hydrolyze bakteriální β -glukosidázou. CG s gentiobiózovým cukrem, amygdalin, linustatin a neolinustatin, podléhají dvoustupňové hydrolyze, přičemž gentiobióza je nejprve hydrolyzována na glukózu za vzniku prunasinu, linamarinu a lotaustralinu. I když je obtížné předpovědět celkový dopad těchto metabolických faktorů, toxicita CG bude nižší než toxicita, kterou naznačují jejich teoretické ekvivalenty kyseliny kyanovodíkové (Cressey & Reeve 2019).

Samotný amygdalin, někdy označovaný jako vitamin B17, ačkoli není klasifikován jako vitamin, má molekulární vzorec $C_{20}H_{27}NO_{11}$ (Kitic et al. 2022). Je jednou z hlavních farmakologických složek mandlí a je široce dostupný v semenech rostlin z čeledi *Rosaceae*, jako jsou např. broskve, švestky a jabloně, ale především v semenech (jádrech) meruněk (He et al. 2020).

Amygdalin se po požití mění na kyanovodík a může vyvolat kyanidovou toxicitu. Mezi hlášené neurologické komplikace kyanidové toxicity patří demyelinizace periferních nervů, optická neuropatie, hluchota a parkinsonismus. Vzhledem k tomu, že semena těchto plodů jsou v západní stravě neobvyklá, klinická toxicita kyanidů se vyskytuje zřídka. Rostoucí obliba rostlinných léčivých přípravků však může tuto skutečnost změnit (Grogan & Katz 2009).

Jako přirozeně aromatická kyanogenní sloučenina se v Asii, Evropě a dalších oblastech amygdalin již dlouho používá k léčbě různých onemocnění včetně kašle, astmatu, nevolnosti, lepry a leukodermie (He et al. 2020).

Analýza údajů naznačila, že tato sloučenina vykazuje farmakologické aktivity protinádorové, protifibrotické, protizánětlivé, analgetické, imunomodulační, proti ateroskleróze, zlepšující funkci trávicího reprodukčního systému, zlepšující neurodegeneraci a hypertrofii myokardu a také snižující hladinu glukózy v krvi (He et al. 2020).

Amygdalin obsažený v semenech *Prunus armeniaca* je toxický (LD_{50} 9279,5 mg/kg u potkanů), ale jeho perorální příjem nemusí nutně způsobit závažnou toxicitu. Rozmezí kritických koncentrací je od 0,5 do 3,5 mg/kg a je ho dosaženo pouze při masivním a rychlém příjmu. Nadměrná expozice kyanogenním glykosidům a HCN může vést k nevolnosti, zvracení, průjmům, závratím, slabosti, duševní zmatenosti, křečím, kómatu a nakonec ke smrti (Kitic et al. 2022).

Kyanovodík potlačuje buněčné dýchání tím, že blokuje mitochondriální přenos elektronů a brání příjmu kyslíku. Lidský organismus má možnost detoxikace kyanidů prostřednictvím thiosulfát-sulfotransferázy, která je přeměňuje na thiokyanáty. Ty se pak vylučují močí. Přesto byla zaznamenána kyanidová toxicita způsobená požitím meruňkových jader. Patří sem zpráva o ženě, která požila asi 15 g meruňkových jader, což vedlo ke klasickému projevu komatu, snížené tělesné teplotě a metabolické acidóze. Okamžitého zlepšení příznaků bylo dosaženo až po inhalaci amylnitritu a následném intravenózním podání dusitanu sodného a thiosíranu sodného (Kitic et al. 2022).

Studie navíc odhalily, že toxicita amygdalinu je způsobena jeho jedovatým rozkladným produktem benzaldehydem a kyanovodíkem po perorálním požití, toxicita intravenózní cesty podání je mnohem menší než perorální cesta a lze se jí vyhnout při perorální dávce v rozmezí 0,6 až 1 g denně (He et al. 2020).

3.3.2 Využití plodů

Ve srovnání s jiným ovocem se meruňka, jako žádaný zdroj výživy a antioxidantů, vyznačuje velkým množstvím polyfenolů, karotenoidů a vitaminů (Jaiswal 2020). Plody meruňek, ať už čerstvé nebo sušené, nebo omáčky, lze použít do široké škály dezertů – palačinek, koláčů, chleba, muffinů, croissantů, atd. (Lim 2012).

Karotenoidy jsou skupinou pigmentových sloučenin, které jsou syntetizovány rostlinami a mikroorganismy, nikoli však živočichy. V rostlinách přispívají k mechanismu fotosyntézy a chrání je před poškozeními způsobenými světlem (Rao & Rao 2007), buď zhášením tripletových stavů chlorofylu, což zabraňuje tvorbě singletového kyslíku, který je hlavním oxidačním činidlem chlorofylu, nebo přímo vychytáváním singletového kyslíku, nebo rozptylováním přebytečné excitační energie nad rámec energie potřebné pro fotosyntézu. Kromě toho, že karotenoidy působí jako fotoprotekce fotosyntetického aparátu, plní ještě několik dalších funkcí, například jako světlosběrné pigmenty, které doplňují schopnost chlorofylu zachycovat světlo v oblastech viditelného spektra, kde chlorofyl není příliš účinným absorbérem (Frank & Cogdell 1996). Ovoce a zelenina představují hlavní zdroje karotenoidů v lidské stravě. V ovoci a zelenině jsou přítomny jako mikrosložky a jsou zodpovědné za jejich žlutou, oranžovou a červenou barvu. Předpokládá se, že karotenoidy jsou zodpovědné za příznivé vlastnosti ovoce a zeleniny při prevenci lidských onemocnění, včetně kardiovaskulárních chorob, rakoviny a dalších chronických onemocnění (Rao & Rao 2007).

Zralé meruňky jsou vynikající, pokud se konzumují čerstvé nebo mírně vychlazené, samotné nebo v ovocných salátech. Plody lze vařit ve vodě nebo ovocné šťávě, do které lze pro zvýraznění chuti přidat hřebíček nebo skořici. Ovoce lze zmrazit, zavařit a konzervovat. Z meruňek lze připravit džemy, želé, pyré, nektar, šťávy, nápoje a džusy a omáčky. Meruňkový nektar nebo džus je vynikající a výživný nápoj a je k dostání v plechovkách nebo lahvích (Lim 2012).

Sušené meruňky jsou výživné a chutné a jsou výbornou svačinou (Lim 2012). Protože meruňky mají krátké období sklizně a omezenou dobu skladování i za vhodných podmínek, pro zásobování spotřebitelů meruňkami v průběhu celého roku se běžně používají různé metody konzervace, tj. zmrazování, konzervování, sušení bez jakéhokoli ošetření a sušení po síření. V porovnání se sušenými meruňkami bez jakékoli úpravy jsou mnohem více preferovány

sušené meruňky po síření, a to díky své charakteristické zlatožluté barvě a chuti. Oxid siřičitý (SO₂) by mohl zpomalit rozklad β-karotenu v sušených meruňkách během sušení a skladování. Kromě toho SO₂ zajišťuje jak inhibici enzymatického hnědnutí během sušení a ochranu před neenzymatickými reakcemi hnědnutí, tak i prevenci mikrobiálního poškození během sušení a skladování (Coşkun et al. 2013). Maximální limit stanovený komisí Codex Alimentarius, 1989 je 2000 mg SO₂ na kg sušených meruněk.

Odrůda a způsob síření pak mají významný vliv na barvu sušených meruněk. Způsoby síření mohou být síření spalováním elementárních siřičitanů (BES), síření plynem SO₂ ze zkapalněného zásobníku SO₂ (SG) a síření ponořením do roztoku disiřičitanu sodného (Na₂S₂O₅) (DSM). Absorpce SO₂ meruňkami kromě odrůdy závisí na mnoha faktorech (pH, vlhkost, aktivita vody, obsah rozpustných pevných látek a složek – zejména cukrů, a relativní vlhkost prostředí). Kromě toho by se pro ochranu zlatožluté barvy sušených meruněk během skladování měla upřednostňovat teplota skladování nižší než 20 °C (Coşkun et al. 2013).

Plody meruněk jsou bohatým zdrojem oleje, bílkovin, rozpustných cukrů, vlákniny, mastných kyselin, karotenoidů, jako jsou β-karoten, β-kryptoxantin, γ-karoten a lykopen; fenolických látek, jako jsou (+)-katechin a (-)-epikatechin, kyseliny chlorogenová a neochlorogenová a rutin, pektinu a minerálních prvků včetně Na, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn a Cu (Erdogan-Orhan & Kartal 2011).

Meruňka obsahuje velké množství nutričních složek, jako jsou minerální látky, cukry, organické kyseliny, aminokyseliny, lipidy a fytoosteroly (Příloha 1). Tyto mikroživiny mohou poskytnout základní výživu pro člověka, ale co je nejdůležitější, ovoce obsahuje také mnoho antioxidantů, jako jsou vitaminy, karotenoidy a polyfenoly. Tyto sloučeniny vykazují širokou biologickou aktivitu, včetně antimikrobiálního účinku, kardiovaskulárních benefitů, antimetabolických poruch při dyslipidémii, antidiabetické, hepatoprotektivní, nefroprotektivní, protizánětlivé, antinociceptivní, antiamyloidogenní, protirakovinné a zejména antioxidační aktivity hlavně díky obsahu polyfenolických látek. Konzumace meruněk má velký přínos pro lidské zdraví (Jaiswal 2020).

Plody meruněk jsou také bohatým zdrojem vlákniny, která zabraňuje zácpě a stimuluje normální žaludeční motilitu. Rozpustná vláknina udržuje stabilní hladinu cukru v krvi tím, že snižuje hladinu cholesterolu v krvi, a pomáhá při snižování tělesné hmotnosti (Al-Soufi et al. 2022).

Meruňky jsou bohaté na vitaminy (Jaiswal 2020), jako je vitamin C (askorbová kyselina), který působí jako biologické redukční činidlo pro přenos vodíku. Je zapojena do mnoha enzymových systémů pro hydroxylaci, tj. hydroxylace tryptofanu, tyrosinu a prolinu. Podílí se na detoxikaci aromatických léčiv a působí také při tvorbě steroidů nadledvin (Halver 2003).

Askorbová kyselina je nezbytná pro tvorbu kolagenu a normální chrupavky, stejně jako pro normální tvorbu zubů, tvorbu kostí, obnovu kostí a hojení ran. Působí synergicky s vitaminem E při udržování intracelulárních antioxidantů a lapačů volných radikálů a dohromady i se selenem při udržování aktivity glutathionperoxidázy a superoxiddismutázy (Halver 2003).

Z dalších vitaminů a látek, plody meruňky obsahují:

Vitamin B1 (thiamin), který je nezbytný pro normální trávení, růst a plodnost a je potřebný pro normální funkci nervové soustavy (Krampitz 1969).

Vitamin B2 (riboflavin), ten se spolu s pyridoxinem podílí na přeměně tryptofanu na kyselinu nikotinovou a je nejdůležitější pro dýchání málo prokrvených tkání, jako je například oční rohovka. Riboflavin se podílí na tvorbě pigmentu sítnice při adaptaci na světlo a jeho nedostatek způsobuje zhoršené vidění a světloplachost (Halver 2003).

Vitamin B3 (niacin) se účastní metabolismu lipidů, aminokyselin a bílkovin a na fotosyntéze. Mezi thiaminem a niacinem existuje vzájemný vztah, protože oba vitaminy jsou zapojeny v koenzymových systémech metabolismu sacharidů v systémech meziproductů, kde se potravní materiál oxiduje, aby poskytl teplo pro fyziologické funkce, pro udržení homeostázy a tělesné teploty nebo pro tvorbu vysokoenergetických fosfátových vazeb pro následné fyziologické reakce živého organismu. V normálním metabolismu funguje více než 100 pyridinových dehydrogenáz jako akceptory vodíku v energetických nebo biosyntetických drahách (Halver 2003).

Vitamin B5 (kyselina pantotenová) se podílí na funkci nadledvinek a produkci cholesterolu (Halver 2003).

Vitamin B6 (pyridoxin) napomáhá metabolismu tuků, zejména esenciálních mastných kyselin. Účastní se syntézy mRNA, která zajišťuje přenos informací v místě syntézy polypeptidů (Montjar et al. 1965) a také hraje nejdůležitější roli v metabolismu bílkovin (Hardy & Pennington 1979),

Vitamin B9 (kyselina listová, folát) je nezbytný pro normální tvorbu krvinek a zapojuje se do přeměny megaloblastické kostní dřevě. Hraje roli v regulaci hladiny glukózy v krvi a zlepšuje funkci buněčných membrán (Halver 2003).

Vitamin A je nezbytný pro zachování epitelových buněk, je stimulem pro růst nových buněk a pomáhá udržovat odolnost vůči infekcím. Zvyšuje délku života za různých stádií senility u savců. Vitamin A je nezbytný pro normální vidění, u obratlovců je nezbytný pro regeneraci světlocitlivého rodopsinu v sítnici (Halver 2003).

Vitamin E působí jako inter- a intracelulární antioxidant, který udržuje homeostázu labilních metabolitů v buňce a tkáňové plazmě. Jako fyziologický antioxidant obvykle chrání oxidovatelné vitaminy a reaktivní nenasycené mastné kyseliny. Vitamin E funguje společně se selenem a askorbovou kyselinou v enzymech glutathionperoxidáze a superoxiddismutáze, které zastavují řetězové reakce peroxidace polynenasycených mastných kyselin. Jeho antioxidantní kapacita se podílí na udržení normální propustnosti kapilár a srdečního svalu (Halver 2003).

Vitamin K1 (fylochinon) se podílí na syntéze mRNA při syntéze proteinů krevní srážlivosti – protrombinu, plazmatického tromboplastinu a prokonvertinu. Substituované formy vitamínu K jsou silně bakteriostatické a mohou sloužit jako alternativní obranný mechanismus při bakteriálních infekcích. Vitamin K je kofaktorem pro karboxylaci glutamylových zbytků na prekursorů kyseliny α -karboxyglutamové v bílkovinách srážejících krev. Hlavní úlohou vitamínu K je udržovat rychlou normální rychlost srážení krve (Halver 2003).

Cholin je potřebný pro syntézu neurotransmiterů (acetylcholin), signalizaci buněčných membrán (fosfolipidy), transport lipidů (lipoproteiny) a metabolismus methylových skupin (redukce homocysteinu). Je hlavním zdrojem methylových skupin v potravě prostřednictvím syntézy S-adenosylmethioninu. Tyto metylační reakce hrají významnou roli v biosyntéze lipidů, regulaci několika metabolických drah a detoxikaci v organismu. Cholin je nutný k tvorbě fosfolipidů fosfatidylcholinu, lysofosfatidylcholinu, cholinplazmalogenu a sfingomyelinu –

základních složek všech membrán. Hraje důležitou roli při vývoji mozku a paměti u plodu a zřejmě snižuje riziko vzniku defektů neurální trubice (Zeisel & da Costa 2009).

Betain, který vzniká z cholinu, je důležitým osmolytem v ledvinovém glomerulu a pomáhá při zpětném vstřebávání vody z ledvinových kanálků (Zeisel & Caudill 2010).

Vitamin B12 (kobalamin) je spolu s vitaminem B9 důležitý pro erytropoézu, při nedostatku jednoho z těchto vitaminů se může objevit megaloblastická anémie (Koury & Ponka 2004) s charakteristickými makrocytárními, sešedlými erytrocyty v cirkulující krvi (Halver 2003).

Pokud jde o organické kyseliny, byly zjištěny významné rozdíly v jejich průměrných koncentracích mezi jednotlivými genotypy planých meruněk. Plody planých meruněk byly ve srovnání s pěstovanými meruňkami mírně kyselé (Karatas 2022).

Dle studie Karatas (2022) plody planých meruněk obsahují převážně kyselinu citronovou v rozmezí 923–1268 mg/100 g, dále kyselinu jablečnou (380–567 mg/100 g), kyselinu askorbovou (18,4–23,6 mg/100 g) a kyselinu vinnou (3,1–6,8 mg/100 g). V plodech meruněk dominuje kyselina citronová, která tvoří 55 % organických kyselin a její obsah se pohybuje v rozmezí 550–1170 mg/100 g, následovaná kyselinou jablečnou, která tvoří přibližně 25 % organických kyselin a její obsah se pohybuje v rozmezí 400–1430 mg/100 g. Kyselina jablečná je zodpovědná především za kyselost meruněk, ačkoli nebyla významnou organickou kyselinou u všech odrůd meruněk. Předchozí studie také naznačily, že obsah organických kyselin v plodech meruněk závisí na odrůdě a genotypu.

Sušené plody meruněk obsahují lignany, jako je secoisolariciresinol s vlastnostmi podobnými fytoestrogenům (Kitic et al. 2022). Fytoestrogeny jsou přirozeně se vyskytující rostlinné sloučeniny, které jsou strukturálně a/nebo funkčně podobné estrogenům savců a jejich aktivním metabolitům (Patisaul & Jefferson 2010). Zájem o bioaktivní sloučeniny podobné fytoestrogenům v posledních letech vzrostl, protože je zapotřebí alternativní léčba menopauzy, která má méně vedlejších účinků než syntetické estrogény, a také díky epidemiologickým důkazům, které ukazují, že ženy, které tradičně konzumují rostliny obsahující fytoestrogeny, mají nižší výskyt osteoporózy. Studie odhalily, že hořká semena meruněk mohou ovlivňovat plazmatické hladiny folikuly stimulujícího hormonu (FSH) u králíků, což naznačuje, že jejich složky se mohou podílet na folikulogenezi vaječnicků. Bylo zjištěno, že sušené meruňky (25 % stravy po dobu osmi týdnů) zlepšují hustotu kostních minerálů v těle a páteři u osteopenických myší po ovariektomii (Kitic et al. 2022).

Faktorů ovlivňujících složení a obsah antioxidantů v meruňce je mnoho. Tyto faktory jsou odvozeny ze tří aspektů: genetiky, prostředí a stavu po sklizni. Šlechtění je tedy prvním krokem pro akumulaci antioxidantů v meruňkách. Současně by měl být v budoucnu systematicky prováděn vliv faktorů prostředí, včetně světla, teploty, vody, půdy a pěstitelské praxe. Důraz by měl být kladen také na posklizňové skladování a související technologie (Jaiswal 2020).

3.3.3 Využití listů

Rostliny (listy, květy a plody) jsou schopny syntetizovat tisíce primárních a sekundárních metabolitů s různými biologickými vlastnostmi a funkcemi. Tyto sloučeniny hrají zásadní roli v životním cyklu rostlin tím, že poskytují chemické signály pro živočichy, opylovače a šířitele

semen, které zajišťují reprodukční a evoluční úspěch rostlin. Všechna kritéria zkoumaná ve studii Uğur et al. (2018) se měnila v závislosti na odrůdách a měsících odběru vzorků. Bylo zjištěno, že v listech merunek jsou k dispozici kyselina chlorogenová, rutin, katechin a naringin (Uğur et al. 2018).

Dále lze říci, že meruňkové listy jsou dobrým zdrojem polyfenolických sloučenin a změny v těchto sloučeninách mohou být ovlivněny vývojem plodů, a proto by se měly vzít v úvahu pro nejlepší zemědělskou praxi u této rostliny. V budoucnu je třeba studium pro stanovení některých farmakologických aktivit extraktů z meruňkových listů (Uğur et al. 2018).

Jednou z dominantních sloučenin, které charakterizovaly silice listů *Prunus armeniaca*, byl fytol – diterpen, který se běžně vyskytuje v rostlinách. Fytol je produktem metabolismu chlorofylu. Jedná se tedy o sloučeninu hojně se vyskytující v přírodě. Již dříve bylo prokázáno, že fytol snižuje produkci volných radikálů. Fytol odhalil neuroprotektivní a silnou antioxidační aktivitu díky své schopnosti odstraňovat hydroxylové radikály a mohl zabránit peroxidaci lipidů tím, že inhiboval množství potenciálních reakcí kyseliny thiobarbiturové (TBARS), čímž snížil poškození buněk způsobené účinky volných radikálů, což může naznačit potenciální využití listů *P. armeniaca* pro léčbu neurodegenerativních onemocnění (Bonesi et al. 2019).

Výsledky práce Wojdyło & Nowické (2021) ukázaly, že fytochemické složení a následně antioxidační kapacita a inhibice enzymů *in vitro* testovaných vzorků polyfenolových extraktů z *P. armeniaca* jsou různorodé. Porovnání různých polyfenolických extraktů z listů kultivaru *P. armeniaca* podle jejich kvantitativního složení ukázalo, že jsou výjimečnými zdroji hydroxyskořicových kyselin.

Výsledky práce Wojdyło & Nowické (2021) naznačují, že extrakty z listů *P. armeniaca* lze využít v různých komerčních odvětvích, jako jsou potraviny, kosmetika a léčiva. Na jedné straně lze extrakty použít jako antioxidanty přírodního původu, které by mohly nahradit syntetické antioxidanty v mnoha potravinářských a kosmetických aplikacích. Na druhé straně by mohly být považovány za dobrou alternativu při léčbě a prevenci cukrovky a zánětlivých onemocnění a mohly by se používat při prevenci obezity nebo jako prostředek proti stárnutí. V neposlední řadě by výtažky z listů *P. armeniaca* mohly být důležitým zdrojem zajímavých molekul pro prevenci a léčbu dalších onemocnění 21. století, jako je například rakovina (Wojdyło & Nowicka 2021).

Raj et al. 2016 studoval ochranný účinek listů *P. armeniaca* proti hepatotoxicitě vyvolané paracetamolem u potkanů. Jaterní poškození spojené s paracetamolem je způsobeno uvolňováním toxického metabolitu N-acetyl-P-benzochinon iminu (NAPQ1) a tvorbou jeho volných radikálů. Ochranný účinek, který vykazovaly metanolové i vodné extrakty v dávce 200 mg/kg, byl srovnatelný se standardním léčivem ursodeoxycholovou kyselinou. Methanolový extrakt vykazoval znatelnější výsledky ve srovnání s vodným extraktem listů *P. armeniaca* (Raj et al. 2016).

Po fytochemickém zkoumání bylo zjištěno, že rostlinné extrakty obsahují flavonoidy, terpenoidy, třísloviny a steroidy. Přítomnost flavonoidů v tomto extraktu může být zodpovědná za jeho hepatoprotektivní aktivitu projevující se změnami různých parametrů jaterních enzymů a některých fyzikálních parametrů. I zde se prokázalo, že extrakt má silný ochranný účinek proti jaterní toxicitě vyvolané paracetamolem. Tato studie tedy podporuje použití *P. armeniaca* při léčbě jaterních onemocnění a poukazuje na to, že si zaslouží další podrobné zkoumání jako

slibná hepatoprotektivní látka. Přesné mechanismy a aktivní sloučeniny podílející se na těchto účincích je však třeba objasnit v budoucích studiích (Raj et al. 2016).

3.4 Léčivé rostliny z čeledi růžovitých

Růžovité rostliny mohou mít charakter stromů, keřů i bylin. Tato středně velká čeleď je téměř kosmopolitní, obsahuje 85 rodů a asi 2000 pohlavních druhů. Variace ve vegetaci je v této čeledi velmi velká a neexistuje zde jediný znak, který by byl charakteristický pro celou čeleď. Dřeviny z čeledi *Rosaceae* jsou většinou keře nebo malé stromy, nepřesahující výšku 12 metrů. Malé a nízko rostoucí keře s plazivými dřevinami se vyskytují v několika rodech, zatímco velké lesní stromy vysoké přes 25–30 m jsou vzácné a vyskytují se jen v několika rodech (*Eriobotrya*, *Sorbus*, *Prunus*). Dřeviny mohou být stálezelené nebo opadavé. Někdy se vyvíjejí trny jako stonkové metamorfózy a u některých jsou běžné ostny (emergence) (*Rosa*, *Rubus*). Pupeny jsou obvykle u dřevin v klimatických podmínkách s nepříznivým obdobím chráněny pupenovými šupinami. Dřevnaté rody nezářídka vykazují diferenciaci na dlouhé a krátké výhony (Kalkman 2004).

Bylinní zástupci čeledi jsou většinou vytrvalé rostliny, a pokud rostou v mírném podnebí, přežívají pomocí podzemního svislého oddenku nebo vodorovného kořene. Letničky jsou velmi vzácné (*Alchemilla*, *Potentilla*). Byliny lze s určitou jistotou považovat za apomorfní stav (Kalkman 2004).

Listy růžovitých bývají obvykle střídavé, občas odstálé, vzácněji protistojné, a mohou být jednoduché nebo složené. Mají úkrojky umístěné na větvičce nebo na bázi řapíku, které mohou být buď volné nebo přirostlé k řapíku, případně mohou chybět. Květenství jsou různorodá, obvykle umístěná na koncích větví a často ve formě (složených) hroznů (Kalkman 2004).

Květy jsou zpravidla čtyř nebo pětičetné, většinou oboupohlavné, ale někdy mohou být jednopohlavné, což může vést k jednodomosti nebo dvoudomosti rostlin. Kališní lístky jsou obvykle volné, okvětní lístky mohou být od velkých a nápadných po malé a těžko rozeznatelné od kališních lístků, někdy mohou chybět. Počet tyčinek je proměnlivý, často souvisí s počtem částí okvětního kalicha. Nitky tyčinek jsou volné, prašníky jsou dvoupryskové a podélně se odlučující. Pestíků může být jeden až mnoho, mohou být volné nebo různě srostlé, tvořící jeden nebo více horních až dolních vaječnicků. Stylodia jsou přítomná, někdy srostlá do společného, rozvětveného stylu. Vaječníky mohou obsahovat jedno až několik (často dvě) vajíček, která jsou anatropní a buď vzestupná nebo převislá (Kalkman 2004).

Plody jsou různé, mohou být dužnaté nebo suché, otevírající se nebo neotevírající se. Semen bývá jedno a více, endosperm bývá přítomen v tenké vrstvě nebo úplně chybět. Listeny mohou být dužnaté nebo ploché (Kalkman 2004).

3.4.1 Léčivé rostliny

Podle definice Světové zdravotnické organizace (WHO 1991) jsou rostlinná léčiva materiály a přípravky rostlinného původu s terapeutickými nebo jinými účinky na lidské zdraví, které obsahují buď surové, nebo zpracované složky z jedné nebo více rostlin, anorganických materiálů nebo živočišného původu. Rostlinné léky se používají již stovky let a jsou uznávány jako cenný a snadno dostupný zdroj zdraví v zemích po celém světě (Leśniewicz et al. 2006). Veškeré znalosti byly dříve založeny na zkušenostech, protože neexistovaly žádné informace

o příčinách onemocnění nebo o tom, která rostlina a její forma konzumace by mohla být užitečná pro jeho léčbu. Po tisíciletích pokusů a omylů v průběhu lidské historie byly pro léčbu konkrétních onemocnění určeny konkrétní rostliny konzumované perorálním podáním, proto jsou známy jako léčivé rostliny. Rostliny mohou obsahovat různé bioaktivní sloučeniny, jako jsou alkaloidy nebo silice (Garcia-Oliveira et al. 2020).

V posledních letech je přírodní medicína stále častěji využívána širokou veřejností na základě vlastního výběru, aby nahradila nebo doplnila konvenční léčebné postupy (Leśniewicz et al. 2006). Bylo prokázáno, že 70–80 % světové populace se spoléhá na nekonvenční medicínu, zejména na rostlinné zdroje. Z rostlinných extraktů se vyrábějí léčivé tinktury, sirupy, tablety, šňupací tabák, omáčky nebo ústní spreje. Mnoho současných léčiv pochází z rostlin. Je však dobře známo, že léčivé byliny nejsou zcela bezpečné. Někdy se objevují alergické a toxické reakce a také lékové interakce. Některé byliny mohou být i hepatotoxické (Arceusz et al. 2010).

Léčivé rostlinné suroviny mohou pocházet z různých čeledí rostlin, například hvězdnicovité (*Asteraceae*), miříkovité (*Apiaceae*), růžovité (*Rosaceae*), bobovité (*Fabaceae*) a hluchavkovité (*Lamiaceae*) (Arceusz et al. 2010).

Čeď *Rosaceae* se používá v tradiční galicijské medicíně. V léčbě se obvykle používají například tyto rostliny: řepík lékařský (*Agrimonia eupatoria*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*), tužebník jilmový (*Filipendula ulmaria*), kuklík městský (*Geum urbanum*), mochna nátržník (*Potentilla erecta*), růže šípková (*Rosa canina*) (Garcia-Oliveira et al. 2020), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*) a maliník obecný (*Rubus idaeus*) (Arceusz et al. 2010).

Fytochemické složení řepíku lékařského zahrnuje sloučeniny, jako jsou sacharidy, třísloviny, terpeny a jejich deriváty, fenolické sloučeniny, vitaminy a oleje a je spojeno s velmi slibnými biologickými funkcemi na farmakologické úrovni, které pravděpodobně souvisejí s přítomností těchto sloučenin. Nadzemní části *A. eupatoria* se obvykle sbírají v období kvetení, na jaře a v létě. Využívá se jako ústní voda, ke kloktání a při infekcích hrtanu, k čištění křečových vředů při infekcích ledvin nebo jater a proti průjmům a menstruačním bolestem. Další použití zahrnuje jeho použití k detoxikaci krve, odstranění pupínků a vyrážek, tlumení bolestí hlavy, snížení svalových bolestí nebo jako anthelmintikum. Způsob použití je v podobě výluhu, odvaru, suché extrakce, mokré extrakce (s použitím vodných, olejových nebo alkoholových rozpouštědel) a tinktury (Garcia-Oliveira et al. 2020).

Kořeny, květy, listy a plody hlohu jednosemenného se využívají jako tinktury, výluhy nebo tekuté extrakty s účinkem ke zlepšení krevního oběhu, léčbě hepatitidy, bronchitidy a infekce dýchacích cest a nespavosti. Přestože se listy a plody nepovažují za vysoce výživově hodnotné, používají se i jako potravina. Bylo zjištěno, že listy a květy *C. monogyna* mají účinky zlepšující krevní oběh a působí kardiotonicky a hypotenzivně. Plody a květy se používají při trávení jako prevence průjmů a k ochraně jater při procesech hepatitidy. Plody a kořeny se uplatňují při bronchitidě a infekcích dýchacích cest. Všechny části rostliny jsou většinou využívány při léčbě infekcí nervového systému, často s cílem zmírnit nespavost a úzkost, a poskytnout tak uklidňující a sedativní účinky (Garcia-Oliveira et al. 2020).

Kvetoucí vrcholky tužebníku jilmového se sbírají nejlépe na počátku kvetení. Jeho květy se v podobě výluhů, odvarů, suchých nebo tekutých extraktů, tinktur nebo sirupů používají jako prekurzor aspirinu, protože obsahuje salicylovou kyselinu; k léčbě zánětu močového měchýře a revmatických bolestí. *F. ulmaria* má mnoho biologických aktivit, mezi nimiž vynikají

antioxidační, antimikrobiální a antiproliferační schopnosti. Další zajímavou vlastností, která je ním spojována, je hojivá funkce. Listy a květy *F. ulmaria* se také používaly k aromatizování polévek nebo vína a piva. Je užitečným zdrojem okrových barev a silic v kosmetice. S bioaktivním potenciálem většinou souvisí fenolické sloučeniny. (Garcia-Oliveira et al. 2020).

Výluhy nebo sušené květy a kořeny kuklíku městského disponují hemostatickými, adstringentními, anticholesterolemickými, antihypertenzními a sedativními účinky. Vědecké reference poukazují na to, že všechny části rostliny mají protizánětlivé účinky. Kromě toho lze tyto nálevy zevně aplikovat k omývání hemoroidů. Léčí infekce úst, krku a zažívacího traktu, ztrátu chuti k jídlu a průjem, lze aplikovat zevně na omývání hemoroidů, výtoky z pohlavních orgánů a kožní infekce. Je bohatý na fenolické sloučeniny, jako jsou kyselina gallová, kávová a chlorogenová, a také na eugenol, karotenoidy, flavonoidy, třísloviny a vikózový cukr, což je velmi vzácný disacharid, který lze izolovat z jeho kořenů. Další studie také zjistily, že v kořenech *G. urbanum* se nacházejí ellagitanniny a procyanidiny, a zkoumány byly také silice extrahované z nadzemních částí. (Garcia-Oliveira et al. 2020).

Kořeny z mochny nátržníku se díky svým adstringentním vlastnostem obvykle užívají perorálně jako výluh k léčbě průjmů a střevních kolik. Odvar ze stejné části rostliny lze lokálně použít při kožních infekcích a také při hemoroidech. *P. erecta* je také považována za hypotenzní, zlepšuje krevní oběh a působí proti močové inkontinenci, menoragii a artritickým bolestem. Je to zajímavá rostlina s různými potvrzenými bioaktivitami, jako jsou antioxidační, antimikrobiální, protizánětlivé a protiprůjmové vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou většinou spojeny s přítomností různých molekul, jako jsou flavonoidy, triterpenoidy a fenolické kyseliny, které se obvykle získávají z kořenů a oddenků této rostliny, přičemž nejhojněji jsou zastoupeny třísloviny, a to 15 až 25 % sušiny. Oddenek této rostliny je bohatý na proanthokyanidiny a hydrolyzovatelné třísloviny, především agrimoniin, dimerní ellagitannin. Tyto sloučeniny jsou považovány za prospěšné pro lidské zdraví díky svým antioxidačním vlastnostem a díky tomu, že proanthokyanidiny jsou schopny komplexovat makromolekuly a ionty kovů. Kromě toho bylo prokázáno, že hrají důležitou roli v protizánětlivém působení u několika onemocnění, pravděpodobně díky svým čistícím a antioxidačním účinkům (Garcia-Oliveira et al. 2020).

Z růže šípkové se používají různé části, které se doporučuje sbírat v různých ročních obdobích. Okvětní lístky by se měly sbírat před rozkvetem, šípky koncem léta nebo na podzim a listy během jara. Nejpoužívanější částí *Rosa canina* jsou šípky a lze je louhovat, odvařovat, extrahovat jako tekutinu, tinkturu nebo konzumovat jako sirup. Infekce dýchacích cest, jako je kašel, nachlazení nebo bolest v krku, se léčí nálevem ze šípků, které se mohou míchat s jinými rostlinami (*Origanum* spp., *Laurus nobilis*, *Ficus carica* a *Citrus limon*). Je známo, že šípky jsou zdrojem vitamínu C, takže se nálevy používají při léčbě chudokrevnosti a proti průjmu. Džemy ze šípků a okvětních lístků jsou ceněny pro vysoký obsah vitamínů. V gastronomii jsou okvětní lístky také ozdobou salátů. Listy se používají jako náhražka čaje, listy a sušené šípky se přidávají do nápojů, aby dodaly vůni, barvu a chuť. Růžová voda, která lze použít k výrobě očních kapek, se hojně uplatňuje v kosmetice pro dodání vůně nebo barvy a také pro své adstringentní vlastnosti. Uplatnit lze i nepřímé využití této rostliny, jedním z příkladů je med získávaný z okvětních lístků růží. (Garcia-Oliveira et al. 2020).

Rubus fruticosus L. je keř známý jako ostružiník křovitý s plody zvanými ostružiny. Ty jsou bohaté na široké spektrum rostlinných živin, včetně vitamínů, minerálů, antioxidantů

a vlákniny, které jsou klíčové pro lidské zdraví a vitalitu (Zia-Ul-Haq et al. 2014). Rostlinné produkty obsahují různé druhy fytochemických složek, jako jsou alkaloidy, flavonoidy, třísloviny, saponiny, glykosidy, terpenoidy, steroly a sacharidy. Obsahuje také kyselinu askorbovou, organické kyseliny, třísloviny a těkavé silice. Na základě těchto chemických složek je rostlina velmi užitečná proti průjmu a zklidňuje zanícené sliznice. Odvar z listů se používá jako tonikum a kloktadlo při zánětech dásní, bolestech v krku a vředech v ústech. Obklad z listů se přikládá na abscesy a kožní vředy. Ostružiny obsahují řadu fytochemických látek včetně polyfenolů, flavonoidů, antokyanů, kyseliny salicylové, kyseliny elagové a vlákniny. Ostružiny mají rozpustnou i nerozpustnou vlákninu (Verma et al. 2014).

Tyto látky působí jako ochrana proti rakovině, stárnutí, zánětům a neurologickým onemocněním. Odvar z listů se používá na kloktání nebo jako ústní voda a slouží také k léčbě aftů. Šťáva z plodů se používá k léčbě astmatu. Listy se využívají také při různých dýchacích potížích. Šťáva z ostružin se doporučuje při zánětu tlustého střeva, zatímco čaj z jejich kořenů se používá k úlevě při porodních bolestech. Obklad z listů se přikládá při kožních vředech. Plody a šťáva se doporučují při chudokrevnosti. Metanolvý extrakt z nadzemních částí se používá k hojení ran, jako antiseptický a dezinfekční prostředek a k léčbě kašle. Odvar z vrcholků větviček zklidňuje menstruaci a také se používá k léčbě průjmu. Jeho listy se žvýkají k posílení dásní a k léčení aftů. Listy se obalují, aby se zastavila plísňová infekce a abscesy na kůži. Kořenová kůra a listy jsou depurativní, silně stahující, tonizující, hojivé a močopudné. Používá se jako výborný lék proti průjmu, úplavici, zánětu močového měchýře a hemoroidům. (Zia-Ul-Haq et al. 2014).

Maliník obecný (*Rubus idaeus* L.) je druh široce známý pro své jedlé plody. Ačkoli jsou nejčastěji používány v potravinářství, jsou také oblíbeným protizánětlivým a antimikrobiálním prostředkem používaným v tradiční medicíně ve východních částech Evropy (Krauze-Baranowska et al. 2014). Maliny mají mezi bobulovitými plody zvláštní postavení díky svému ideálnímu nutričnímu profilu s nízkým obsahem kalorií, tuků a nasycených tuků, vysokým obsahem vlákniny, přítomností několika základních mikroživin a fytochemickým složením. Obsahují celou řadu polyfenolických antioxidačních látek, které hrají významnou roli při zmírňování škodlivých účinků oxidačního stresu na buňky a snižování rizika chronických onemocnění (Rao & Snyder 2010). Ačkoli nejčastější užívanou částí v lidovém léčitelství jsou plody, výhonky *R. idaeus* se používají také k léčbě běžného nachlazení, horečky a chřipkových infekcí. (Krauze-Baranowska et al. 2014).

3.4.2 Fenolické látky

Metabolické dráhy rostlin vedou k tisícům sekundárních metabolitů schopných účinně reagovat na stresové situace vyvolané biotickými a abiotickými faktory. Tyto dráhy, které jsou nedílnou součástí vývojerostlin, často vycházejí ze základních drah primárního metabolismu při počáteční duplikaci genů. To vede k duplikovaným genům vykazujícím nové funkce a optimalizované a diverzifikované role v nových drahách. Rostlinné fenolické látky nebo polyfenoly jsou sekundární přírodní metabolity vznikající biogeneticky buď šikimátovou/fenylpropanoidní cestou, která přímo vytváří fenylpropanoidy, nebo "polyketidovou" acetátovou/malonátovou cestou, která může produkovat jednoduché fenoly,

nebo oběma cestami, čímž vznikají monomerní a polymerní fenoly a polyfenoly. Ty v rostlinách plní velmi širokou škálu fyziologických funkcí (Lattanzio 2013).

Základním strukturním znakem fenolických sloučenin je aromatický kruh nesoucí jednu nebo více hydroxylových skupin. Podle počtu fenolových jednotek v molekule se rostlinné fenolické sloučeniny klasifikují jako jednoduché fenoly nebo polyfenoly. Rostlinné fenoly tedy zahrnují jednoduché fenoly, kumariny, ligniny, lignany, kondenzované a hydrolyzovatelné třísloviny, fenolické kyseliny a flavonoidy (Khoddami et al. 2013).

Vyšší rostliny syntetizují několik tisíc různých známých fenolických sloučenin. Schopnost syntetizovat tyto sloučeniny byla vyvinuta v různých liniích rostlin, což umožnilo rostlinám vyrovnat se s neustále se měnícími výzvami prostředí v průběhu evoluce. Rostlinné fenolické látky jsou považovány za klíčové obranné sloučeniny při environmentálních stresech, jako je silné osvětlení/záření, nízké teploty, infekce patogeny, napadení býložravci a nedostatek živin. Tyto faktory mohou vést ke zvýšené produkci volných radikálů a dalších oxidačních forem v rostlinách. Biotické i abiotické stresy stimulují toky uhlíku z primárních do sekundárních metabolických drah, čímž vyvolávají přesun dostupných zdrojů ve prospěch syntézy sekundárních metabolitů (Lattanzio 2013).

Rostlinné potraviny včetně ovoce, obilovin, luštěnin a zeleniny a nápoje včetně čaje, kávy, ovocných šťáv a kaka a jsou hlavními zdroji fenolických látek v lidské stravě. Ty mohou působit jako antioxidanty a zabráňují srdečním chorobám, zmírňují záněty, snižují výskyt rakoviny a cukrovky a omezují míru mutageneze v lidských buňkách. Ochrana, kterou poskytuje konzumace rostlinných produktů, jako je ovoce, zelenina a luštěniny, je většinou spojena s přítomností fenolických sloučenin (Khoddami et al. 2013).

Primární metabolismus je důležitým zdrojem prekurzorů pro syntézu sekundárních fenolických metabolitů. Mezi primární metabolity patří cukry, mastné kyseliny, aminokyseliny a nukleové kyseliny, a také chemické látky, které jsou považovány za všudypřítomné pro růst a vývoj všech rostlin. Sekundární metabolity jsou strukturně a chemicky mnohem rozmanitější a označují sloučeniny přítomné ve specializovaných buňkách, které nejsou přímo nezbytné pro základní fotosyntetický nebo respirační metabolismus, ale předpokládá se, že jsou nezbytné pro přežití rostlin v prostředí (Lattanzio 2013).

Nízkomolekulární fenolické látky se univerzálně vyskytují ve vyšších rostlinách; některé z nich jsou běžné u různých druhů rostlin a jiné jsou druhově specifické. Mezi jednoduché fenoly (C₆) patří například katechol a floroglucinol. Ačkoli většina složitějších rostlinných polyfenolů obsahuje tyto dva jednoduché fenoly jako součást své struktury, katechol a floroglucinol se v rostlinných tkáních vyskytují jen výjimečně. Katechol byl nalezen v listech druhu libavka (*Gaultheria*), zatímco floroglucinol byl nalezen jako glukosid ve slupce různých citrusových plodů. Arbutin se nachází v listech různých druhů rodu brusnice (*Vaccinium*), jako jsou borůvky, brusinky, brusinky; a také u hrušní (*Pyrus communis* L.) z čeledi *Rosaceae* (Lattanzio 2013).

3.4.3 Třísloviny

Další významnou skupinou fenolických sloučenin jsou třísloviny - fenolické látky buněčných stěn (Khoddami et al. 2013), které jsou až na některé vysokomolekulární struktury rozpustné ve vodě (20-35 °C) (Hassanpour et al. 2011).

Zatímco příbuzné fenolické sloučeniny, jako jsou jednoduché fenoly, neolignany a flavonoidy, jsou charakterizovány a klasifikovány podle své chemické struktury, třísloviny jsou různorodou skupinou sloučenin, které jsou příbuzné především svou schopností komplexovat s bílkovinami. Třísloviny jsou tedy obvykle definovány jako polyfenolické látky rozpustné ve vodě a mají schopnost vázat se na bílkoviny, které tvoří nerozpustné nebo rozpustné komplexy. V důsledku toho jsou třísloviny schopny vytvářet komplexy s polysacharidy (celulózou, hemicelulózou a pektinem) a nukleovými kyselinami, steroidy, alkaloidy a saponiny (Hassanpour et al. 2011).

Nacházejí se v pleivech v listech, kůře, plodech, dřevě a kořenech rostlin. V rostlinných buňkách se třísloviny nacházejí ve vakuole, což je považováno za způsob, jak zabránit inhibici buněčného metabolismu. Takovýto postup vykazuje vysoké energetickými náklady, zejména když rostliny věnují tolik uhlíku na produkci tříslovin. Důvodem může být domněnka, že sekundární metabolismus slouží k udržení primárního metabolismu za okolností, které nejsou příznivé pro růst. V posledních letech mnoho výzkumníků prokázalo, že třísloviny mají pozitivní účinky na přežvýkavce tím, že působí antimikrobiálně a anthelminticky (Hassanpour et al. 2011).

Dvěma hlavními skupinami fenolických látek buněčné stěny jsou ligniny a různé hydroxykyselinové kyseliny. Tyto sloučeniny hrají v tvorbě buněčné stěny klíčovou roli během růstu rostlin tím, že chrání před stresem, jako jsou infekce, poranění a UV záření (Khoddami et al. 2013). Jsou úzce spojeny s obrannými mechanismy rostlin proti savcům, býložravcům, ptákům a hmyzu (Hassanpour et al. 2011). Třísloviny lze rozdělit do dvou skupin, na hydrolyzovatelné třísloviny a kondenzované třísloviny, a mají velký potenciál vytvářet oxidační vazby na jiné rostlinné molekuly (Khoddami et al. 2013)

3.4.4 Flavonoidy

Jedny z nejběžnějších fenolických látek jsou flavonoidy (Khoddami et al. 2013), kterých bylo identifikováno více než 8 000. Nacházejí se v mnoha rostlinných pletivech, kde jsou přítomny uvnitř buněk nebo na povrchu různých rostlinných orgánů (Lattanzio 2013). Flavonoidy jsou nejhojněji zastoupenými fenolickými sloučeninami v ovoci a zelenině, tvoří téměř dvě třetiny fenolických sloučenin ve stravě a jako skupina jsou nejvíce bioaktivní (De La Rosa et al. 2019). Jsou široce rozšířené v rostlinných pletivech a často jsou spolu s karotenoidy a chlorofyly zodpovědné za jejich modré, fialové, žluté, oranžové a červené barvy. Do skupiny flavonoidů patří flavony, flavonoly, isoflavonoly, antokyany, antokyanidiny, proanthokyanidiny a katechiny (Khoddami et al. 2013), podle rozdílu v pyranovém kruhu (De La Rosa et al. 2019). Chemická struktura této třídy sloučenin je založena na skeletu C6-C3-C6 (Lattanzio 2013). Všechny flavonoidy jsou odvozeny od aromatických aminokyselin fenyalaninu a tyrosinu, a mají tříkruhovou strukturu (Khoddami et al. 2013). Obsahují fenyl benzopyranový skelet: dva fenylové kruhy spojené heterocyklickým pyranovým kruhem (De La Rosa et al. 2019). Rozdíly ve struktuře flavonoidů vznikají v důsledku rozsahu a způsobu hydroxylace, prenylace, alkylace a glykosylačních reakcí, které obměňují základní molekulu (Khoddami et al. 2013).

Nejzákladnější strukturou flavonoidů jsou flavony. Obsahují keto skupinu v C₄, dvojnou vazbu mezi C₂ a C₃ a na C₂ je připojen aromatický kruh. Mezi nejhojněji zastoupené flavony

v ovoci a zelenině patří apigenin, luteolin a jejich glykosidy, v nichž je sacharid (mono- nebo disacharid) spojen s flavonoidní částí (De La Rosa et al. 2019).

Flavony jsou hojně zastoupeny v bylinách a koření, jako je celer, petržel, tymián a další; jsou přítomny také v některých druzích ovoce, zejména v melounu, a v zelenině, zejména ve sladkých a pálivých paprikách, čínském zelí a artyčoku (De La Rosa et al. 2019). V listech meruněk byly identifikovány různé flavonoidy, např. kvercetin a jeho glykosidy (Zeb et al. 2017) nebo rutin (Uğur et al. 2018).

3.4.5 Fenolické kyseliny

Fenolické kyseliny (C_6-C_1) (Lattanzio 2013) jsou jednou z dalších hlavních tříd fenolických látek v rostlinné říši a vyskytují se ve formě esterů, glykosidů nebo amidů, ale zřídka ve volné formě (Khoddami et al. 2013). Obvykle jsou přítomny ve vázané rozpustné formě konjugované s cukry nebo organickými kyselinami a zpravidla jsou složkami komplexních struktur, jako jsou ligniny a hydrolyzovatelné třísloviny. Volné i vázané fenolické kyseliny se vyskytují například v obilovinách (Lattanzio 2013).

Rozdíly u fenolických kyselin jsou v počtu a umístění hydroxylových skupin na aromatickém kruhu. Fenolické kyseliny mají dvě základní struktury: hydroxyskořicovou a hydroxybenzoovou kyselinu. Mezi deriváty kyseliny hydroxyskořicové patří kyselina ferulová, *p*-kumarová, kávová a sinapová, zatímco deriváty kyseliny hydroxybenzoové tvoří kyselina gallová, vanilová, syringová a protokatechová (Khoddami et al. 2013).

V meruňkových listech byly identifikovány například chlorogenová a neochlorogenová kyselina, 4-O-kafeoylchinová kyselina a hydroxyferuloylglukóza (Zeb et al. 2017).

4 Metodika

Listy meruňky obecné odrůd 'Harogem', 'Candela' a 'Bergeron' byly získány v osmi různých termínech od května do září 2022 ze stromů pěstovaných v sadu Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského v Holovousích podle fenologických fází peckovin (Hájková 2012). Vlastní analýza byla provedena v laboratoři Katedry botaniky a fyziologie rostlin, kdy z listů byly připraveny ethanolové extrakty, které byly použity pro jednotlivá stanovení. Pomocí kolorimetrických metod byl hodnocen celkový obsah fenolů, flavonoidů, fenolických kyselin a celková antioxidační aktivita. Měření byla prováděna na UV/Vis spektrofotometru, kdy množství metabolitů bylo určeno na základě připravených kalibračních křivek.

4.1 Charakteristika stanoviště a klimatické podmínky

V pokusu byly sledovány parametry u stromů pěstovaných v lokalitě Holovousy nacházející se v 360 m n. m. Dlouhodobá průměrná roční teplota pro tuto lokalitu je 8,3 °C s průměrným ročním úhrnem srážek 665 mm. Pěstitelské podmínky zde odpovídají řepařskému výrobnímu typu. Lokalita patří dle agroklimatické rajonizace do mírně teplé makrooblasti a mírně vlhké podoblasti.

Vlastní experimentální sad je lokalizován v mírném svahu. Půda patří do skupiny půdních typů hnědozem, je hluboká a bezskeletovitá. Výsadba zkoumaných meruňek byla založena bez krycího systému a bez doplňkové závlahy v roce 2008 a použité odrůdy třešní byly naočkované na podnoži St. Julien A. Pěstebním tvarem bylo volné větveno a meruňky byly vysázeny ve sponu 5 × 1,5 m. Stromy byly ošetřovány vhodnými postupy v rámci konvenční produkce a pravidel SISPO. V meziřadí byl trvalý trávnatý porost, u kterého bylo prováděno pravidelné sečení či mulčování. Příkmený pás byl udržovaný herbicidy.

Základní hnojení se provádělo jedenkrát za rok hnojivem obsahující ledek amonný s vápencem v dávce 1,1 q/ha. Doplňkové hnojení bylo provedeno postřikem na list hnojivem DAM 390 dvakrát v dávce 3 l/ha a třikrát v dávce 4,7 l/ha. V období dozrávání plodů byl aplikován 2 STOPIT s dávkou 10 l/ha. Řez meruňek se uskutečnil na jaře před kvetením stromů a získaná biomasa byla mulčována v meziřadí.

Nejvyšší úhrn srážek (Příloha 6) byl v roce 2022 naměřen na konci června, kdy dosahovaly v průměru 6,1 mm. Minimálních hodnot dosahovaly na začátku května a v půlce července (pod 0,5 mm). Od půlky července se úhrny srážek zvyšovaly jen minimálně, v půlce srpna dosáhly 2 mm a opět klesaly. Zároveň byly od konce července do půlky srpna naměřeny nejvyšší teploty (Příloha 7), kolem 22–22,5 °C, které poté postupně klesaly. Teploty byly během sledovaného období poměrně stabilní, z 15 °C s lehkým propadem na konci května a na začátku července stoupaly do maxima, a poté zase klesaly na 15°C. Koncem srpna a v září se také zvyšovala vlhkost (Příloha 8). Ta byla během sledovaného období velmi proměnlivá, od května do půlky srpna kolísala mezi 50 a 70 %, na konci srpna a v půlce září dosáhla skoro 80 %. Doba slunečního svitu (Příloha 9) také značně kolísala, nejvyšších hodnot dosáhla v půlce května a začátkem srpna, kdy se poté začala snižovat (chmi.cz).

4.2 Popis odrůd

'Bergeron' je starší pozdní odrůdou meruňky pocházející z Francie, přičemž původní rodiče nejsou známi. Její vzrůst je středně silný, později se stává slabším, a vytváří vznosné kulovité koruny. Co se plodnosti týče, je pravidelná a vysoká. Plody dozrávají o 5–10 dnů později než u standardních odrůd, typicky na konci července a začátkem srpna. Pokud jde o kvalitu plodů, jsou střední a mají kulovitě oválný tvar. Slupka je plstnatá a pevná, základní barva plodu je oranžová, avšak na osluněné straně je často pokryta červeným rozmytým líčkem. Dužnina je oranžová, tuhá, šťavnatá a navinule sladká až nasládlá, s výraznou aromatickou chutí. Jádru pecky je sladké. Tato odrůda se využívá především v konzervářském průmyslu, ale díky své chuti a atraktivnímu vzhledu se hodí i jako stolní ovoce (fytos.cz).

'Candela' je středně ranou odrůdou s ranou dobou kvetení. Má slabou vzrůstnost a vzpřímený habitus. Středně velké plody mají hladký povrch, z čelního pohledu jsou souměrně kruhové, z bočního zploštělé se středně tuhou dužinou středně oranžové barvy. Slupka je také středně oranžová s oranžovočerveným líčkem střední velikosti. Pecka je slabě přilnavá k dužině, z bočního pohledu kruhovitá, se silně hořkým jádrem (ÚKZÚZ 2020).

'Harogem' je pozdní a samosprašnou odrůdou. Původně byla vyšlechtěna v Kanadě jako kříženec odrůd 'Rouge du Roussillon' a 'NJA2'. Plody této odrůdy jsou středně velké, vejčitého tvaru s hrbolatým povrchem. Dužnina je tmavě oranžová, s tuhou až velmi tuhou a středně hrubou konzistencí, málo až středně šťavnatá a navinule sladká. Velmi dobře se odděluje od pecky. Tato odrůda má brzkou, velkou až velmi velkou a pravidelnou plodnost. Plody dozrávají 10 dní po odrůdě 'Velkopavlovická', tedy na přelomu července a srpna. Mezi její klady patří vysoká odolnost proti mrazíkům a atraktivní zbarvení plodů, avšak chuť plodů je průměrná (Jukka.cz).

4.3 Příprava extraktů

Dle metodiky Du & Bramlage (1992) bylo 0,5 g listů rozdrceno v tekutém dusíku na jemný prášek, který byl následně extrahován v 80% ethanolu po dobu pěti minut. Výsledná suspenze byla separována přes filtrační papír (0,45 mikrometru) a získaný extrakt byl využit pro jednotlivá stanovení.

4.4 Stanovení antioxidační aktivity

Postup pro stanovení celkové antioxidační aktivity (total antioxidant activity; TAA) byl upraven podle metody popsané Prieto et al. (1999). 10 mikrolitrů ethanolového extraktu s 90 mikrolitry ultračisté vody bylo smícháno s 1 ml činidla (0,6 mol/l H₂SO₄, 28 mmol/l Na₃PO₄ a 4 mmol/l (NH₄)₆Mo₇O₂₄). Po protřepání byla směs zahřívána na 95°C po dobu 90 minut ve vodní lázni. Při chladnutí získal roztok v případě přítomnosti redukcujících látek modrou barvu (Příloha 2). Absorbance vzorků byla odečtena při 695 nm na UV/Vis spektrofotometru (Evolution 201; Thermo Scientific) proti slepému vzorku obsahující stejný objem 80% ethanolu jako vzorek. TAA byla vypočítána jako ekvivalent kyseliny askorbové (AAE) v mg/g čerstvé váhy (fresh weight; FW) použité pro přípravu kalibrační křivky.

4.5 Stanovení fenolických sloučenin

Celkový obsah fenolických látek (total phenolic content; TPC) byl analyzován pomocí metody upravené podle Singleton & Rossi (1965). 25 mikrolitrů extraktu s 925 mikrolitry ultračisté vody bylo smícháno s Folinovým-Ciocalteauovým činidlem zředěným desetkrát a po pětiminutové inkubaci bylo přidáno 800 mikrolitrů 7% uhličitanu sodného. Směs získala tmavě modrou barvu (Příloha 3) a absorbance byla měřena, po inkubaci vzorků 90 minut ve tmě, při 765 nm pomocí spektrofotometru proti slepému vzorku a TPC byl stanoven jako ekvivalent kyseliny gallové (GAE) v mg/g FW.

4.6 Stanovení flavonoidů

Obsah celkových flavonoidů (total flavonoid content; TFC) byl měřen podle metody popsané Tsanova-Savova et al. (2018). Aliquot ethanolického extraktu byl smíchán se 120 mikrolitrů 5% NaNO₂, po pětiminutové inkubaci bylo přidáno 120 mikrolitrů 10% AlCl₃, a nakonec bylo přidáno 800 mikrolitrů 1M NaOH. Výsledná směs měla růžovou barvu (Příloha 4) a byla změřena proti slepému roztoku při 415 nm; TFC byl vypočítán jako ekvivalent kvercetinu (QE) v mg/g FW.

4.7 Stanovení fenolických kyselin

Celkový obsah fenolických kyselin (PAC) byl stanoven pomocí upraveného testu dle Českého lékopisu 2017. 20 mikrolitrů ethanolového extraktu bylo smícháno s 200 mikrolitry 0,5M HCl, 200 mikrolitry NaNO₂, 200 mikrolitry molybdenanu sodného a 400 mikrolitry 1M NaOH. Směs získala naoranžovělou barvu (Příloha 5). Vzorky byly měřeny proti vzorku blanku při 490 nm a PAC byl vyjádřen jako ekvivalent kyseliny kávové (CAE mg/g).

4.8 Vyhodnocení naměřených hodnot

Průměr a směrodatné odchylky byly vyhodnoceny v osmi odběrech u každé odrůdy minimálně z pěti opakování. Výsledky a grafy byly vypracovány v programu MS Excel.

5 Výsledky

Následující kapitola se zaměřuje na popis výsledků jednotlivých metod, které byly u odrůd *P. armeniaca* 'Bergeron', 'Candela' a 'Harogem' využity pro získání přehledu o změnách koncentrace různých skupin látek v průběhu osmi termínů (13.5., 27.5., 13.6., 30.6., 15.7., 22.7., 10.8. a 16.9.). Ty byly provedeny v roce 2022 v sadu VŠUO Holovousy. Více odběrů BBCH85 bylo provedeno z důvodu opožděnějšího vývoje u odrůdy 'Bergeron' v této fenofázi.

Tabulka 1. Fáze jednotlivých odběrů

Datum odběru	Fáze	Popis fáze
13.5.2022	BBCH65	Plný květ, nejméně 50 % květů otevřeno, opad prvních korunních lístků
27.5.2022	BBCH71	Růst semeníku, opad plodů po odkvětu
13.6.2022	BBCH75	Plod dosahuje asi 50% (polovinu) konečné velikosti
30.6.2022	BBCH85a	Pokročilé zbarvování
15.7.2022	BBCH85b	Pokročilé zbarvování
22.7.2022	BBCH85c	Pokročilé zbarvování
10.8.2022	BBCH85d	Pokročilé zbarvování
16.9.2022	BBCH92	Listy se počínají zbarvovat

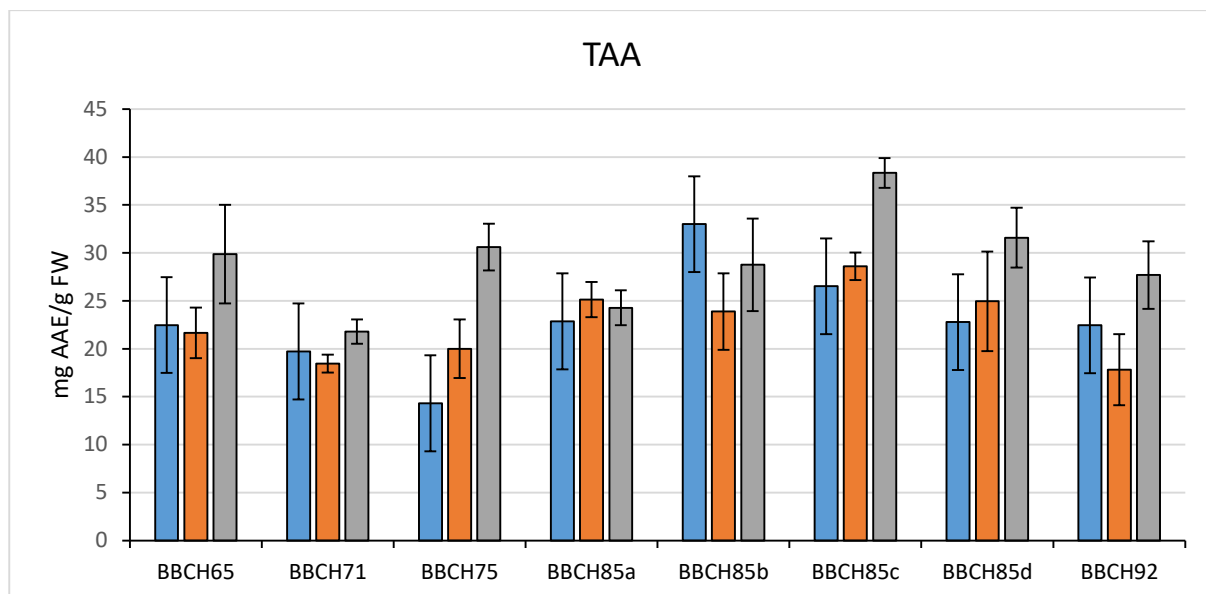
Zdroj: AgroBio (online)

5.1 Stanovení antioxidační aktivity

Jak ukázala analýza celkové antioxidační aktivity (TAA, Graf 1), vyjádřená v ekvivalentu kyseliny askorbové, tak zde byly vidět znatelné rozdíly v hodnotách mezi jednotlivými odrůdami. U sledovaných odběrů je vidět, že hodnoty TAA byly poměrně proměnlivé jak mezi odrůdami samotnými, tak i mezi odběry jako takovými. Všechny odrůdy vykazovaly nejvyšší antioxidační aktivitu od konce června (4. odběr) a v červenci (5. a 6. odběr). V srpnu (7. odběr) pak začala aktivita pomalu klesat. V extraktu z listů odrůdy 'Harogem' byla vysoká antioxidační aktivita naměřena i v půlce května (30 mg/g) a v půlce června (30,5 mg/g). Tato odrůda také dosahovala nejvyšších hodnot tohoto parametru u téměř všech měření, maximum (40,18 mg/g) bylo pozorováno u šestého odběru (22.7.2022).

U odrůd 'Bergeron' a 'Candela' se v průběhu sledovaných fází TAA nejdříve snižovala, ale od 4. odběru postupně narůstala, kdy v 5. odběru nastalo maximum u 'Bergeronu' (33 mg/g) a v šestém u 'Candely' (28,6 mg/g) dosáhly maxima a následně jen klesaly. U odrůdy 'Harogem' byl průběh podobný, pouze ve čtvrtém odběru lze pozorovat výchylku, kdy se obsah látek zvýšil.

Nejnižší hodnota TAA byla naměřena v listech odrůdy 'Bergeron' v období třetího odběru (14,3 mg/g) a celkově se ve většině pozorování příliš nelišila od 'Candely', která měla nejméně proměnlivé hodnoty mezi jednotlivými měřeními. 'Candela' měla nejnižší průměrnou antioxidační aktivitu v BBCH92 (18,45 mg/g).



Graf 1. Vývoj antioxidační aktivity (TAA) mezi jednotlivými odběry u sledovaných odrůd: Bergeron (modrá), Candela (oranžová), Harogem (šedá). Počet opakování = 5 ± SD.

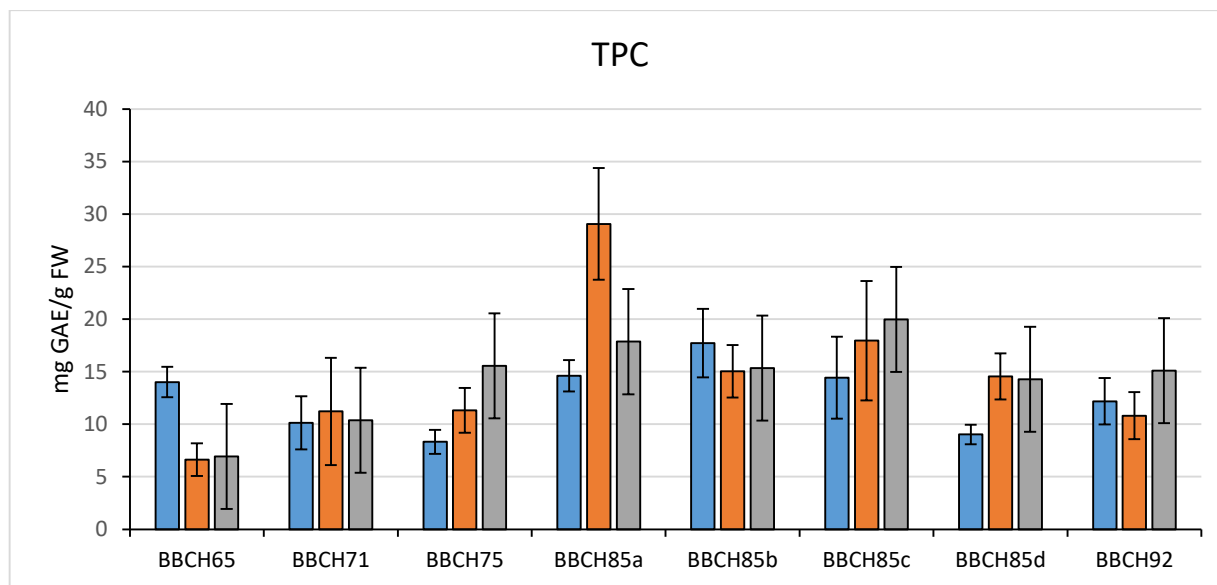
5.2 Stanovení fenolických sloučenin

V rámci stanovení celkového obsahu fenolických látek nebyly až tak znatelné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami, ani významné skoky mezi jednotlivými měřeními. Jedinou výjimku představuje 'Candela', u které byly pozorovány nejvyšší hodnoty TPC ze všech provedených (29,96 mg/g) u čtvrtého odběru.

Odrůda 'Bergeron' se od zbylých dvou odrůd lišila tím, jak se měnil průběh stanovovaného obsahu fenolických látek. U odrůdy 'Candela' se TPC postupně zvyšoval až po výše posaný čtvrtý odběr, následně se pak až do posledního odběru již příliš neměnil. U odrůdy 'Bergeron' hodnoty TPC, s výjimkou posledních dvou odběrů, poměrně korelovaly s TAA (Graf 1). Po počátečním poklesu až do třetího odběru dosáhly minima, vzrůstal TPC 'Bergeronu' až do pátého odběru.

Hodnoty u odrůdy 'Harogem', stejně jako u 'Candely', stoupaly z počátečního minima, avšak maxima dosáhly nejpozději ze všech sledovaných variant, v šestém odběru. To by opět odpovídalo i výsledkům TAA. Následně pak hodnoty u 'Hargemu' opět klesaly.

Nejvyšší obsah fenolických sloučenin tak byl u všech tří odrůd naměřen v průběhu června a července, v srpnu a září hodnoty poklesly. U odrůdy 'Bergeron' byly vyšší hodnoty naměřeny i v půlce května na začátku měření.

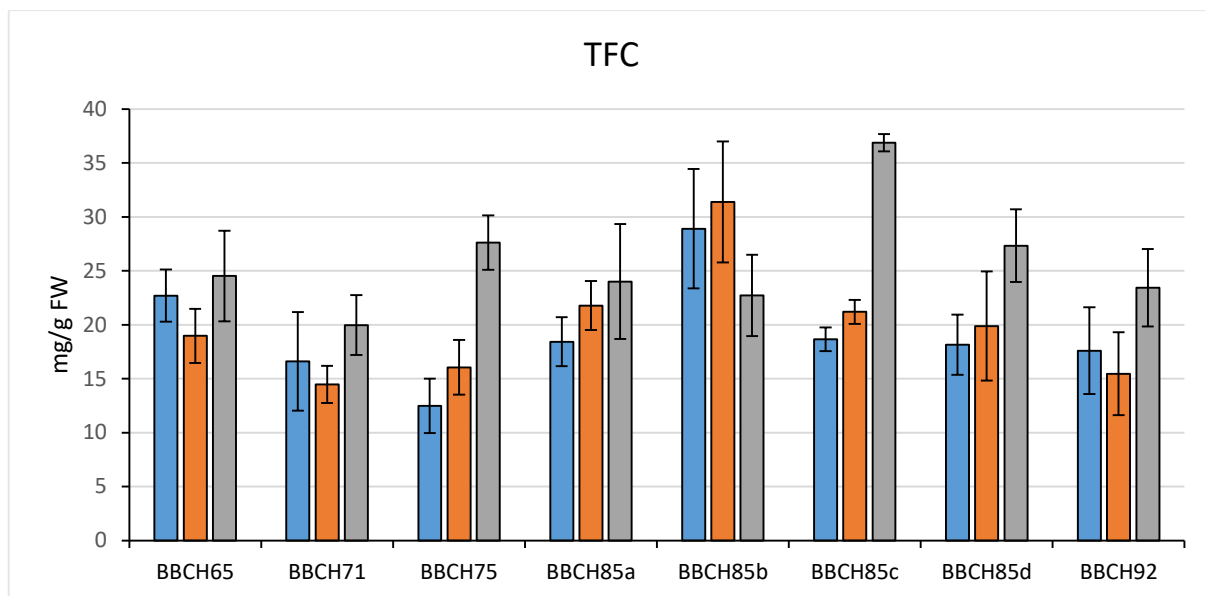


Graf 2. Vývoj obsahu fenolických sloučenin (TPC) mezi jednotlivými odběry: Bergeron (modrá), Candela (oranžová), Harogem (šedá). Počet opakování = 5 ± SD.

5.3 Stanovení flavonoidů

Z grafu 3 je možné vidět, že odrůda 'Harogem' se liší i z hlediska obsahu flavonoidů (TFC) při srovnání se zbylými genotypy. Podobně jako TAA, tak se u odrůd 'Bergeron' a 'Candela' během prvních sledovaných odběrů koncentrace flavonoidů v jejich listech nejprve snižovala. U odrůdy 'Bergeron' dosáhl TFC minima ve třetím odběru (12,5 mg/g), poté se začal zvyšovat a po dosažení maxima (28,9 mg/g) podobně jako v případě TPC i TAA, začal opět obsah flavonoidů klesat. U odrůdy 'Candela' dosáhl minima v druhém odběru.

Rovněž si lze všimnout, že i obsah flavonoidů u odrůdy 'Harogem' s TAA (Graf 1) má poměrně stejný trend, včetně minima (19,97 mg/g) a maxima (36,89 mg/g) v rámci stejných odběrů. V tomto měření byly nejvyšší hodnoty u odrůd 'Bergeron' a 'Candela' získány v půlce července. U odrůdy 'Harogem' byly červencové hodnoty naopak jedny z nejnižších. Zde nebyly až tak znatelné rozdíly mezi odrůdami 'Bergeron' a 'Candela', avšak odrůda 'Harogem' se od nich poměrně odlišovala. U všech odrůd byly znatelné rozdíly mezi jednotlivými odběry.

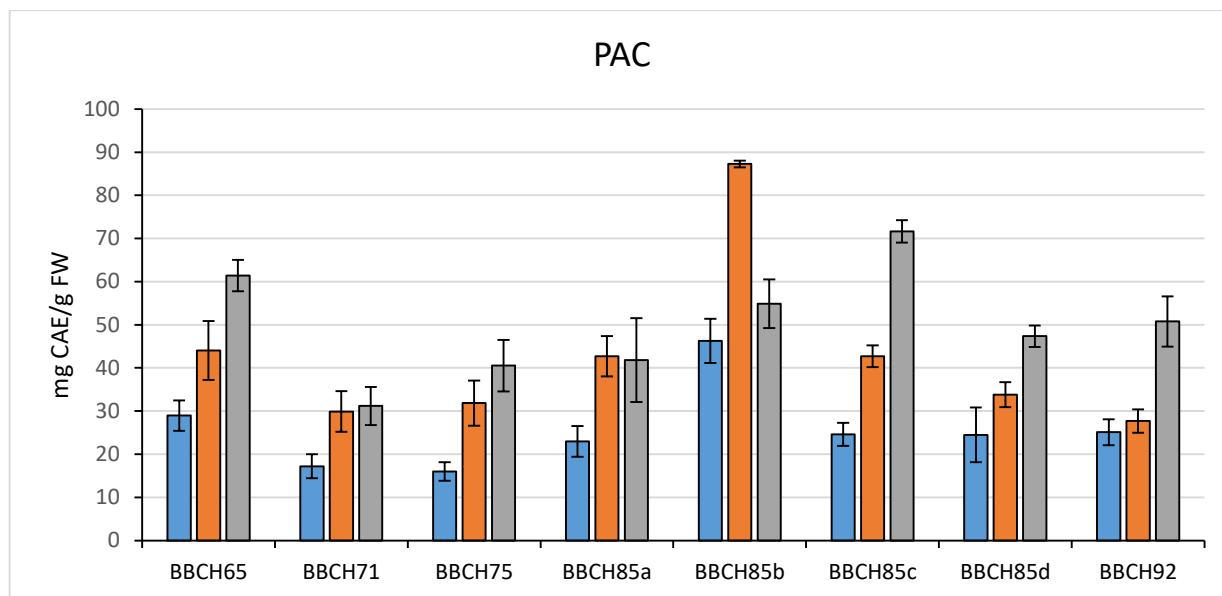


Graf 3. Vývoj obsahu flavonoidů (TFC) mezi jednotlivými odběry: Bergeron (modrá), Candela (oranžová), Harogem (šedá). Počet opakování = 5 ± SD.

5.4 Stanovení fenolických kyselin

U všech tří odrůd je stejný trend, kdy obsah fenolických kyselin nejdříve klesá, poté začne stoupat do maxima a opět klesne, avšak mezi všemi odrůdami byl znatelný rozdíl v obsahu fenolických kyselin v jednotlivých měřeních. Odrůda 'Bergeron' měla u všech měření nejnižší hodnoty a maxima dosáhla v pátém odběru. Nejvyšší ze všech naměřených hodnot byla u odrůdy 'Candela' v pátém odběru, kdy dosáhla téměř 90 mg/g, poté obsah prudce klesl na polovinu a dále pozvolna klesal. Odrůda 'Harogem' měla na počátku vysoké hodnoty, ty se poté skokově snížily a pozvolně stoupaly do maxima, které bylo naměřeno u šestého odběru.

Nejvyšší hodnoty fenolických kyselin byly u všech tří odrůd naměřeny v půlce května a u odrůd 'Bergeron' a 'Candela' v půlce července, u odrůdy 'Harogem' v půlce srpna. Nejnižší hodnoty byly u všech tří odrůd získány od konce května do konce června a poté od srpna do září, u odrůdy 'Bergeron' již na konci července.



Graf 4. Vývoj obsahu fenolických kyselin (PAC) mezi jednotlivými odběry: Bergeron (modrá), Candela (oranžová), Harogem (šedá). Počet opakování = 5 ± SD.

6 Diskuze

Listy meruněk hrají významnou roli při vývoji plodů. Je však málo informací o změnách polyfenolického profilu a antioxidačního potenciálu meruňkových listů během zrání plodů za specifických podmínek (Zeb et al. 2017).

Odrůda 'Bergeron' prokázala konzistentní trend ve všech provedených analýzách. U odrůdy 'Candela' byl pozorován podobný trend ve vývoji antioxidační aktivity, obsahu flavonoidů i fenolických kyselin, kdy hodnoty nejprve klesaly (BBCH71), následně stoupaly (BBCH85b), a poté opět klesaly (BBCH92). Rozdílný průběh byl pouze u obsahu celkových fenolů, kde docházelo k postupnému vzestupu, dosažení maxima (BBCH85a), a následnému poklesu (Graf 2). Naopak u odrůdy 'Harogem' byl zaznamenán odlišný průběh v každé provedené analýze.

Všechny odrůdy vykazovaly vyšší antioxidační aktivitu (Graf 1) v průběhu července, avšak od srpna začala tato aktivita pozvolna klesat. Výjimkou byla odrůda 'Harogem', u které byla ve srovnání s ostatními odrůdami vysoká antioxidační aktivita pozorována již od poloviny května a v polovině června.

Nejvyšší množství TPC (Graf 2) byly u všech tří odrůd zaznamenány během června a července, nicméně v srpnu a září tyto hodnoty klesly. Odrůda 'Bergeron' vykazovala vyšší hodnoty již v polovině května.

Z hlediska TFC (Graf 3), nejvyšší hodnoty byly dosaženy u odrůd 'Bergeron' a 'Candela' v polovině července (BBCH85a), poté začaly klesat. Naopak u odrůdy 'Harogem' byly hodnoty v červenci nižší, a nejvyšší hodnoty byly naměřeny v srpnu (BBCH85c), kdy byly vysoké teploty, ale úhrn srážek byl nízký a pomalu se začala snižovat doba slunečního svitu.

Rozdíly v akumulaci flavonoidů mohou být závislé na biosyntetické dráze, kterou je dráha kyseliny šikimové. Na této dráze se nejprve vytvářejí fenolické sloučeniny, následované fenolickými kyselinami, hydroxyskořicovými kyselinami, a poté flavonoidy. Na základě toho byla vyslovena hypotéza (Idris et al. 2018), že nižší koncentrace flavonoidů při vyšší intenzitě světla je způsobena produkcí jiných fenolických sloučenin než flavonoidů. Oproti tomu větší množství flavonoidů při nižší intenzitě světla je způsobena jejich vyšší produkcí než v případě jiných fenolických sloučenin. Proto vyšší množství fenolických sloučenin může inhibovat biosyntézu flavonoidů tím, že potlačuje aktivitu enzymu fenylalaninamoniaklyázy (PAL). Nicméně i zvýšení intenzity světla vede ke zvýšení obsahu flavonoidů v léčivých rostlinách, vzhledem k tomu, že světlo ovlivňuje aktivitu PAL, který reguluje biosyntézu flavonoidů (Idris et al. 2018).

Vyšší hodnoty fenolických kyselin (Graf 4) byly u všech tří odrůd zaznamenány v polovině května (BBCH65), u odrůd 'Bergeron' a 'Candela' také v polovině července (BBCH 85b), a u odrůdy 'Harogem' až v polovině srpna (BBCH85c). Nejnižší hodnoty byly pozorovány u všech tří odrůd od konce května do konce června a poté od srpna do září, s výjimkou odrůdy 'Bergeron', kde byly již na konci července.

Zeb et al. (2017) zkoumali obsahové látky v listech meruňky ve stádiu dozrávání. Jelikož listy dozrávají od vyrašení do plné velikosti před vývojem plodů, byly vzorky odebírány po dobu dvou měsíců v intervalu patnácti dnů. Teplota při jednotlivých odběrech postupně narůstala a podobně se prodlužovala i celková doba slunečního svitu během sledovaného období. Celkem bylo identifikováno deset fenolických sloučenin, kdy byly sledovány i změny

jejich obsahu během zrání listů meruňky. Chlorogenová kyselina dosahovala nejnižších hodnot po 15 dnech vývoje (15,67 mg/g) a výrazně se zvýšila na 48,76 a 49,6 mg/g. kvercetin-3-glukosid byl druhý nejvýznamnější metabolit, ale jeho množství se neměnilo po 15 a 30 dnech zrání, významně však kleslo v následujícím odběru. Neochlorogenová kyselina se zvyšovala v prvních třech odběrech, ale po 60 dnech došlo k poklesu na úroveň 30. dne. Množství 4-O-kafeoylchinové kyseliny a hydroxyferuloylglukózy významně klesalo se zráním.

Z toho je patrné, že se zvyšováním teploty a doby slunečního svitu se zvyšoval i obsah chlorogenové a neochlorogenové kyseliny, avšak množství kvercetin-3-glukosidu, 4-O-kafeoylchinové kyseliny a hydroxyferuloylglukózy klesalo. Toto koresponduje i s našimi výsledky, kdy v době nejvyšších teplot dosahovaly hodnoty fenolických kyselin i flavonoidů maxima (Graf 3, Graf 4).

Uğur et al. (2018) zkoumal změny obsahových látek od dubna do listopadu v odrůdách 'Hacihaliloglu', 'Hasanbey', 'Kabaasi', 'Ismailaga' a 'Cekirge', kdy změny těchto metabolitů souvisely se stádiem meruňkových listů. V počátečním stádiu rostlin jsou tyto sloučeniny považovány za látky regulující růst a vývoj rostlin, proto jejich vysoký obsah naznačoval jejich důležité funkce v růstových obdobích. Tyto sloučeniny, zejména kyselina chlorogenová a rutin, dosahovaly nejvyšších hodnot v dubnu, respektive listopadu, což dobře koresponduje s fázemi růstu meruňek. Na podzim se změnila teplotní a světelná podmínka, kdy nastává žloutnutí listů a přítomné antokyany v se před opadem listů rozkládají nebo přecházejí do zásobních orgánů, jako je kůra nebo semena. To se projevilo nízkým obsahem některých polyfenolů v listech na podzim.

Popsané procesy korespondují i s našimi výsledky, kdy byl pozorován podobný trend u PAC i TFC, kdy ve fázi zbarvování plodů (BBCH85) vzrostly hodnoty u všech tří odrůd, zejména v případě PAC u 'Candely' a 'Harogem' (Graf 4), a poté u počátku zbarvování listů hodnoty opět klesaly.

Zvýšení obsahu kyseliny chlorogenové v listech meruňek může být způsobeno tepelným stresem, který se během zrání zvýšil. Tato kyselina je hlavní fenolickou sloučeninou v syrových meruňkách. Jedním z důvodů, proč rostliny vytvářejí polyfenolické látky je, aby se chránily před některými stresy. Fenolické sloučeniny přispívají k odolnosti rostlin vůči fyzikálnímu a mechanickému stresu, který je způsoben poraněním, k němuž dochází při sklizni nebo v důsledku bodnutí hmyzem, a biologickému stresu v důsledku napadení houbami, bakteriemi a viry (Uğur et al. 2018).

Změny polyfenolických sloučenin v listech během zrání mohou také souviset s vývojem plodů, a proto by se měly brát v úvahu při pěstování meruňek. Změny v těchto sloučeninách mohou být způsobeny odrůdou, klimatem, půdou a podmínkami prostředí. Lze, že obsah fenolických látek v listech meruňek byl diferencován podle odrůd (zde 'Hacihaliloglu', 'Hasanbey', 'Kabaasi', 'Ismailaga' a 'Cekirge') a ročních období (Uğur et al. 2018). Tyto faktory se rovněž mohly projevit i odrůd 'Bergeron', a 'Harogem'.

Dle studie Kim et al. (2015) se obsah celkových fenolických sloučenin u listů meruňek postupně zvyšoval od května, maxima dosáhl v červenci, poté klesal a minima dosáhl v říjnu. Podobně i antioxidační kapacita se od května zvyšovala až do června a července, poté prudce klesala a v říjnu dosáhla minima. Ve práci těchto autorů bylo tedy popsáno, že s postupným stárnutím listů se celkový obsah fenolické sloučeniny a antioxidační aktivita u meruňek

v různých růstových fázích výrazně mění. Podobný vývoj byl s prvotním nárůstem a pozvolným poklesem byl zaznamenán i u listů meruněk pěstovaných v Holovousích (Graf 2).

Jak uvádí Kim et al. (2015), s postupujícím stárnutím listů se také významně snížila enzymová aktivita, zatímco koncentrace volných radikálů se zvýšila. To následně vedlo ke nárůstu intracelulárního oxidačního stresu. Časové změny TPC a antioxidační aktivity vykazovaly podobný trend, s nárůstem na počátku růstu a poklesem od srpna do října. Dle těchto výsledků tedy lze odvodit korelaci mezi antioxidační aktivitou a fenolickými sloučeninami (Kim et al. 2015).

Podobný výsledek byl popsán i u listů broskvoně obecné (*Prunus persica* (L.) Batsch), kde se dle uvedených korelací na antioxidačním potenciálu podílejí především fenolické molekuly (Mokrani et al. 2019), což lze pozorovat i u sledovaných odrůd ('Bergeron', 'Candela' a 'Harogem', Graf 1, Graf 2)

Na základě zjištěných environmentálních podmínek (Kapitola 4.1; Příloha 6, Příloha 7, Příloha 8, Příloha 9), v Holovousích, bylo pozorováno, že nejvyšší hodnoty fenolických sloučenin i antioxidační aktivity byly naměřeny v období vyšších teplot a sucha. Podobně reagovaly i fenolické látky v listech slivoně švestky (*Prunus domestica* L.) na zvýšenou teplotu, kdy se koncentrace fenolů se stoupající teplotou zvýšila (Viljevac Vuletić et al. 2022). Koncem srpna a v září se také zvyšovala vlhkost (Příloha 8) a snižovala doba slunečního svitu (Příloha 9), což může být důvodem poklesu obsahových látek.

Meruňky dozrávají obvykle koncem července až v polovině srpna (Erdogan-Orhan & Kartal 2011), to může být důvodem, proč byly v této době naměřeny jedny z nejvyšších hodnot antioxidační aktivity (Graf 1) a fenolických sloučenin (Graf 2), a nižší hodnoty flavonoidů (Graf 3) a fenolických kyselin (Graf 4) u odrůd 'Bergeron' a 'Candela'. (u odrůdy 'Harogem' jedny z nejvyšších hodnot).

Dle výsledků roční sumarizace sklizně ovoce, prováděnou Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) byla díky příznivému počasí v druhé polovině roku 2022 vyšší sklizeň u peckovin. Sklizeň meruněk šla označit za relativně dobrou, přestože dlouhodobě chladné počasí v dubnu negativně ovlivnilo některé odrůdy a lokality. Například pěstitelská oblast Velkých Bílovic byla během sklizně postižena silným krupobitím, což vedlo k znehodnocení části produkce. Ovšem i přes sucha v letních měsících bylo v druhé polovině roku 2022 příznivé počasí.

Z hlediska sběru listů pro léčivé použití se typicky sbírají před rozkvetem rostliny. Pro listy se sbírá například bříza bělokorá (květen–červenec), z růžovitých potom hloh obecný (květen–červen), jahodník obecný (květen–srpen), maliník obecný (květen–září) a ostružiník křovitý (červen–říjen) (výkupbylin.eu). Rašení listových pupenů meruňky obecné v průměru nastává od 26. března do 12. dubna a růst listů v průměru mezi 14. a 27. dubnem, což bývá 7 až 11 dní po rozkvetu. Meruňka obecná je jeden z nejdříve kvetoucích ovocných stromů, a je obzvláště citlivá na jarní mrazy. Dozrávání meruněk je velmi proměnlivé, probíhá průměrně mezi 8. a 27. červencem v závislosti na odrůdě, povětšinou 99 dní od začátku kvetení resp. 88 dní po odkvetu. Listí opadáva v často mezi 27. říjnem a 10. listopadem (Hájková et al. 2011).

Jelikož listy lze pozorovat ve fenologických fázích od stádia kdy začínají opadávat korunní lístky až do prvního zbarvení listů, můžou být změny v antioxidační aktivitě a fenolickém profilu způsobeny i přirozeným stárnutím. Například v době, kdy byly naměřeny

nejvyšší hodnoty obsahových látek, docházelo ke zrání plodů. Naopak v době poklesu už se listy zbarvovaly a připravovaly na opadávání.

Soni et al. (2015) popsal, že při sběru částí rostlin by se neměly brát v úvahu žádné obecné zásady. Účinnost léčivých rostlin závisí na chemických složkách, které jsou v nich přítomny. Rozdíly v množství mohou vést ke ztrátě aktivity, což může vést k tomu, že výzkumník získá falešnou/špatnou představu o účinnosti rostlin se silnou tradiční hodnotou léčiva. Rostliny, zejména vytrvalé byliny, by měly být nejprve vyhodnoceny z hlediska optimální sezóny sběru s ohledem na jejich složky s komerčním a/nebo farmaceutickým významem.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo pomocí kolorimetrických metod stanovit celkový obsah vybraných skupin sekundárních metabolitů v extraktech připravených z listů tří odrůd *Prunus armeniaca*, odebíraných v různých fázích jejich růstu.

V rámci této práce jsme testovali nulovou hypotézu, že u hodnocených odrůd není rozdíl v obsahu stanovovaných látek, a alternativní hypotézu, že minimálně jedna odrůda se bude lišit během růstu obsahem alespoň jedné skupiny sekundárních metabolitů nebo antioxidační aktivitou v listech.

Získané výsledky potvrdily alternativní hypotézu, kdy z hlediska celkového obsahu flavonoidů, fenolických kyselin a celkové antioxidační aktivity byly vyšší hodnoty provedených analýz naměřeny u odrůdy 'Harogem'. Výsledky u odrůd 'Candela' a 'Bergeron' si byly více podobné, nicméně u některých stanovení byl pozorován zvýšený nárůst určité skupiny látek, jako v případě celkového obsahu flavonoidů u odrůdy 'Candela' ve čtvrtém odběru.

Kromě toho se celkový obsah vybraných skupin sekundárních metabolitů a antioxidační aktivita lišily také mezi jednotlivými fenofázemi, a tento rozdíl naznačuje jak genetickou variabilitu, tak dynamiku tvorby metabolitů během růstu rostlin.

Význam pozorovaných zjištění spočívá v potřebě pochopení metabolických procesů probíhajících v meruňkových listech, jejich vlivu na celkovou odolnost rostlin vůči stresovým podmínkám a na kvalitu plodů. Z hlediska potencionálního využití meruňkových listů pro jejich obsahové látky je pak nutné zvážit různé faktory, které mohou mít vliv na obsahové látky a jejich účinek.

8 Literatura

Akhone MA, Bains A, Tosif MM, Chawla P, Fogarasi M, Fogarasi S. 2022. Apricot Kernel: Bioactivity, Characterization, Applications, and Health Attributes. *Foods* **11**:2184. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Al-Soufi MH et al. 2022. A Review with Updated Perspectives on Nutritional and Therapeutic Benefits of Apricot and the Industrial Application of Its Underutilized Parts. *Molecules* **27**:5016. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Arceusz A, Radecka I, Wesolowski M. 2010. Identification of diversity in elements content in medicinal plants belonging to different plant families. *Food Chemistry* **120**:52–58.

Bonesi M, Tenuta MC, Loizzo MR, Sicari V, Tundis R. 2019. Potential Application of *Prunus armeniaca* L. and *P. domestica* L. Leaf Essential Oils as Antioxidant and of Cholinesterases Inhibitors. *Antioxidants* **8**:2. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

chmi.cz. (online). Portál ČHMÚ: Historická data: Počasí: Denní data: Denní data dle z. 123/1998 Sb. Available from <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb#> (accessed April 28, 2024).

Codex Alimentarius Commission (1989). Food additives. Joint FAO/WHO food standards programme. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. Available from <https://iris.who.int/handle/10665/39252> (accessed April 5, 2024).

Colombo ML. 2010. An Update on Vitamin E, Tocopherol and Tocotrienol—Perspectives. *Molecules* **15**:2103–2113. Molecular Diversity Preservation International.

Coşkun AL, Türkyılmaz M, Aksu ÖT, Koç BE, Yemiş O, Özkan M. 2013. Effects of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. *Food Chemistry* **141**:3670–3680.

Ministerstvo zdravotnictví. 2017. Český lékopis 2017. Grada Publishing a.s.

Cressey P, Reeve J. 2019. Metabolism of cyanogenic glycosides: A review. *Food and Chemical Toxicology* **125**:225–232.

De La Rosa LA, Moreno-Escamilla JO, Rodrigo-García J, Alvarez-Parrilla E. 2019. Phenolic Compounds. Pages 253–271 *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128132784000129> (accessed April 13, 2024).

Delucchi G. 2011. Sinopsis de las especies de Rosaceae adventicias: subfamilia Prunoideae. *Bonplandia*, 73-94.

Drogoudi PD, Vemmos S, Pantelidis G, Petri E, Tzoutzoukou C, Karayiannis I. 2008. Physical Characters and Antioxidant, Sugar, and Mineral Nutrient Contents in Fruit from 29 Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars and Hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**:10754–10760. American Chemical Society.

Du Z, Bramlage WJ. 1992. Modified thiobarbituric acid assay for measuring lipid oxidation in sugar-rich plant tissue extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **40**:1566–1570. American Chemical Society.

Erdogan-Orhan I, Kartal M. 2011. Insights into research on phytochemistry and biological activities of *Prunus armeniaca* L. (apricot). *Food Research International* **44**:1238–1243.

Fatima T, Bashir O, Gani G, Bhat T, Jan N. 2018. Nutritional and health benefits of apricots. *International Journal of Unani and Integrative Medicine* **2**.

FoodData Central. (online). Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171697/nutrients> (accessed April 9, 2024).

Frank HA, Cogdell, Richard J. 1996. Carotenoids in Photosynthesis. *Photochemistry and photobiology* **63**:257–264.

fytos.cz (online). Bergeron. Available from <https://www.fytos.cz/ovocne-stromky/merunky/bergeron/> (accessed April 28, 2024).

Garcia-Oliveira P, Fraga-Corral M, Pereira AG, Lourenço-Lopes C, Jimenez-Lopez C, Prieto MA, Simal-Gandara J. 2020. Scientific basis for the industrialization of traditionally used plants of the *Rosaceae* family. *Food Chemistry* **330**:127197.

Grogan PM, Katz JS. 2009. Toxic Neuropathies. Pages 174–187 *Clinical Neurotoxicology*. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323052603500204> (accessed March 27, 2024).

Hájková L, editor. 2012. Atlas fenologických poměrů Česka: Atlas of the phenological conditions in Czechia 1. vyd. Český hydrometeorologický ústav, Praha Olomouc.

Hájková L, Richterová D, Kohut M. 2011. ČASOVÁ VARIABILITA NÁSTUPU FENOFÁZÍ OVOCNÝCH DŘEVIN SLEDOVANÝCH VE FENOLOGICKÉ SÍTI ČHMÚ ZA OBDOBÍ 1991-2010.

Halver JE. 2003. 2 - The Vitamins. Pages 61–141 in Halver JE, Hardy RW, editors. *Fish Nutrition (Third Edition)*. Academic Press, San Diego. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123196521500033> (accessed April 9, 2024).

Hardy MF, Pennington RJT. 1979. Separation of cathepsin B1 and related enzymes from rat skeletal muscle. *BBA - Protein Structure* **577**:253–266.

Hassanpour S, MaheriSis N, Eshratkhah, B. 2011. Plants and secondary metabolites (Tannins): A Review 47-53.

He X-Y, Wu L-J, Wang W-X, Xie P-J, Chen Y-H, Wang F. 2020. Amygdalin - A pharmacological and toxicological review. *Journal of Ethnopharmacology* **254**:112717.

Idris A, Linatoc A, Abu Bakar MF, Takai Z. 2018. Effect of Light Quality and Quantity on the Accumulation of Flavonoid in Plant Species. *Journal of Science and Technology* **10**:32–45.

Jaiswal AK. 2020. *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*. Elsevier.

Kalkman C. 2004. Rosaceae. Pages 343–386 in Kubitzki K, editor. *Flowering Plants · Dicotyledons: Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales*. Springer, Berlin, Heidelberg. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-662-07257-8_39 (accessed April 11, 2024).

Kaplan Z. 2019. Klíč ke květeně České republiky. Druhé vydání. ACADEMIA, Praha.

Karatas N. 2022. Evaluation of Nutritional Content in Wild Apricot Fruits for Sustainable Apricot Production. *Sustainability* **14**:1063. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Khoddami A, Wilkes MA, Roberts TH. 2013. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. *Molecules* **18**:2328–2375. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Kim W, Seo M-S, Jo J-A. 2015. Seasonal Changes of Total Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Leaves of Organic Apricot, Filbert, Mulberry, Persimmon and Pomegranate Trees. *Korean Journal of Organic Agriculture* **23**:999–1010.

Kitic D, Miladinovic B, Randjelovic M, Szopa A, Sharifi-Rad J, Calina D, Seidel V. 2022. Anticancer Potential and Other Pharmacological Properties of *Prunus armeniaca* L.: An Updated Overview. *Plants* **11**:1885.

Koury MJ, Ponka P. 2004. New insights into erythropoiesis: the roles of folate, vitamin B12, and iron. *Annual Review of Nutrition* **24**:105–131.

Krampitz LO. 1969. Catalytic Functions of Thiamin Diphosphate. *Annual Review of Biochemistry* **38**:213–240. *Annual Reviews*.

Krauze-Baranowska M, Głód D, Kula M, Majdan M, Hałasa R, Matkowski A, Kozłowska W, Kawiak A. 2014. Chemical composition and biological activity of *Rubus idaeus* shoots – a traditional herbal remedy of Eastern Europe. *BMC Complementary and Alternative Medicine* **14**:480.

Lattanzio V. 2013. Phenolic Compounds: Introduction. Pages 1543–1580 *Natural Products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes*.

Leśniewicz A, Jaworska K, Żyrnicki W. 2006. Macro- and micro-nutrients and their bioavailability in polish herbal medicaments. *Food Chemistry* **99**:670–679.

Lim TK. 2012. *Prunus armeniaca*. Pages 442–450 *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*. Springer Netherlands, Dordrecht. Available from https://link.springer.com/10.1007/978-94-007-4053-2_51 (accessed December 6, 2023).

Meruňka HAROGEM | Jukka.cz. (online). Available from <https://www.jukka.cz/merunka-harogem.htm> (accessed April 28, 2024).

Ministerstvo zemědělství. 2023. Situační a výhledová zpráva: Ovoce 2023. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/publikace/situacni-vyhledove-zpravy/roslinne-komodity/ovoce/situacni-a-vyhledova-zprava-ovoce-2023> (accessed April 5, 2024).

Mokrani A, Cluzet S, Madani K, Pakina E, Gadzhikurbanov A, Mesnil M, Monvoisin A, Richard T. 2019. HPLC-DAD-MS/MS profiling of phenolics from different varieties of peach leaves and evaluation of their antioxidant activity: A comparative study. *International Journal of Mass Spectrometry* **445**:116192.

Montjar M, Axelrod AE, Trakatellis AC. 1965. EFFECT OF PYRIDOXINE DEFICIENCY UPON POLYSOMES AND MESSENGER RNA OF RAT TISSUES. *The Journal of nutrition* **85**:45–51.

Moustafa K, Cross J. 2019. Production, pomological and nutraceutical properties of apricot. *Journal of Food Science and Technology* **56**:12–23.

Patisaul HB, Jefferson W. 2010. The pros and cons of phytoestrogens. *Frontiers in Neuroendocrinology* **31**:400–419.

Poyraz S, Gul M. 2022. THE DEVELOPMENT OF APRICOT PRODUCTION AND FOREIGN TRADE IN THE WORLD AND IN TURKEY. *Scientific Papers Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development”*, Volume 22, Issue 2/2022 **22**:601–616.

Prieto P, Pineda M, Aguilar M. 1999. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry* **269**:337–341.

Raj V, Mishra A, Mishra A, Khan N. 2016. Hepatoprotective effect of *Prunus armeniaca* L. (Apricot) leaf extracts on Paracetamol induced liver damage in Wistar rats. *Pharmacognosy Journal* **8**:154–158.

Rao AV, Rao LG. 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacological Research* **55**:207–216.

Rao AV, Snyder DM. 2010. Raspberries and Human Health: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**:3871–3883. American Chemical Society.

Roussos PA, Denaxa N-K, Tsafouros A, Efstathios N, Intidhar B. 2016. Apricot (*Prunus armeniaca* L.). Pages 19–48 *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124081178000027> (accessed March 7, 2024).

Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* **16**:144–158. *American Journal of Enology and Viticulture*.

Soni U, Brar S, Gauttam V. 2015. Effect of seasonal variation on secondary metabolites of medicinal plants. *Int J Pharm Sci Res* **6**:3654–3662.

Tsanova-Savova S, Ribarova F, Petkov V. 2018. Quercetin content and ratios to total flavonols and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Bulgarian Chemical Communications* **50**:69–73.

Uğur Y, erdoğan S, Yılmaz I, Basgel S. 2018. Variation of Composition of Phenolic Compounds in the Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Leaves by Seasons **8**:33–39.

ÚKZÚZ. 2020. Přehled odrůd ovoce. (online) Available from https://eagri.cz/public/portal/-q459787---e11G3z_T/prehled-odrud-ovoce-2020

ÚKZÚZ. 2022. Sklizeň ovoce v roce 2022. (online). Available from <https://eagri.cz/public/portal/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/sklizen-ovoce-v-roce-2022> (accessed December 6, 2023).

Verma R, Gangrade T, Punasiya R, Ghulaxe C. 2014. *Rubus fruticosus* (blackberry) use as an herbal medicine. *Pharmacognosy Reviews* **8**:101–104.

Vetter J. 2000. Plant cyanogenic glycosides. *Toxicon* **38**:11–36.

Viljevac Vuletić M, Mihaljević I, Tomaš V, Horvat D, Zdunić Z, Vuković D. 2022. Physiological Response to Short-Term Heat Stress in the Leaves of Traditional and Modern Plum (*Prunus domestica* L.) Cultivars. *Horticulturae* **8**:72. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

výkupbylin.eu. (online). Available from <https://www.vykupbylin.eu/index.php/atlas-bylin> (accessed April 25, 2024).

World Health Organization. 1991. Guidelines for the assessment of herbal medicines (No. WHO/TRM/91.4. Unpublished). World Health Organization.

Wojdyło A, Nowicka P. 2021. Profile of Phenolic Compounds of *Prunus armeniaca* L. Leaf Extract Determined by LC-ESI-QTOF-MS/MS and Their Antioxidant, Anti-Diabetic, Anti-Cholinesterase, and Anti-Inflammatory Potency. *Antioxidants* **10**:1869. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Zeb A, Khadim N, Ali W. 2017. Changes in the Polyphenolic Profile, Carotenoids and Antioxidant Potential of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Leaves during Maturation. *Agriculture* **7**:9. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Zeisel SH, Caudill MA. 2010. Choline. *Advances in Nutrition* **1**:46–48. Elsevier.

Zeisel SH, da Costa K-A. 2009. Choline: an essential nutrient for public health. *Nutrition Reviews* **67**:615–623.

Zia-Ul-Haq M, Riaz M, De Feo V, Jaafar HZE, Moga M. 2014. Rubus Fruticosus L.: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses. *Molecules* **19**:10998–11029. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

9 Přehled tabulek, obrázků, grafů

Tabulky:

Tabulka 1. Fáze jednotlivých odběrů

Obrázky:

Obrázek 1. *Prunus armeniaca*. A – Celkový vzhled. B – Okraj listu. C – Květ. D – Okvětní lístek. E – Bezlistý květ.

Grafy:

Graf 1. Vývoj antioxidační aktivity (TAA)

Graf 2. Vývoj obsahu fenolických sloučenin (TPC)

Graf 3. Vývoj obsahu flavonoidů (TFC)

Graf 4. Vývoj obsahu fenolických kyselin (PAC)

Samostatné přílohy

Příloha 1. Obsah látek ve 100 gramech čerstvých meruněk

Název	Množství	Jednotka	Min	Max
Voda	86,40	g		
Energie	48,00	kcal		
Energie	201,00	kJ		
Bílkoviny	1,40	g		
Lipidy (tuky) celkem	0,39	g		
Popeloviny	0,75	g		
Sacharidy	11,10	g		
Vláknina, celkem	2,00	g	1,50	2,50
Cukry celkem	9,24	g		
Sacharóza	5,87	g	4,40	7,30
Glukóza	2,37	g	1,10	3,60
Fruktóza	0,94	g	0,30	1,63
Maltóza	0,06	g		
Vápník, Ca	13,00	mg	9,00	28,00
Železo, Fe	0,39	mg	0,16	0,62
Hořčík, Mg	10,00	mg	9,00	14,00
Fosfor, P	23,00	mg	13,00	28,00
Draslík, K	259,00	mg	214,00	322,00
Sodík, Na	1,00	mg		
Zinek, Zn	0,20	mg	0,13	0,32
Měď, Cu	0,078	mg	0,046	0,172
Mangan, Mn	0,077	mg	0,057	0,104
Selen, Se	0,10	µg	0,00	1,50
Vitamin C celkem	10,00	mg		
Thiamin	0,03	mg		
Riboflavin	0,04	mg		
Niacin	0,60	mg		
Kyselina pantotenová	0,02	mg		
Vitamin B-6	0,054	mg		
Foláty, celkem	9,00	µg		
Foláty, potravinářské	9,00	µg		
Foláty, DFE	9,00	µg		
Cholin, celkem	2,80	mg		
Vitamin A, RAE	96,00	µg		
Karoten, beta	1090,00	µg	615,00	1770,00
Karoten, alfa	19,00	µg	0,00	37,00
Kryptoxantin, beta	104,00	µg	22,00	231,00
Vitamin A, IU	1930,00	IU		
Lutein + zeaxantin	89,00	µg	46,00	132,00
Vitamin E (alfa-tokoferol)	0,89	mg		
Vitamin K (fylochinon)	3,30	µg		
Nasycené mastné kyseliny celkem nasycené	0,027	g		
SFA 16:0	0,024	g		
SFA 18:0	0,003	g		

Název	Množství	Jednotka	Min	Max
Mononenasyčené mastné kyseliny celkem	0,17	g		
MUFA 18:1	0,17	g		
Polynenasycené mastné kyseliny celkem	0,077	g		
PUFA 18:2	0,077	g		
Tryptofan	0,015	g		
Treonin	0,047	g		
Izoleucin	0,041	g		
Leucin	0,077	g		
Lysin	0,097	g		
Metionin	0,006	g		
Cystin	0,003	g		
Fenylalanin	0,052	g		
Tyrosin	0,029	g		
Valin	0,047	g		
Arginin	0,045	g		
Histidin	0,027	g		
Alanin	0,068	g		
Kyselina asparagová	0,314	g		
kyselina glutamová	0,157	g		
Glycin	0,040	g		
Prolin	0,101	g		
Serin	0,083	g		

Zdroj: FoodData Central (2019)

Příloha 2. – Stanovení antioxidační aktivity



Příloha 3. – Stanovení fenolických sloučenin



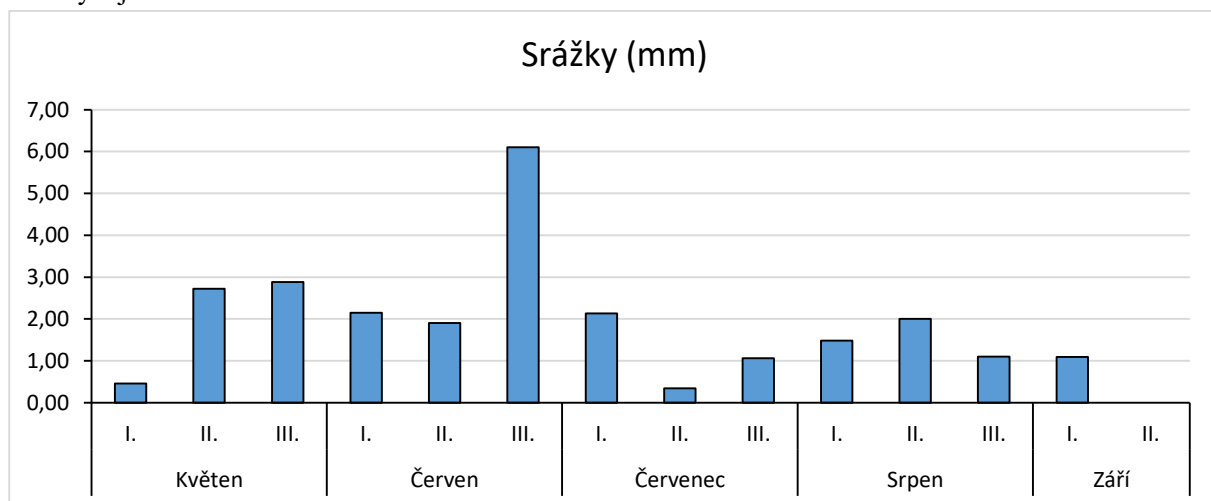
Příloha 4. – Stanovení flavonoidů



Příloha 5. – Stanovení fenolických kyselin

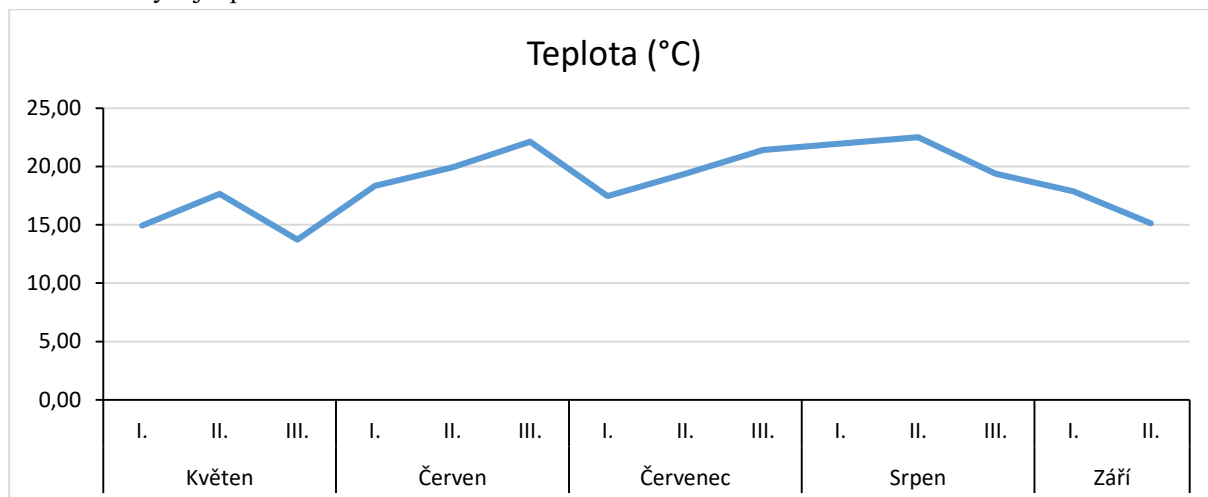


Příloha 6. Vývoj srážek v Holovousích od května do září 2022



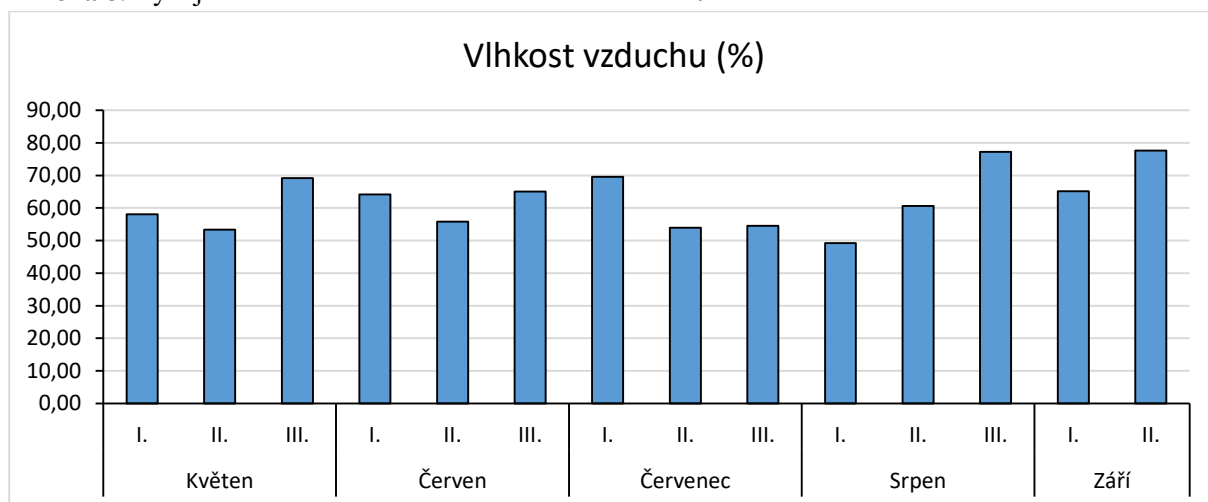
Zdroj: chmi.cz (online)

Příloha 7. Vývoj teplot v Holovousích od května do září 2022



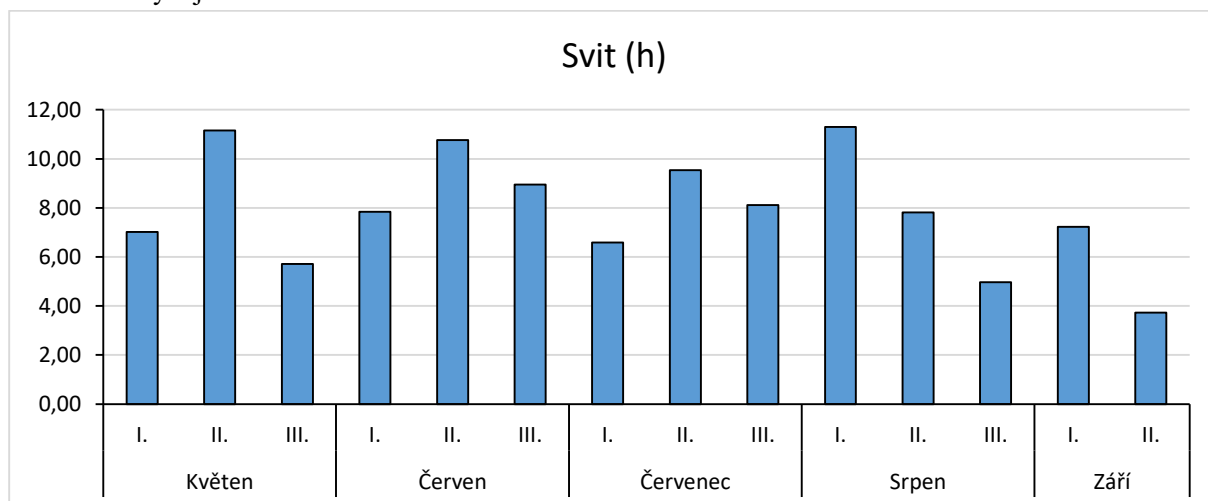
Zdroj: chmi.cz (online)

Příloha 8. Vývoj vlhkosti v Holovousích od května do září 2022



Zdroj: chmi.cz (online)

Příloha 9. Vývoj slunečního svitu v Holovousích od května do září 2022



Zdroj: chmi.cz (online)