



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Diplomová práce

Bioaktivní látky ve vybraných bylinných
a ovocných čajích

Vypracovala: Bc. Barbora Bartošová

Vedoucí práce: Ing. Štěpánka Chmelová, Ph.D.

České Budějovice 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 17. 4. 2023

.....

(Barbora Bartošová)

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na stanovení celkového obsahu fenolických látek, antokyanů a vitamínu C u běžně dostupných ovocných a bylinných čajů z komerčních zdrojů. Celkový obsah fenolických látek v čaji se liší v závislosti na druhu čaje, způsobu zpracování, přípravy a podmínek louhování. Nicméně všechny druhy čajů jsou zdrojem těchto látek, které působí antioxidačně a chrání tělo před poškozenými volnými radikály. Kromě fenolických látek čaje obsahují také další sloučeniny, které mohou mít vliv na lidské zdraví.

V první fázi výzkumu proběhlo stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin pomocí spektrofotometru za využití Folin-Ciocalteuovo činidla na základě redukčních vlastností polyfenolů. Množství celkových polyfenolů bylo vždy zjišťováno z výluhů jednotlivých čajů po 5 min louhování a po 30 minutách louhování jednotlivých čajů. Nejvyšší koncentrace fenolických látek u ovocných čajů byla zaznamenána u čaje s příchutí borůvky a u bylinných čajů to bylo u čajů z šípků a mateřídoušky.

Dalším krokem byla detekce vitamínu C u jednotlivých druhů čajů, následně došlo ke stanovení celkových antokyanů, které bylo provedeno rovněž spektrofotometrickou metodou. Vitamin C byl prokazatelně nejvíce zastoupen u čaje šípkového, a to až 40krát ve větším množství než v ibiškovém čaji. Nejvyšší množství vitamínu C v rámci ovocných čajů bylo změřeno u čaje s příchutí citronu. U některých čajů nebyl vitamin C vůbec detekován. Celková koncentrace antokyanových barviv v obsahu jednotlivých čajů byla nejvyšší u čaje ibiškového. Některé bylinné čaje neprokázaly přítomnost antokyanových barviv.

Klíčová slova: bioaktivní látky, fenolické látky, vitamin C, antokyany, ovocný čaj, bylinný čaj, antioxidanty

Abstract

The thesis is focused on the determination of total phenolic compounds, anthocyanins and vitamin C content of commonly available fruit and herbal teas from commercial sources. The total phenolic content of tea varies depending on the type of tea, processing, preparation and steeping conditions. However, all types of tea are sources of these substances, which have antioxidant properties and protect the body from free radical damage. In addition to phenolic compounds, teas also contain other compounds that can affect human health.

In the first phase of the research, the total phenolic compounds were determined by spectrophotometer using Folin-Ciocalteu reagent based on the reducing properties of polyphenols. The amount of total polyphenols was always determined from the leachates of each tea after 5 min of steeping and after 30 min of steeping of each tea. The highest concentration of phenolic compounds in fruit teas was recorded in blueberry flavoured tea and in herbal teas it was in rosehip and milk thistle teas.

The next step was the detection of vitamin C in the different types of teas, followed by the determination of total anthocyanins, which was also performed by spectrophotometric method. Vitamin C was shown to be most abundant in rosehip tea, up to 40 times more abundant than in hibiscus tea. The highest amount of vitamin C in fruit teas was measured in lemon-flavoured tea. In some teas, vitamin C was not detected at all. The total concentration of anthocyanin dyes in the contents of each tea was highest in hibiscus tea. Some herbal teas did not show the presence of anthocyanin dyes.

Keywords: bioactive substances, phenolic substances, vitamin C, anthocyanins, fruit tea, herbal tea, antioxidants

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Štěpánce Chmelové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, ke které mi poskytla mnoho cenných rad a především svého času. Dále bych ráda poděkovala doc. Ing. Evě Dadákové, CSc. za odbornou pomoc v laboratoři a také doc. RNDr. Tomáši Ditrichovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním výsledků.

Obsah

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 1 |
| 2 | Literární přehled | 3 |
| 2.1 | Základní informace o čaji..... | 3 |
| 2.1.1 | Historie čajů..... | 3 |
| 2.1.2 | Čajovník čínský | 5 |
| 2.1.2.1 | Sběr čajových lístků | 5 |
| 2.1.3 | Druhy čajů..... | 6 |
| 2.1.3.1 | Druhy čaje dle legislativy | 6 |
| 2.1.3.2 | Druhy čajů podle úrovně fermentace | 7 |
| 2.1.3.3 | Druhy čaje dle velikosti listu..... | 7 |
| 2.1.4 | Příprava čajových nálevů..... | 8 |
| 2.1.4.1 | Macerát | 8 |
| 2.1.4.2 | Nálev..... | 8 |
| 2.1.4.3 | Odvar | 9 |
| 2.2 | Bylinné a ovocné čaje | 9 |
| 2.2.1 | Charakteristika vybraných bylinných čajů | 10 |
| 2.2.1.1 | Heřmánek pravý (<i>Matricaria chamomilla L.</i>)..... | 10 |
| 2.2.1.2 | Šalvěj lékařská (<i>Salvia officinalis L.</i>)..... | 11 |
| 2.2.1.3 | Máta peprná (<i>Mentha piperita L.</i>) | 12 |
| 2.2.1.4 | Meduňka lékařská (<i>Melissa officinalis L.</i>) | 13 |
| 2.2.1.5 | Mateřídouška obecná (<i>Thymus serpyllum L.</i>)..... | 14 |
| 2.2.1.6 | Růže šípková (<i>Rosa canina L.</i>)..... | 16 |
| 2.2.1.7 | Kontryhel obecný (<i>Alchemilla vulgaris L.</i>)..... | 17 |
| 2.2.1.8 | Kopřiva dvoudomá (<i>Urtica dioica L.</i>)..... | 18 |
| 2.2.1.9 | Lípa srdčitá (<i>Tilia cordata</i>) | 20 |
| 2.2.1.10 | Ibišek súdánský (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>) | 21 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.2.2 | Charakteristika vybraných ovocných čajů | 23 |
| 2.2.2.1 | Třešeň ptačí (<i>Cerasus Mill.</i>) | 23 |
| 2.2.2.2 | Pomerančovník čínský (<i>Citrus sinensis</i>) | 24 |
| 2.2.2.3 | Citronovník (<i>Citrus limon L.</i>) | 25 |
| 2.2.2.4 | Ostružiník maliník (<i>Rubus idaeus L.</i>) | 27 |
| 2.2.2.5 | Jahodník velkoplodý (<i>Fragaria ananassa</i>) | 28 |
| 2.2.2.6 | Kdouloň (<i>Cydonia oblonga Mill.</i>) | 30 |
| 2.2.2.7 | Temnoplodec černoplodý (<i>Aronia melanocarpa E.</i>) | 31 |
| 2.2.2.8 | Brusnice brusinka (<i>Vaccinium vitis-idaea L.</i>) | 33 |
| 2.2.2.9 | Brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus L.</i>) | 34 |
| 2.2.2.10 | Černý rybíz (<i>Ribes nigrum L.</i>) | 35 |
| 2.3 | Bioaktivní fenolické látky | 37 |
| 2.3.1 | Flavonoidy | 39 |
| 2.3.1.1 | Flavonoly | 41 |
| 2.3.1.2 | Flavanoly | 44 |
| 2.3.1.3 | Flavanony | 46 |
| 2.3.1.4 | Flavony | 46 |
| 2.3.2 | Fenolové kyseliny | 47 |
| 2.3.3 | Tanniny | 48 |
| 2.3.3.1 | Hydrolyzovatelné tanniny | 48 |
| 2.3.3.2 | Kondenzované tanniny | 49 |
| 2.3.4 | Lignany | 49 |
| 2.3.5 | Stilbeny | 50 |
| 2.3.6 | Antokyany | 51 |
| 2.3.7 | Vitamin C | 52 |
| 2.4 | Účinky antioxidantů | 53 |
| 2.4.1 | Kardiovaskulární choroby | 54 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.4.2 | Nádorová onemocnění | 55 |
| 2.4.3 | Diabetes mellitus..... | 56 |
| 2.4.4 | Neurodegenerativní choroby..... | 57 |
| 2.4.5 | Zánětlivé onemocnění střev | 59 |
| 2.4.6 | Další biologické aktivity antioxidantů v čajích | 59 |
| 2.5 | Metody stanovení bioaktivních látek | 60 |
| 2.5.1 | Spektrofotometrie | 60 |
| 2.5.2 | Chromatografie | 61 |
| 2.5.2.1 | Metoda HPLC..... | 62 |
| 3 | Metodika práce | 64 |
| 3.1 | Materiál pro analýzy | 64 |
| 3.2 | Spektrofotometrické stanovení celkových fenolických látek s činidlem Folin-Ciocalteu | 65 |
| 3.3 | Stanovení obsahu vitamínu C pomocí HPLC metody | 66 |
| 3.3.1 | Vyhodnocení stanovení pomocí kalibrační závislosti | 67 |
| 3.4 | Spektrofotometrické stanovení celkového obsahu antokyanů | 67 |
| 3.5 | Použité chemikálie | 68 |
| 3.6 | Použité přístroje a pomůcky..... | 69 |
| 3.7 | Použité statistické programy a testy | 69 |
| 4 | Výsledky | 71 |
| 4.1 | Analýza celkového obsahu fenolických látek | 71 |
| 4.1.1 | Vzorky analyzovaných ovocných čajů | 71 |
| 4.1.2 | Vzorky analyzovaných bylinných čajů..... | 73 |
| 4.1.3 | Celkové výsledky analyzovaných čajů | 75 |
| 4.2 | Analýza vitamínu C..... | 77 |
| 4.2.1 | Vzorky analyzovaných ovocných čajů | 78 |
| 4.2.2 | Vzorky analyzovaných bylinných čajů..... | 80 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.2.3 | Celkové výsledky analyzovaných čajů | 82 |
| 4.3 | Analýza celkového obsahu antokyanů | 84 |
| 4.3.1 | Vzorky analyzovaných ovocných čajů | 84 |
| 4.3.2 | Vzorky analyzovaných bylinných čajů | 86 |
| 4.3.3 | Celkové výsledky analyzovaných čajů | 88 |
| 5 | Diskuze | 91 |
| 6 | Závěr | 100 |
| 7 | Seznam literatury | 102 |
| 8 | Seznam obrázků | 132 |
| 9 | Seznam tabulek | 135 |

1 Úvod

Čaj dozajista patří k nejrozšířenějším a nejoblíbenějším nápojům na světě a je konzumován v řadě různých variant. Čaj ve správném pojetí slova smyslu je pouze výtažek z listů (případně větvičky) čajovníku, který se pěstuje jak v nížinách, tak v horských oblastech. Většina lidí v dnešní době ale nazývá pojmem čaj i ten nepravý, jako např. čaj ovocný nebo bylinkový.

Už před několika tisíci lety se lidé domnívali, že čaje (převážně bylinné) jsou léčitelné a mohou zabránit různým nemocem nebo dokonce smrti. V dnešní době si uživatelé čajů stále více uvědomují jejich přínosy. Ovocné čaje například obsahují velmi důležitou složku jídelničku, a to mnoho vitaminů (hlavně vitaminu C). Hlavním přínosem čajových nápojů je, že obsahují velké množství polyfenolů. Ty jsou totiž účinným antioxidantem, a dokážou předcházet a léčit nemoci tím, že vychytávají volné radikály a regulují aktivitu různých typů oxidáz v těle. Řada epidemiologických a klinických studií ukázaly, že se změnou stravovacích návyků a složek potravy se může zmenšit riziko mnoha chorob. A právě tyto vlastnosti jsou připisovány biologicky aktivním látkám, obsažených ve velké míře jak v ovoci a zelenině, tak také v čaji.

Cílem této diplomové práce bylo u běžně dostupných čajů z komerčních zdrojů zjistit obsahy některých bioaktivních látek, zejména fenolických látek, antokyanů a vitaminu C. Nejprve byl stanoven celkový obsah polyfenolů spektrofotometricky pomocí Folin-Ciocalteuovo činidla na základě redukčních vlastností polyfenolů. Množství polyfenolů bylo zjišťováno z výluhů jednotlivých čajů. Dále proběhlo samotné stanovení obsahu vitaminu C s využitím vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) a stanovení celkových antokyanů bylo provedeno na spektrofotometru s následným určením jejich koncentrace pomocí kalibrační závislosti.

V rámci diplomové práce byly stanoveny **tři základní výzkumné otázky:**

- **Výzkumná otázka 1:** Zvyšují či snižují se obsahy fenolických látek v čajích po 30 minutách louhování v porovnání s 5 minutami louhování?

- **Výzkumná otázka 2:** Jak se liší obsahy vitamínu C jednotlivých čajů v závislosti na době louhování?
- **Výzkumná otázka 3:** Jak doba louhování ovlivňuje koncentraci celkových antokyanů v čajích?

2 Literární přehled

2.1 Základní informace o čaji

Čaj je jedním z nejoblíbenějších nealkoholických nápojů, který pro své léčivé, osvěžující a mírně povzbuzující účinky konzumují více než dvě třetiny světové populace (Karak & Bhagat, 2010). Toto pití je považováno za jeden ze tří hlavních nápojů na světě, spolu s kávou a kakaem. Podle historických záznamů Číňané pěstují a využívají čajovníky již více než 3000 let. Čaj je široce přijímán jako každodenní nápoj v Číně, stejně jako v mnoha zemích (Yan et al., 2020).

Čaje patří k nejjednodušší formě léků. Podle látek, které obsahují, ale také kvůli jejich citlivosti vůči teplotě, se připravují buď jako macaráty, zápary nebo odvary (Rubcov & Beneš, 1990). Tradičně se čaj pije pro zlepšení průtoku krve, odstranění toxinů a pro zlepšení odolnosti vůči nemocem (Balentine et al., 1997).

2.1.1 Historie čajů

Konzumace čaje je velmi starodávný zvyk a legendy z Číny a Indie uvádějí, že byl zahájen asi před pěti tisíci lety (Gutman & Ryu, 1996). Úplně první zmínky o čaji jsou z období 3000 let př. n. l. byly nalezeny na území Jihovýchodní Asie (Gramza et al., 2005). Literatura uvádí dvě legendy, které se vážou ke vzniku čaje.

První legenda, která pochází z Číny, hovoří o jistém císaři Shen Nungovi (2737–2697 př. n. l.). Tento císař si velmi hýčkal své zdraví, a proto pil pouze převařenou vodu, nic jiného. Během jednoho dne mu pomocí větru do té převařené vody spadlo několik lísků, ty mu zbarvily vodu do zlatohnědé barvy. Po ochutnání císař usoudil, že mu takto upravená voda chutná o něco více, a tak si začal pravidelně přidávat do převařené vody i různé listy rostlin.

Z Japonska pochází druhá legenda o vzniku čaje. Hlavním hrdinou v této pověsti je první hlasitel buddhismu, svatý Bodhidharma (495 n. l.). Tento mnich uměl meditovat a odpočívat v takovém stavu, aniž by musel usnout. Jednoho dne jej ale silná únava přemohla a Bodhidharma přece jenom usnul. Jakmile se probudil, byl na sebe velmi nahněvaný a měl tužbu se potrestat, a tak si odřízl obě oční víčka, která zahodil na zem.

Netrvalo dlouho a tato víčka začala pouštět do země kořínky a během pár dní z nich vyrostly dvě malé zelené rostliny. Po ochutnání mnich zjistil, že mu tyto rostliny dodaly spoustu energie a síly. Toto začal využívat a doporučovat dále (Wachendorf, 2007). Nejspíše kvůli této druhé legendě se od roku 621 čaj stal v Japonsku národním nápojem.

V letech přibližně 900–1300 n. l. docházelo k hledání nových chutí čaje pomocí experimentálního křížení čaje. Jeho pěstování se rozšířilo po celé Číně. V období vlády dynastie Ming v letech 1368–1644 n. l. se mohl pít pouze zelený čaj (Lübeck, 2007). Koncem 15. st. se rozšířil čaj dále do Asie, konkrétně do Indie, na Srí Lanku a Krym. Na území Evropy se čaj objevil až začátkem 17. st., a to díky Východoindické společnosti (Rop & Hrabě, 2009). Přeprava čajů do Evropy nebyla jednoduchá, mohly se používat pouze speciálně určené přístavy.

V druhé polovině 18. století je největším střediskem světového obchodu s čajem Londýn (Kelblová, 2006). Díky velké poptávce se začaly vytvářet různé čajové směsi s aromatickými rostlinami, které byly vypěstované v Anglii. Jelikož to vyšší vrstvě Anglie nebylo přijato, byl za vlády královny Viktorie přijat zákon, který povoloval do jejich země dovážet pouze čaj černý, který nebylo snadné znehodnocovat. Právě černý čaj ovládl celý evropský trh mnoha desetiletí (Lübeck, 2007).

Čaj byl spojován jak s životním stylem, tak s výživovými návyky, protože byl zaveden do nových zemí. Rituály v Číně, Japonsku a Anglii dávají konzumaci čaje jedinečné místo mezi pouhým nápojem a společenskou funkcí, kde je jídlo úzce spojeno se stavem mysli. Čas na čaj je obvykle nastaven na odpoledne mezi hlavními jídly v uvolněné atmosféře. Moderní životní styl má tendenci tento vztah měnit a zařazovat čaj kdykoliv během dne.

Posledních pár let bylo bohatých na informace přicházející z laboratoří po celém světě o pozitivním vlivu potravin na lidské zdraví. Potenciálně aktivní složky z ovoce, bylin, kořenů a listů byly rozsáhle studovány. Zvláštní pozornost byla věnována nevyživným složkám rostlinného původu, jako jsou čaje, koření a bylinky. Výsledky naznačují, že polyfenoly, zejména flavonoidy, mají vysokou antioxidační sílu, která může chránit buňky před nepříznivými účinky reaktivních forem kyslíku (Dufresne & Farnworth, 2001).

2.1.2 Čajovník čínský

Čajovník čínský (*Camellia sinensis* L.) je stálezelený, vytrvalý, cizosprašný stromový druh, jehož mladé listy se zpracovávají na přípravu nealkoholického nápoje celosvětově známého jako čaj, tzv. pravý čaj. Čajovník je strom s životností přes 100 let a v přírodě může dosáhnout výšky kolem 15 m. Má bílé květy, ačkoli několik jeho divokých příbuzných má barvy daleko výraznější. Pro komerční pěstování se rostliny v pravidelných intervalech seřezávají, aby se udržela jejich výška v rozmezí 60–90 cm, kvůli snadnějšímu trhání listů (Mukhopadhyay et al., 2016).

Čajovník pochází z jihovýchodní Asie a pěstuje se v rozmezí zeměpisné šířky mezi 45° severní šířky a 34° jižní šířky, které procházejí asi 52 zeměmi. Tento rod zahrnuje více než 325 druhů a v současnosti se celosvětově pěstuje přes 600 populárních genotypů čaje. Mnohé z nich jsou obdařeny jedinečnými vlastnostmi, jako je zlepšená kvalita vyrobeného čaje, vysoký výnos, tolerance k biotickým nebo abiotickým stresům atd. (Rohwer, 2006).

Mezi chemické složky čajových lístků patří polyfenoly (katechiny a flavonoidy), alkaloidy (kofein, theobromin, theofylin atd.), těkavé oleje, polysacharidy, aminokyseliny, lipidy, vitaminy (např. vitamin C), anorganické prvky (např. hliník, fluor a mangan). Polyfenoly jsou však primárně zodpovědné za prospěšné zdraví prospěšné vlastnosti čaje. Flavonoidy mají antioxidační, protizánětlivé, antialergické a antimikrobiální účinky (Sharangi, 2009).

2.1.2.1 Sběr čajových lístků

Většina čajovníků roste na plantážích, kde dochází ke sběru čajových lístků, které se používají k přípravě čajů. Kvalita výsledného čaje je ovlivněna především dobou sklizně. Ideální období začíná, když se mladé lístky čajovníku začínají rozvíjet. Ty jsou sbírány, až na výjimky (Rusko a Japonsko), stále ručně. Zajímavé je, že i přes ruční sběr, který trvá delší dobu, tak v posledních letech produkce čajů stoupla. Sběrači nesmí používat parfémy nebo voňavé krémy na ruce, aby výslednou kvalitu produktu neovlivnili.

Jsou dva druhy sběru – na kvalitu nebo na kvantitu. Při sbírání na kvalitu se sklízí jen ty části rostliny, které obsahují velké množství účinných látek, barviv, kofeinu

a aromat. Jedná se o nejmladší lístky z vrcholu rostliny společně s ochmýřeným pupenem květu. Sběr na kvantitu probíhá, když je enormní poptávka po čaji, a sběrači (nebo i stroje) sklízí i starší lístky a někdy berou kousky stonků.

Sběr takový probíhá v etapách průměrně asi čtyřikrát až pětkrát ročně. Existují ale země, kde nejsou příliš častá období dešťů, a proto tam se sbírají čajové lístky až 30krát do roka. Čaj, na který byly použity velmi mladé listy, je oproti čajům sklizeným v hlavní vegetační době o dost jemnější. Jakostně nejlepším čaje jsou ty, které byly sklizeny od konce května do první poloviny června (Ngoc, 2015).

2.1.3 Druhy čajů

Čaje se dají dělit podle mnoha kritérií – podle legislativy (černé čaje, instantní čaje, ovoněné čaje aj.), podle způsobu výroby čaje (černé čaje, zelené čaje, bílé čaje aj.), podle velikosti lístků (celolistové čaje, zlomkové čaje aj.), podle země původu (indické čaje, ceylonské čaje, čínské čaje aj.), podle toho, kde byl čajovník vypěstován (vysokohorský čaj, nížinný čaj apod. Těchto způsobů rozdělení je však ještě více, záleží zde na úhlu pohledu. Následující kapitola uvádí některé z nich (Wachendorf, 2007).

2.1.3.1 Druhy čaje dle legislativy

Dle legislativy se dělení čajů v České republice řídí vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 330/1997 Sb. o čaji, kávě a kávovinách a jejími novelizacemi, což je vyhláška č. 91/2000 Sb. a vyhláška č. 78/2003 Sb. Tato vyhláška definuje jednotlivé formy čajů:

- černý čaj – pravý čaj s úplnou fermentací
- zelený čaj – pravý čaj s neúplnou fermentací
- polofermentovaný čaj (neboli oolong) – pravý čaj s částečnou fermentací
- čajový extrakt – výrobek získaný vodní extrakcí, po rozpuštění ve vodě slouží k přípravě nápoje
- instantní čaj – instantní výrobek s čajovým extraktem a jinými složkami, po rozpuštění ve vodě slouží k přípravě nápoje
- ovoněný čaj – čaj s výrazně absorbovanými vůněmi a pachy
- ochucený čaj – směs pravého čaje s ochucujícími částmi rostlin

- aromatizovaný čaj – obsahuje látky určené k aromatizaci
- bylinný čaj – čaj z částí bylin nebo jejich směsí či směsí s ovocem, obsah bylin v tomto čaji musí činit minimálně 50% hmotnosti
- ovocný čaj – čaj ze sušeného ovoce a částí sušených rostlin, podíl sušeného ovoce musí být vyšší než 50% hmotnosti (Kadlec et al., 2009)

2.1.3.2 Druhy čajů podle úrovně fermentace

Toto dělení čajů bere v úvahu to, jak velký stupeň fermentace u něj proběhl. Z tohoto hlediska se čaj dělí na tyto skupiny:

- černé čaje – jsou plně fermentované (v některých zemích Asie též označovány jako červené čaje podle barvy nálevu)
- oolongy – prošly částečnou fermentací, modrozelená barva (modrozelené čaje) – částečně fermentované čaje
- zelené čaje – zcela nefermentované čaje
- bílé čaje – jsou slabě fermentované čaje nebo zcela nefermentované
- žluté čaje – prošly speciálním druhem fermentace
- tmavé čaje (čaje Pu-erh) – podstoupily vícenásobné fermentace

Pojem fermentace ve velké většině procesů znamená kvašení, ale při výrobě čaje se jedná o čistě chemickou reakci. V tomto procesu reaguje vzdušný kyslík s enzymy uvolněnými z buněk čajového listu a následně dochází k oxidaci. Jde o podobnou reakci, jako když zoxiduje na vzduchu rozříznuté jablko, které zhnědne. Fermentace je velmi důležitá při výrobě kvalitního čaje, zajišťuje totiž jakou barvu, chuť a také aroma bude mít výsledný nápoj (Valter, 2001).

2.1.3.3 Druhy čaje dle velikosti listu

Podle velikosti listu rozeznáváme 4 základní druhy čaje, jedná se o čaj listový, zlomkový, drť a prach.

- listový čaj – zahrnuje prakticky celé lístky, v kterých je zachováno největší množství aromatu (nejkvalitnější čaj z těchto 4 druhů)

- zlomkový čaj (broken) – obsahuje rozlámané lístky, díky kterým uvolňují snadněji aromata a barviva a díky tomu snadněji uvolňuje barviva a aromata (značí se písmenem B na čajových produktech)
- drť (fannings) – zahrnuje drobné částičky lístků, které propadnou jemným sítkem (vznikají především strojovou výrobou)
- prach (dust) – obsahuje velmi drobné částičky čaje, které propadnou i nejjemnějším sítkem (obvykle sáčekový čaj) (Wachendorf, 2007).

2.1.4 Příprava čajových nálevů

Při přípravě čajových nápojů je důležité dbát na to, aby do nálevu přešlo, co nejvíce účinných látek a co nejméně těch látek nežádoucích. V tom je důležitá především teplota, kterou je čaj zalíván. Při vyšší teplotě vyprchají těkavé látky a léčivý nápoj pak není účinný.

Pro bylinný čaj není vhodné, aby přišel do kontaktu s kovovými věcmi (nádoba z kovu, kovová lžička aj.). Tato zásada je důležitá hlavně pro byliny s vysokým obsahem tříslovin. Kov totiž může ovlivnit některé jiné látky v čaji, také chuť, vzhled i vůni nápoje. K přípravě čajů se doporučují skleněné či porcelánové nádoby (Beiser, 2012).

Čaj lze připravit třemi způsoby, a to jako macerát, nálev či odvar.

2.1.4.1 Macerát

Macerát je výluh čaje za studena. K tomuto typu přípravy se přistupuje, jakmile se přítomné látky varem rozkládají. Čaj se přelije studenou, avšak převařenou vodou a nechá se 3–12 hodin stát při pokojové teplotě. Poté se scedí. Během podávání se může čaj ohřát, aby byl mírně teplý (Wachendorf, 2007).

2.1.4.2 Nálev

Nálev je nejpoužívanější způsob přípravy čajů z natí, květů nebo listů. Jde o za tepla získaný výluh čaje, při kterém se čaj přelije vroucí vodou, poté se přikryje a nechá se stát 10–20 minut. Celý nálev se poté scedí. Přípravuje se vždy čerstvý, těsně před konzumací (Wachendorf, 2007).

2.1.4.3 Odvar

Odvar je nejběžnější způsob přípravy čajů z kořene, plodu či kůry. Jedná se o zpravidla za varu získaný vodný výluh bylin či ovoce. Části rostlin se přidávají do vody a v přikryté nádobě se zahřejí. Vaří se 10–25 minut. Čaj se pak nechá ještě 15 minut stát a poté se scedí. Tento způsob přípravy čaje se provádí vždy čerstvý, před samotnou konzumací (Wachendorf, 2007).

2.2 Bylinné a ovocné čaje

Bylinné a ovocné čaje podle mnohých vypadají jako klasické tzv. pravé čaje, ale ve skutečnosti se za ně nepovažují. Je to dáno tím, že nevznikají z keře *Camellia Sinensis* jako tzv. pravé čaje (Kumar et al., 2005).

Na rozdíl od většiny ostatních forem čaje bylinkové ani ovocné čaje neobsahují kofein. Většina bylinných čajů se skládá z jedné hlavní bylinné složky. Některé bylinné čaje jsou často směsí několik složek a jsou přesněji známé jako tzv. tisanes. Tisanes se vyrábí z kombinací sušených listů, semen, trávy, ořechů, kůry, někdy i ovoce či květů. Tyto botanické prvky jim dodávají obzvláštní chuť a zároveň jim nechybí výhody bylinných čajů. Některé složky jsou určeny k vyvolání specifického účelu, jako je relaxace, omlazení, úleva aj. (Wachendorf, 2007).

Je také důležité zmínit, že existuje obrovské množství různých bylinných čajů dostupných na trhu, z nichž každý je navržen tak, aby měl specifické terapeutické nebo léčivé výhody. Existují však některé obecné výhody bylinných čajů, jako např. dosažení klidnějšího a uvolněnějšího stavu mysli, podpora zdraví srdce, pomáhají při žaludečních a zažívacích potížích, zajišťují čisticí vlastnosti těla, vyživují nervový systém, posilují imunitní systém, dodávají tělu antioxidanty nebo podporují kvalitní noční spánek (Ravikumar, 2014).

2.2.1 Charakteristika vybraných bylinných čajů

2.2.1.1 Heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla* L.)

Heřmánek pravý (Obr. 1) je velmi hojně zastoupená jednoletá vonná bylina z čeledi hvězdicovité (*Asteraceae*). Tato rostlina je vysoká až 70 cm a její lodyhy jsou charakteristické dvakrát až třikrát zpeřenými listy a také květními úbory s dutým květním lůžkem (Bühning, 2010). Květ heřmánku pravého se liší od heřmánku římského (nazývaného rmen) a to nejen vůní, ale i tím, že květní lůžko rmenu je nižší a uvnitř není duté (Korbelář & Endris, 1981). Pro přípravu čajů z této byliny se používají právě její květy. Plodem je vejcovitá zakřivená nažka bez chmýru (Jirásek & Starý, 1986).

Heřmánek je hojně rozšířený v Evropě, Asii, v Severní Americe a Austrálii. U nás byl dříve známý jako polní plevel. Dnes se ale pěstuje pro průmyslové účely a u nás kvete od června do září (Korbelář & Endris, 1981).

Hlavní složkou heřmánku jsou především temně modré silice (nebo též éterické oleje) obsahující chamazulen. Jde o chemickou látku s protizánětlivými a dezinfekčními účinky (Farmer-Knowles, 2011). Objevení chamazulenu v heřmánku je zasazen do období 15. století, kdy během lisování heřmánku během výroby esenciálního oleje vznikl modrý destilát. Kromě chamazulenu heřmánek pravý obsahuje také kumariny, sesquitermeny, apigeniny, aminokyseliny, slizové látky (muciny), fenolové kyseliny, minerální látky a třísloviny (Harding, 2005).

Čaj z heřmánku se pije nebo inhaluje především pro své protizánětlivé a také velmi uklidňující účinky. Už starověcí Římané a Řekové heřmánek využívali při boji s horečkou a Germány byl dokonce heřmánek uctíván jako květina zasvěcená slunci. Věřili totiž, že léčivý účinek této bylinky se mnohonásobí, když se sklídí za slunovratu (Beiser, 2012). Heřmánek se používá dále při nevolnostech, křečích trávicího traktu, žaludečních vředech, zánětech žaludku nebo průjemových onemocnění (Veit, 2014). Zevně lze použít jako mast nebo ke koupelím, výplachům, obkladům či jako kloktadlo. Působí hojivě na špatně se hojící rány, popáleniny nebo kožní vyrážky (Bühning, 2010).

Pravidelné užívání heřmánkového čaje může zpomalit postup hyperglykemie a diabetu (Farmer-Knowles, 2011). Ale čaj z heřmánku by se neměl pít každý den po celý

rok. Při velmi častém užívání mohou vzniknout záněty pojivových tkání doprovázený neklidem (Rätsch, 2001).



Obr. 1 Heřmáněk pravý (zdroj: <https://www.bylinkyprovsechny.cz/byliny-kere-stromy/byliny/61-hermanek-pravy-ucinky-vliv-na-lidske-zdravi>)

2.2.1.2 Šalvěj lékařská (*Salvia officinalis* L.)

Šalvějí je asi 500 druhů, ale šalvěj lékařská (Obr. 2) je neúčinnější šlechtěnou odrůdou patřící do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*) (Bodlák, 2005). Jde o aromatický vytrvalý polokeř, který může dosáhnout výšky až 70 cm (Castleman, 2004). Lodyha této byliny je čtvercovitá a listy jsou plstnaté, zelené a přibližně 5 cm dlouhé s jemným vroubkováním. Barva květů je modrofialová a období květu je zhruba v červenci (Mikešová & Lutovská, 2004). U šalvěje lékařské se sbírají listy nebo nať. Rostlinu lze sklízet během celého roku, ale nejvíce aromatická bývá v srpnu. Sklízí se v suchém stavu v prvním roce jednou, v dalších letech dvakrát nebo i třikrát (Harding, 2005).

Šalvěj pochází z oblasti Středomoří a pěstuje se v různých zemích. V Čechách je pěstována na zahradách a na kulturních půdách (Mayer et al., 2010).

Listy šalvěje obsahují hlavně silice s hlavními obsahovými složkami thujonem, cineolem a salviolem. Kromě silic obsahuje také až ze 40 % tříslovinu a různé fenolové kyseliny.

Šalvěj spolu s rozmarýnem mají jednu z největších antioxidačních aktivit mezi bylinkami (Hamrouni-Sellami, 2013). Vnitřně se šalvěj užívá při žaludečních problémech, průjmech nebo při zvýšené produkci potu. Působí také protizánětlivě v oblasti ústní dutiny a hltanu. I přes veškeré pozitivní účinky této bylinky je důležité se jí nepředávkovat. Když tento stav nastane, velmi často nastávají díky toxicitě látky thujonu komplikace (tachykardie, závratě, poruchy vidění aj.) (Bühning, 2010). Využívá se i při léčbě rakoviny a diabetu. Esenciální oleje ze šalvěje se využívají v kosmetice, parfumerii či aromaterapii (Farmer-Knowles, 2011).



Obr. 2 Šalvěj lékařská (zdroj: https://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/systematika/ucebni_text/system/krytosemenne/dvoudelozne/hluchavkovite/Salvia_officinalis.html)

2.2.1.3 Máta peprná (*Mentha piperita* L.)

Máta peprná (Obr. 3) je bylina z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*), dříve pyskatých. Jedná se o přirozeného hybrida máty klasnaté a máty vodní. Její mírně chlupatá lodyha dosahuje výšky až 80 cm a listy jsou tvaru vejčitého. Kvete růžovo-fialovými drobnými květy od začátku července až do konce září (Trepková & Vonášek, 1997).

Je to druh pěstovaný v různých částech Evropy, ale také i Severní Ameriky. U nás se pěstuje a je dokonce šlechtěná (Bodlák, 2005).

Listy máty obsahují žlutozelené silice a mezi nejznámější patří menthol a jeho estery menthofuran a menthon. Právě silice mentholu tvoří 50–60 % všech mátových

silic. Dále máta obsahuje kolísavé množství tříslovin, flavonoidy, triterpeny a přibližně asi dalších 40 složek (Harding, 2005).

Máta účinkuje spolehlivě proti žaludečním a střevním obtížím, odstraňuje plynatost nebo bolesti hlavy. Mátová silice je součástí různých mastí pro svůj chladící efekt. Pro svou výraznou aromatickou svěží vůni je využívána také do ústních vod, zubních past a žvýkaček (Kreuter, 2003).



Obr. 3 Máta peprná (zdroj: <https://www.leros.cz/mata-peprna>)

2.2.1.4 Meduňka lékařská (*Melissa officinalis* L.)

Meduňka lékařská (Obr. 4) je léčivá a aromatická bylina z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). Tato rostlina je vytrvalá a má zelené listy kopinatého a srdčitého tvaru. Její lodyha dorůstá výšky až jednoho metru a je zpravidla hustě plstnatá. Květy jsou nařiaovělé a velmi příjemně voní. Právě citronová vůně je jedním z charakteristických znaků této byliny, a právě pro tento znak je často označována jako tzv. lemon balm. (Abdel-Naime, 2017). Na výrobu čajů se sbírá nať, a to v období od června do září (Harding, 2005).

Původem je z východního Středomoří, ale dlouholetou tradici pěstování nese celá Evropa, USA a Asie (Bodlák, 2005).

Listy obsahují jednak silici s hlavní obsahovou složkou citralem, citronelalem a jednak mnoho flavonoidů, tříslovin a fenolových kyselin. Jako zástupce flavonoidů v meduňce lze označit glykosidy luteolinu, isokvercitrinu a apigeninu (Neugebauerová, 2006).

Meduňka obsahuje velké množství antioxidačních látek, díky kterým na lidský organismus působí pozitivně při psychických problémech (úzkosti, hypochondrie, hysterie) (Jirásek & Starý, 1986). V malých dávkách uklidňuje, zpomaluje tep a snižuje krevní tlak. Napomáhá také zmírňovat bolesti hlavy a trávicí obtíže. Studie ukázaly, že meduňku lze účinně používat i při problémech s játry, Alzheimerově chorobě či diabetu 2. typu (Son et al., 2021). Pro její antimikrobiální účinky je využívána velmi často i v kosmetice (Bodlák, 2005). Meduňka také dokáže vyvolat menstruaci u žen (Miraj et al., 2017).



Obr. 4 Meduňka lékařská (zdroj: <https://oxalis.cz/cs/module/psproductin-gredience/detail/53-medunka-lekarska>)

2.2.1.5 Mateřídouška obecná (*Thymus serpyllum* L.)

Mateřídouška obecná (Obr. 5) neboli tymián obecný je drobná polokeřovitá bylina spadající do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*) (Dugas, 2004). V České republice roste několik druhů mateřídoušky a všechny jsou si na první pohled podobné a ani z hlediska zdravotních účinků se zásadně neodlišují. Její lodyhy jsou mírně načervenalé a až 30 cm dlouhé. Listy mají drobné vejčitého typu a naspoju obyčejně brvitě. Květe bledě růžově od června do září (Korbelář & Endris, 1981).

Výskyt mateřídoušky je velmi běžný na mnoha kontinentech. Konkrétně ji nejhojněji nalezneme v Evropě, ve střední a severní Africe a také v Americe. Jsou rozeznávány dva planě rostoucí poddruhy. První druh pocházející z Francie, Španělska a Itálie se nazývá *Vulgaris*, a druhý druh s názvem *Aestivus Bolos*, který pochází ze Španělska a sousedních středomořských ostrovů, je o něco méně častější (Onawunmi, 1989).

Mezi hlavní účinné látky mateřídoušky obecné patří silice s hlavní látkou thymolem (tvoří až 50 %) a cymolem. Mezi další látky lze zařadit třísloviny, flavony a kyselinu ursulovou. Thymol tvoří až 50 % silice a jedná se o silné antiseptikum. Je až 25krát účinnější než fenol a na rozdíl od fenolu neleptá.

Čaj z mateřídoušky se doporučuje jako doplněk léčby onemocnění dýchacích cest jako kloktadlo (astma, nachlazení, bronchitida), používá se na uvolnění křečí žaludku anebo při nadýmání (Bühning, 2010). Dezinfikuje také močové cesty a působí i jako prevence proti akné. Čaj z natě mateřídoušky se doporučuje odvykající kuřákům, protože snižuje závislost na látce nikotin (Janča & Zentrich, 1995). Zevně se nálev mateřídoušky využívá k obkladům a koupelím na otoky, při léčbě pásového oparu, revma a kožních onemocněních (Lo Cantore, 2004). Jelikož mateřídouška obsahuje toxický thymol, není vhodné ji užívat velmi často po dlouhou dobu. Mateřídouška může mít ale i negativní účinky, a to na funkčnost štítné žlázy (Bodlák, 1995).



Obr. 5 Mateřídouška obecná (zdroj: <https://www.ordinace.cz/clanek/materidouska/>)

2.2.1.6 Růže šípková (*Rosa canina* L.)

Růže šípková (Obr. 6) označovaná též jako psí růže je rostlina z čeledi růžovitých (*Rosaceae*). Jde o planě rostoucí bohatě větvený a trnitý keř, který je vysoký až tři metry. Jeho listy jsou lichozpeřené a složené z menších lístečků vejčitého tvaru. Květy jsou nejčastěji zbarveny do bílo-růžova a lze je pozorovat v období mezi červnem a červencem (Erdelská, 2008)). Plodem je šípek, je to nepravý plod zvaný češule, který po dozrání je sytě červený, lesklý s tvrdými nažky hnědé barvy. Plody šípku dozrávají na začátku podzimu, a to na přelomu září a října, kdy se začínají sbírat (Kocourková, 2015). Na přípravu čaje je vhodné sbírat šípky před prvními mrazíky, protože plody jsou ještě nezměklé. Naopak šípky, sesbírané po prvních mrazících, jsou měkké a vhodné na přípravu marmelád (Turan et al., 2018).

Tato rostlina se vyskytuje skoro v celé Evropě (zvláště v jižní části), severní Africe a Malé Asii. Vyskytuje se hojně v jižní Evropě a obecně v teplejších oblastech. Až čtvrtina druhů růží roste v oblasti Turecka (Tabaszewska & Najgebauer-Lejko, 2020).

Šípky obsahují dost velké množství vitamínu C, najdeme v nich ale i další vitamíny jako např. B, E a K (Bühning, 2010). Z dalších důležitých látek jsou v šípku přítomny antokyany, karotenoidy, minerální látky (hlavně hořčík a železo), fenolové kyseliny (kyselina gallová), ovocné kyseliny (kyselina citronová nebo jablečná) a v neposlední řadě mnoho tríslovin (Ercisli, 2007). Šípek obsahuje kromě antokyanů i mnoho dalších flavonoidních látek např. kvercitrin, myricetin a kemferol (Tobyn et al, 2011).

Nejvýraznější léčivý účinek mají zralé červené plody, a to především antioxidační účinek (Sanecki, 1998). Fenoly spolu s vitamíny mají schopnost vychytávat volné radikály a tím snižují oxidativní stres v lidském organismu. Dále jsou prokázány také účinky protinádorové, působí proti průjmům a potlačuje infekční onemocnění dýchacích cest (Lülmann et al., 1994). Dánský vědec Larsen (2003) zjistil, že extrakt z šípku potlačuje migraci škodlivých buněk v krevním řečišti a tím působí protizánětlivě. Vnější využití má šípek v oblasti léčby popálenin a ran. Používají se také k výrobě různých léků a dezinfekcí (Janča & Zentrich, 1995). Velmi časté a dlouhodobé pití čaje se nedoporučuje zvláště u lidí s vyšší srážlivostí krve kvůli trombózám (Bodlák, 2005).



Obr. 6 Růže šípková (zdroj: <https://cz.depositphotos.com/stock-photos/haw.html>)

2.2.1.7 Kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris* L.)

Tzv. ženská bylina neboli kontryhel obecný (Obr. 7) patří do čeledě růžovitých (*Rosaceae*). Je to až 50 cm vysoká víceletá bylina s velmi krátkým oddenkem a s přízemní listovou růžicí. Povrch listu i lodyhy je většinou posetý jemnými chloupky a květy jsou žlutozelené barvy, ale nevýrazné. Kvete od května do září. Plodem jsou nažky uzavřené v číšce (Pilát & Ušák, 1988). Čaj se připravuje zásadně z natě a obsah této bylinky v čajových směsích tvoří až třetinu její hmotnosti (Bühning, 2010).

Kontryhel obecný se vyskytuje po celé Evropě a v České republice ho lze naléznout téměř na celém území země. Nejvyšší koncentrace výskytu je v sudetských a karpatských pohořích. Roste především na loukách, pastvinách nebo křovinách (Slavík & Štěpánková, 2011).

Natě a list této bylinky obsahuje až 8 % tříslovin (levigatin, pedunkulagin), karotenoidy, flavoidní látky (deriváty kvercetinu, kemferolu a rutinu), fenolové kyseliny (kyselina kávová, salicylová), kumariny, triterpeny (kyselina ursulová nebo tormentová) a saponiny. V květech se vyskytuje silice a leukocyanidin (Ergene et al., 2013).

Lékařské využití kontryhelu je hlavně jako sedativum, a to při uvolňování křečí v oblasti střev nebo při silné menstruaci. Je také známo, že napomáhá průjmovým obtížím a celkově kladně působí na trávicí systém lidského organismu (Bühning, 2010). Pomáhá

ale i při psychické nepohodě (deprese, úzkostné stavy aj.), ztrátě libida nebo při nadměrném pocení (Phillips, 2005). Zevně je tato bylina využívána k výplachům dutiny ústní (při angínách), jako obklad při očních zánětech nebo při ošetřování ran či kožních problémech (Bodlák, 2005). Kontryhel je podle Tomčíkové (1999) dobré užívat také, když u žen hrozí potrat.



Obr 7 Kontryhel obecný (zdroj: <https://temata.rozhlas.cz/kontryhel-obecny-7947600>)

2.2.1.8 Kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica* L.)

Vytrvalá plevelná bylina zvaná kopřiva dvoudomá (Obr. 8) náleží do čeledi kopřivovitých (*Urticaceae*). Oddenky kopřivy jsou velmi vytrvalé, plazivé a mají bohatý kořenový systém. Z oddenků během jara vyrůstají až 150 cm vysoké listnaté lodyhy. Na celé rostlině se nacházejí žahavé trichomy, které obsahují kyselinu mravenčí. V úžlabí vrcholových listů kvetou drobné zelené kvítky a plodem jsou nažky (Lewkowicz-Mosiej, 2005). Listy kopřivy jsou velké, tvarem vejčité až kopinaté a jejich okraje typicky pilovité. Na vrcholu rostliny jsou listy zpravidla špičatější a na bázi jsou naopak zaoblenější (Jursík et al., 2009). Tento druh kopřivy má název dvoudomá, to znamená, že má samčí a samičí květy na dvou různých jedincích. Na výrobu čajů se sbírají listy a nať kopřivy (Beiser, 2012).

Kopřiva dvoudomá je rozšířena téměř kosmopolitně. Podle Farmer-Knowles (2011) se nejčastěji vyskytuje v oblastech s mírným podnebím, a naopak se nevyskytuje jen v jedné oblasti, a to v tropickém pásmu. Na našem území se vyskytuje velmi hojně

a dokonce patří k původním druhům. Za vhodných podmínek dokáže využít svou vysoce konkurenční schopnost, při které se jiné druhy plevelů téměř nemají šanci prosadit (Jursík et al., 2009).

Listy kopřivy obsahují až 1 % chlorofylu, ten se z nich dokonce i průmyslově izoluje. Mezi další účinné látky patří třísloviny, organické kyseliny (kyselina glycerová, glykolová či křemičitá), flavonoidy (kemferol, kvercetin), karotenoidy, β -karoten, aminy (acetylcholin, histamin a serotonin) a vitaminy A, B, C, D a K (Farmer-Knowles, 2011). Tato bylina je také zdrojem velkého množství sacharidů (glukóza, galaktóza či manóza), kyseliny mravenčí, a obsahuje i velmi hojně minerální látky (draslík, mangan, hořčík, železo, fosfor nebo síra). Značně vysoký je i obsah minerálních látek (asi 15 %), především je v ní velké množství draslíku, železa, manganu, hořčíku, fosforu a síry (Lewkowicz-Mosiej, 2005).

Léčivá a vyživující síla kopřivy je známá už od období středověku. Pomáhá lidskému organismu ho aktivizovat např. při pocitech únavy a vyčerpání. Dále se vyznačuje i svými regeneračními účinky, snižuje krevní tlak a zpomaluje srdeční činnost (Veit, 2014). Především díky vysokému obsahu železa působí jako prevence před chudokrevností (Wachendorf, 2007). Působí také velmi pozitivně na paměť člověka (Zentrich & Janča, 2008). Výtažky z kopřivy údajně působí i proti početí (Opletal & Volák, 1999) nebo proti ateroskleróze či nádorovým onemocněním (Růžičková, 2012). Kopřiva má ale i nežádoucí účinky, může totiž negativně ovlivňovat srážlivost krve a také srdeční činnost. To vše díky vysokému množství šťavelanů (až 20 %), které tato bylina obsahuje (Bodlák, 2005).



Obr. 8 Kopřiva dvoudomá (zdroj: <https://temata.rozhlas.cz/kopriva-dvoudoma-7947947>)

2.2.1.9 Lípa srdčitá (*Tilia cordata*)

Lípa srdčitá (Obr. 9), též malolistá, je náš národní listnatý strom středních rozměrů s velice košatou a také zaoblenou korunou. Stromy lípy dosahují výšky až 40 m a dožívají se průměrně 180 let. Výjimkou není ale ani 400 let starý jedinec, většinou jde o vykotlaný strom (Úradníček, 2009). Lipové listy jsou poměrně drobné a nesouměrně srdčité s dlouhým řapíkem. Obvod listu je vždy ostře pilovitý, jeho líc má zelenou barvu a rub barvu modrozelenou. V úžlabí žilek mají svazečky rezavých chloupků. Květy jsou žlutobílé a plodem je oříšek (Horáček, 2005).

Tato dřevina se rozšířila z východní Evropy až do jižní Skandinávie, přes Anglii a atlantické pobřeží až do jihovýchodního Španělska. Samostatné lesy, z již zmiňovaných, tvoří jen ve východní Evropě. Jde obecně o hojně vysazovanou dřevinu. U nás roste hlavně v nížinách. Konkrétně se jí nejvíce daří v oblasti kolem toho Odry a kolem toku Odry (Štěrbá, 1986).

Lípa srdčitá obsahuje mnoho chemických látek. Mezi nejdůležitější patří flavonoidy, glykosidy, saponiny, trísloviny, rutin, kyselinu p-kumarovou a až 10 % slizů.

Lipový čaj je vyhlášený svými účinky zvláště proti chřipce. Jeho hlavní léčebnou vlastností je díky kyselině P-kumarové schopnost snižovat horečku pomocí vylučování vody z těla (pocení). Lipový květ je přidáván i do čajových směsí proti kašli, protože odhlehňuje. Působí preventivně proti infarktu myokardu a mrtvici tím, že mírně zředí krev. Je prokázáno, že působí pozitivně na gastrointestiální problémy jako např. žaludeční nevolnost, průjem, zácpa, nadýmání či křeče v břišní oblasti. V neposlední řadě se lípě připisují relaxační vlastnosti, díky kterým dochází také ke zkvalitnění spánku (Úradníček, 2009).



Obr. 9 Lípa srdčitá (zdroj: <https://www.prodejnabylin.cz/lipovy-kvet/>)

2.2.1.10 Ibišek súdánský (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Ibišek súdánský (Obr. 10) můžeme najít pod názvem rama, karkadé či rosella (Kresánek, 1986) a jde o bylinný keř, který může dorůst výšky až 2,4 m. Jeho stonky jsou typicky hladké, válcovité a červené. Listy jsou zelené s načervenalými žilkami a okraje listů jsou zubaté. Květy jsou barvy žluté nebo žlutohnědé s růžovým nebo kaštanovým okem a na konci dne se zbarvují do růžova. Plodem je tobolka, která když je zralá, tak zhnědne a v suchém stavu se rozštěpí. Kalich, stonky a listy jsou kyselé a svou chutí velmi připomínají brusinky (Ross, 2005).

Rod *Hibiscus* zahrnuje více než 300 druhů jednoletých nebo víceletých bylin, keřů nebo stromů. Existují dvě hlavní odrůdy *Hibiscus sabdariffa*, první je *Hibiscus sabdariffa* var. *altissima*, která je pěstovaná pro vlákno podobné jutě, a druhá je *Hibiscus sabdariffa* var. *sabdariffa*, která je známá pro svůj vysoký obsah vlákniny (Morton, 1987).

Jeho původní rozšíření není jisté, někteří se domnívají, že pochází z Indie či Saúdské Arábie (Ismail et al., 2008), zatímco Murdock prokázal, že ibišek súdánský byl domestikován africkou populací západního Súdánu už před rokem 4000 před naším letopočtem. V současné době se široce pěstuje v tropických i subtropických oblastech včetně Indie, Saúdské Arábie, Indonésie, Filipín, Vietnamu, Číny, Malajsie, Súdánu, Egypta, Nigérie a Mexika (Usda, 2007).

Ibišek obsahuje zejména organické kyseliny (až 30 % kyseliny jablečné, citronové, šťavelové nebo vinné), ale také glykosidy. Dále antokyanová barviva, velké množství vitamínu C a mnoho flavonoidů (Kresánek, 1986).

Ibišek súdánský se využívá především ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu (Da-Costa-Rocha, 2014). V Číně se semena ibišku súdánského používají pro svůj olej a rostlina se používá pro své léčivé vlastnosti, zatímco v západní Africe se listy a semena v prášku používají do jídel. Tato rostlina se používá jako základ v mnoha bylinných/ovocných čajích spolu s jablečnou kůrou a pomerančovou kůrou (Preez, 2000). Domorodci přidávají květy ibišku do nápojů jako ochlazující složku nebo pro ho používají k obarvení sirupů či limonád (Kresánek, 1986). Zdravotní účinky ibišku jsou především antibakteriální, antiparazitární, antihypertenzní a antidiuretické (Da-Costa-Rocha, 2014). Několik studií ukázalo, že konzumace *ibišku* během těhotenství a kojení vedla ke zvýšenému postnatálnímu přírůstku hmotnosti, opožděnému nástupu puberty a zvýšenému indexu tělesné hmotnosti na začátku puberty u dívek (Iyare, & Adegoke, 2008).



Obr. 10 Ibišek súdánský (zdroj: <https://www.leros.cz/ibisek-sudansky>)

2.2.2 Charakteristika vybraných ovocných čajů

2.2.2.1 Třešeň ptačí (*Cerasus Mill.*)

U nás volně rostoucí třešeň ptačí (Obr. 11) byla dříve řazena do rodu slivoň (*Prunus L.*). Dnes ale všechny druhy třešní a višní utvářejí samostatný rod *Cerasus* a patří do čeledi růžovitých (*Rosaceae*) (Tetera et al., 2006). Třešeň ptačí je až 35 m vysoký a opadavý strom. Listy jsou tvaru obvejčitého a po obvodu pilovité. K výkvětu bílorůžových květů dochází ještě před olistěním, a to v období konce dubna až začátkem května. Plodem je kulovitá, temně rudá peckovice a pod dužinou se nachází žlutohnědá pecka (Koblížek, 2006).

Giménez et al. (2016) uvádí, že třešně pochází ze západní Asie a také z jihovýchodní Evropy, a proto ji nalezneme velmi hojně po celé Evropě. Jedná se o velmi otužilý strom, kterému nedělají problémy ani vyšší nadmořské výšky.

V třešni nalezneme fruktózu, glukózu, či sorbitol. Dále obsahuje vysoké množství polyfenolů (kvercetin, rutin, kyselinu hydroxyskořicovou, kyselinu jablečnou), antokyany a glykosidy (Karagiannis, 2021).

Třešně jsou významné především svými antioxidačními účinky, pro které se staly jedním z nejoblíbenějších plodů mírného pásma. Dále tlumí bolest, snižují krevní tlak, zvyšují obranyschopnost, a dokonce je prokázáno, že i napomáhají prohlubovat spánek (Blando & Oomah, 2019). Nemilé je, že velmi rychle podléhají kazivosti a mají krátkou trvanlivost. K prodloužení životnosti třešně je vhodné uskladnění s nízkou teplotou (López, 2022).



Obr. 11 Třešeň ptačí (zdroj:

<https://pixabay.com/cs/illustrations/t%C5%99e%C5%A1e%C5%88-ovoce-pr%C5%AFhledn%C3%A9-v%C4%9Btev-3402413/>)

2.2.2.2 Pomerančovník čínský (*Citrus sinensis*)

Pomeranč je plodem pomerančovníku čínského (Obr. 12), což je stálezelený a až 7,5 m vysoký strom patřící do čeledi routovitých (*Rutaceae*). Jeho listy jsou eliptického až vejčitého tvaru a řapíky listů jsou křídlaté. Květy tohoto stromu jsou bílé barvy a voní sladce (Svítek, 2006). Plody jsou kulovité bobule o průměrné velikosti 8–10 cm a jejich kůra bývá zbarvena do oranžové. Dužina je také oranžová a má sladkokyselou chuť (Xu et al., 2013).

Po celém světě se vyskytuje až 500 odrůd pomerančů, ale na evropský trh se jich dostává přibližně kolem dvaceti. Nejznámější odrůdou, kromě *sinensis*, je odrůda *moro*, jejíž plody jsou krvavé barvy (Talon et al., 2020).

Původ pomeranče není úplně zřejmý, ale předpokládá se, že pochází z jižní Číny, severovýchodní Indie, Myanmaru nebo z Indočíny. V současné době se pomeranč pěstuje především v subtropích a poté v menší míře v tropech. Mezi hlavní producenty pomerančů patří USA (Kalifornie, Florida, Arizona), Mexiko, Brazílie, Španělsko, Itálie, Izrael, Austrálie, Jižní Afrika, Japonsko a také Čína (Lim, 2012a).

Pomeranče jsou tvořeny primárně vodou, sacharidy a vlákninou, která se nachází hlavně ve slupce. Naopak malé množství najdeme lipidů a proteinů. Dužina pomeranče

je složena až z 90 % vodou. Dále obsahuje velké množství prospěšných látek pro lidský organismus. Konkrétně se jedná o organické kyseliny (kyselina jablečná a citronová), vitamin C, flavonoidy (hesperidin), esenciální oleje, limonoidy a karotenoidy (Mudasir, 2020). Barva nezralých pomerančů je způsobena chlorofyly, které mají zelenou barvu. Díky jejich postupné degradaci a současnému procesu biosyntézy karotenoidů flavedo začne měnit svou barvu ze zelené na žlutooranžovou (Meléndez-Martínez et al., 2007).

Čerstvé plody jsou vhodné k přímé konzumaci a velké využití mají i dále v kuchyni (příprava salátů, zmrzlin, dezertů, kandované ovoce atd.). Z vrchní vrstvy oplodí pomerančů se vyrábí esenciální olej, který se dále využívá k výrobě mýdel či parfémů. Dřevo pomerančovniku slouží k výrobě nábytku nebo menších ozdobných dekorací (Svítek, 2006).

Pomeranč je podle studií svými účinky prokazatelně velmi prospěšný pro lidské zdraví. Mezi jeho hlavní účinky patří antibakteriální, antifungální, antiparazitární, antioxidační a antiosteoporotická aktivita. Dále napomáhá snižovat cholesterol v krvi nebo působí preventivně v boji proti obezitě a kardiovaskulárním či psychickým problémům (Favela-Hernández et al., 2016).



Obr. 12 Pomerančovník čínský (zdroj: <https://myplantin.com/plant/5672>)

2.2.2.3 Citronovník (*Citrus limon* L.)

Citronovník (Obr. 13) je strom dosahující výšky 2,5–3 m a patřící do čeledě rourovitých (*Rutaceae*). Má stálezelené a kopinaté listy. Oboupohlavné květy jsou bílé s fialovým nádechem na okrajích okvětních lístků. Plodem je podlouhlá, špičatá zelená

bobule, která během zrání žloutne. Uvnitř je bobule vyplněna šťavnatou dužinou rozdělenou na segmenty (jako pomeranč). Citronovník je tvořen tenkým exokarpem, pod kterým se nachází vnější část mezokarpu, známá také jako flavedo. Vnitřní část mezokarpu je známá také jako albedo (Goetz, 2014).

Poloha původního přirozeného prostředí citronovníku není přesně známa. *Citrus limon* je však považován za původní v severozápadní nebo severovýchodní Indii. V jižní Itálii se pěstuje od 3. století našeho letopočtu a v Iráku a Egyptě od roku 700 našeho letopočtu. Arabové zavezli tento druh do Španělska, kde se pěstuje od roku 1150. Byl to také jeden z prvních nových druhů, které Kryštof Kolumbus přivezl ve formě semen na Severoamerický kontinent v roce 1493. V 19. století začala celosvětová komerční produkce citronu na Floridě a v Kalifornii. V současnosti jsou největším producentem *Citrus limon* USA (Mabberley, 2004).

Nejdůležitější skupinou bioaktivních látek v plodech citronu jsou flavonoidy, a to především flavonony (hesperidin), flavony (apigenin, diosmin), flavonoly (kvercetin a jejich deriváty), flavonoly (limocitrin) a flavony (orientin a vitexin). Ve srovnání s jinými citrusovými druhy je *Citrus limon* ten s nejvyšším množstvím eriocitrinu – jedná se o pigment, který dává ovoci a květům jejich barvu (Robards, & Antolovich, 1997). Fenolové kyseliny jsou další důležitou skupinou sloučenin, které se nacházejí jak ve šťávě, tak v ovoci. Ve šťávě je kyselina ferulová, kyselina synapová a jejich deriváty. Naopak v ovoci byla potvrzena přítomnost kyseliny p-hydroxybenzoové. V ovoci jsou dále kumarinové sloučeniny, karboxylové kyseliny, limonoidy, sacharidy, aminokyseliny, komplex vitaminů skupiny B a, vitamin C (Czech, 2020).

Plody citronovníku vynikají svými dobře známými nutričními vlastnostmi, jeho cenné biologické aktivity jsou v moderní fytoterapii a kosmetice podceňovány (Goetz, 2014). Citronová šťáva byla tradičně používána jako lék na kurděje před objevením vitamínu C (Mabberley, 2004). Toto běžné použití je známé již od starověku a dnes je podpořeno četnými vědeckými studiemi. Mezi další využití citronové šťávy patří léčba vysokého krevního tlaku, nachlazení a nepravidelná menstruace. Esenciální olej z citronů je navíc známým lékem na kašel (Papp et al., 2011). Šťáva nebo nastrohaná kůra citronu smíchaná s melasou se navíc používá k odstranění přebytečné vody z těla a šťáva smíchaná s olivovým olejem se podává při infekci dělohy či ledvinových kamenech (Clement, 2015). V současné době se cenné vědecké publikace zaměřují na

stále širší farmakologické působení šťávy a silic z plodů citronů, ty zahrnují například aktivity antibakteriální, antimykotické, protizánětlivé a protirakovinné (Parhiz et al., 2015).



Obr. 13 Citronovník (zdroj: <https://www.elho.com/en/plants/citrus-x-limon-lemon-tree/>)

2.2.2.4 Ostružiník maliník (*Rubus idaeus* L.)

Ostružiník maliník (Obr. 14), nebo také maliník obecný, je až dva metry vysoký listnatý a opadavý keř náležející do čeledi růžovitých (*Rosaceae*). Jeho listy jsou lehce chlupaté a květy, které kvetou v období květen až červen, jsou bílé barvy. Plodem je souplodí peckovic zvané malina. Jedná se o velmi rychle kazící se ovoce s omezenou dobou skladovatelnosti, jejímž důsledkem je ztráta pevnosti a ztmavnutí atraktivní červené barvy. Pro dosažení optimální chuti, tvaru a barvy by bobule měly být sklizeny pro čerstvou spotřebu ve zralém stadiu (Haffner et al., 2002).

Rubus je jedním z nejrozmanitějších rodů v rostlinné říši, který zahrnuje více než 400 druhů rozdělených do 12 podrodů. Domestikované podrody obsahují maliny, ostružiny, arktické ovoce a kvetoucí maliny (Jennings 1988). Roach (1985) a Jennings (1988) ve svých pracích podávají zprávy o domestikaci *Rubus idaeus*. V průběhu 19. století byl do Evropy zavlečen severoamerický maliník červený (*Rubus idaeus strigosus*) a následně byl zkřížen s evropským poddruhem (*Rubus idaeus vulgatus*), a tak vznikl ostružiník maliník, který známe dnes.

Malina je bohatým zdrojem bioaktivních sloučenin jako jsou fenolické sloučeniny (kvercetin, kemferol, kyselina egallová), antokyany a ellagitatiny, a také živin, jako jsou minerály, vitaminy, karotenoidy a organické kyseliny (Beekwilder et al., 2005). Jejich červenou barvu vytváří pigment antokyan, který u jiných druhů bobulí může poskytovat modrý nebo fialový pigment (Li et al., 2019). O tomto ovoci je známo, že obsahuje bílkoviny, velké množství sacharidů a vlákniny potřebné pro zdravou výživu lidí (Kula & Krauze-Baranowska, 2016).

V léčitelství se používají listy maliníku k výluhům, které se používají ke kloktání při zánětech v dutině ústní a k potírání kožních chorob. Jde o hojně zastoupenou složku celoročních bylinných čajových směsí. Existuje množství důkazů, že pravidelná konzumace malin je spojena se sníženým rizikem chronických onemocnění, jako je rakovina a kardiovaskulární onemocnění (Dragsted et al., 1993).



Obr. 14 Ostružiník maliník (zdroj: <https://www.leros.cz/malinik-obecny>)

2.2.2.5 Jahodník velkoplodý (*Fragaria ananassa*)

Jahodník velkoplodý (Obr. 15) je vytrvalá, bylinná a nízkorostoucí rostlina patřící do čeledi růžovitých (*Rosaceae*). Čepele listů jahodníku jsou ozubené, zelené a na povrchu lesklé. Květy mají pět okvětních lístků. Plodem je souplodí nažek, které utváří nepravý červený plod zvaný jahoda. Nejčastěji se pěstují odrůdy jednoploďící, u kterých sklizeň připadá na červen, stáleplodící odrůdy se sklízí na přelomu července a srpna (Ikram et al., 2019).

Rod *Fragaria* se skládá z 23 druhů různě rozšířených po celém světě. Původ pěstované jahody sahá do 18. století a její původní rozšíření bylo na severní polokouli, ale postupem času se zavlekla např. i do Jižní Ameriky. Současné zahradní jahody vznikly křížením několika druhů jahod, a to jahodníku virginského a jahodníku chilského, a tak vznikla nová odrůda v podobě jahodníku ananasového, resp. velkoplodého (Davis et al., 2007).

Plody jahod jsou jak dobrým zdrojem sacharidů, vlákniny a polynenasycených mastných kyselin (kyselina linolová a linolenová), tak i vitaminů B, C a E (Oliveira et al., 2016). Jahoda je také bohatým zdrojem biologicky aktivních fenolických sloučenin, jako jsou třísloviny, antokyany, flavonoidy a fenolové kyseliny (Petkova et al., 2015). Listy obsahují flavonoidy, proantokyanidiny, ellagitaniny, fenolové kyseliny, těkavé oleje, katechiny, kyselinu ellagovou, borneol a také stopová množství alkaloidů, přičemž hlavní fenolickou sloučeninou jsou ellagitaniny (Vukovic et al., 2009).

Mezi zdravotní přínosy jahody se uvádí menší riziko rakoviny, zlepšení funkce neuronů, potlačování přibírání na váze nebo účinky na kardiovaskulární systém. Dále mezi uváděné aktivity patří protizánětlivé, vazodilatační (tzn. rozšíření cév) a antioxidační účinky (Ikram et al., 2019).



Obr. 15 Jahodník velkoplodý (zdroj:

<https://www.agardenforthehouse.com/seascape-my-favorite-spring-to-frost-strawberries/>)

2.2.2.6 Kdouloň (*Cydonia oblonga* Mill.)

Kdouloň obecná (Obr. 16) má tmavě zeleně zbarvené listy s křivolakými větvemi. Pro člověka mají hlavní význam její plody, kvůli kterým se pěstuje (Hedvábná et al., 1999). Plody se nazývají kdoule a sklízí se v říjnu před prvními mrazy (Rivera et al., 1997). K přímé konzumaci se příliš nehodí, a proto je lze využít k výrobě ovocných pomazánek, destilátů, sirupů, jako náplň do koláčů či dortů. Dorůstá výška kolem 5 m a ideálními podmínkami jsou pro ni vlhké hlinité půdy (Silva et al., 2002).

Dle odrůdy rostliny můžeme rozlišit dva druhy plodů. Tím prvním je tvar vypadající jako jablko (*Convar. maliformis*) a druhým je hruška (*Convar. pyriformis*). I přes jejich zdánlivou odlišnost však mají stejnou chuť (Šerá, 2010).

Kdouloň původně pochází z Iránu, Zakavkazí či střední Asie. Již od středověku jsou lidmi pěstovány jako ovocné dřeviny. Některé zdroje poukazují, že se u nás vyskytuje díky důsledku introdukce Římany před zhruba 2000 lety (Žeravová, 2010).

Výrobky vytvořené z kdoule se vyznačují specifickou chutí a výraznou vůní. Nejsou energeticky moc vydatné a v sušině neobsahují velké množství sacharidů, proteinů ani lipidů, avšak obsahují vyšší dávky například karotenoidů. Z minerálních prvků můžeme zmínit vyšší množství jódu, fosforu, manganu či draslíku. Z vitaminů obsahují větší množství vitamínu B3 (niacin) a vitamínu C (kyselina askorbová) (Žeravová, 2010). Obsahují také fenolické látky, jako jsou flavonoidy či fenolické kyseliny, dále obsahují triterpeny, seskviterpeny, steroly a organické kyseliny (Silva et al., 2002). Obsah fenolických látek je zastoupen ve všech částech rostliny, avšak jejich podíl se výrazně liší (Oliveira et al., 2007).

V tradiční medicíně se odedávna používá k léčbě bolestem krku, proti zánětům, vředům, průjmům či vysokému krevnímu tlaku. Zajímavostí je, že semena vykazují projímavé účinky zároveň jsou využívány k léčbě plicních onemocnění. Listy jsou využívány k léčbě horečky, kašle či průjmů (Lim, 2012b). Probíhá řada studií ověřující farmakologické účinky extraktů z kdouloňe a prozatímní výsledky poukazují na antioxidační (Pacífico et al., 2012), antimikrobiální, antivirové (Shinomiya et al., 2009), protinádorové a imunologické účinky (Huber et al., 2012).



Obr. 16 Kdouloň (zdroj: <https://www.bramleyandgage.com/quince/>)

2.2.2.7 Temnoplodec černoplodý (*Aronia meloncarpa* E.)

Temnoplodec černoplodý (Obr. 17) nebo také tzv. arónie je členem čeledi růžovitých (*Rosaceae*) (Lehmann, 1982). Mezi další běžné názvy pro arónii patří bobule černé jabloně a jeřabiny, přičemž v druhém případě se pravděpodobně jedná o křížence jeřabiny s arónií (Jeppsson, 2000). Keře arónie mohou dorůstat výšky až tří m. Jeho listy jsou celokrajné, někdy i částečně vroubkované. Tento keř v období mezi květnem a červnem vytváří kolem 30 malých bílých květů (Strigl et al., 1995). Jedlé části arónie jsou především plody, které jsou drobné, tmavé bobule. Čerstvé a nezpracované plody arónie se kvůli jejich svíravé chuti konzumují jen zřídka, jsou však široce zpracovávány v potravinářském průmyslu (Vagiri & Jensen, 2017). Sklizeň se provádí mechanicky od srpna do září (Ara, 2002).

Plody arónie pocházejí z východních částí Severní Ameriky a východní Kanady (Strigl et al., 1995). K jejich migraci do Evropy došlo kolem roku 1900 přes Německo do Ruska a zpět. Kolem roku 1946 byla rostlina založena jako kultivar v bývalém Sovětském svazu. V poslední době se pěstuje také ve východoevropských zemích a Německu (Seidemann, 1993).

Chemické složení bobulí nebo čerstvě vylisované šťávy se od ostatních bobulí odlišuje vysokým obsahem sorbitolu a polyfenolů (Wawer, 2006). Arónie obsahují vlákninu, cukry, tuky bílkoviny, vitaminy, minerální látky a organické kyseliny (kyselina jablečná, citrónová). Kromě těchto složek jsou v aróniích poměrně ve vysokém množství

také β -karoten a β -kryptoxantin (Tanaka & Tanaka, 2001). Plody arónie mají dále vysoký obsah prokyanidinů, antokyanů a fenolových kyselin (Krenn et al., 2007). V nedávné studii byly kromě jeřabiny jako nejlepší zdroje fenolových kyselin mezi bobulemi označeny arónie (Mattila et al., 2006). Další studie ukazuje, že aplikované hnojení může mít rozdílný vliv na chemické složení plodů arónie, zejména s ohledem na obsah cukru a množství fenolických látek (Skupien & Oszmianski, 2007).

V současné době nejsou v literatuře žádné údaje o nežádoucích a toxických účincích plodů, šťávy nebo extraktů *Aronia melanocarpa* (Valcheva-Kuzmanova & Belcheva, 2006)

Arónie je zdrojem mnoha bioaktivních látek se širokým spektrem zdraví prospěšných vlastností. Nedávné studie ukázaly četné účinky konzumace produktů z arónie černé. Jejich zdraví prospěšná aktivita byla zaznamenána u kardiovaskulárních onemocnění, hyperlipidémie, hypercholesterolémie, hypertenze a diabetu. Dále má pravděpodobný potenciál inhibovat rozvoj různých typů rakoviny, včetně leukémie, rakoviny prsu a střev (Sidor et al., 2019). Arónie se běžně používá k výrobě ovocného sirupu, ovocné šťávy, měkkých pomazánek a čaje. Čaj je obvykle směsí s dalšími chuťově výraznějšími přísadami. Plody arónie se také používají k výrobě likérů a lihovin, stejně jako přísady do ovocných vín (Ara, 2002).



Obr. 17 Temnoplodec černoplodý (zdroj: <https://create.vista.com/cs/photos/aronia/>)

2.2.2.8 Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Brusnice brusinka (Obr. 18) je rostlina náležící do čeledi vřescovitých (*Ericaceae*). Jedná se o stálezelený, plazivý keř s podzemními oddenky dorůstající výšky až 30 cm. Na větvičkách rostou 1–3 cm velké obvejčité lístky s lesklou svrchní stranou. Okraje čepelí jsou obvykle celistvé, občas vzdáleně vroubkované. Květenstvím je mírně převislý hrozen se 4–12 květy, jejichž odstíny jsou bílé až růžové barvy. Plodem jsou červené a kulovité bobule (Ritchie, 1955).

Toto bobulovité ovoce pochází ze Spojených států a Kanady. Většina komerčních farem se dnes nachází v severních Spojených státech, Massachusetts a New Jersey a v kanadských provinciích Quebec a Britská Kolumbie (Raz et al., 2004). V Evropě se rostlina vyskytuje na území od 200 m. n. m. do 1500 m. n. m., mimo Evropu se vyskytuje také v Asii, a to od severního ruského pobřeží po severní Mongolsko a Koreu (Ritchie, 1955).

V brusinkách je více než 80 % vody a 10 % sacharidů (Lenter, 1984). Plody obsahují různé fytochemikálie flavonoidů, jako jsou antokyany, flavonoly a proantokyanidiny, dále stilbeny a triterpenoidy (kyselina ursolová a její estery) (Neto, 2007). Mezi další složky patří malé množství kyseliny askorbové. Hlavní organické kyseliny jsou kyselina citrónová a jablečná. Pro barvicí aplikace se používají antokyanové pigmenty získané z brusinkové dužiny (Woo et al., 1980).

Domorodí Američané jako první používali brusinky pro jejich léčivé vlastnosti. Brusinky se používaly na různé potíže, včetně poruch krve, žaludečních onemocnění, jaterních problémů a horečky. Brusinky jsou dlouhodobě středem zájmu pro své příznivé účinky v prevenci infekcí močových cest. Toto ovoce obsahuje dvě sloučeniny s antiadhezivními vlastnostmi, které zabraňují vzniku bakterie *Escherichia coli* a jejich přilnutí k uroepitálním buňkám v močovém traktu (Raz et al., 2004). Složky brusinek jsou potenciálními činidly proti zubnímu kazu, protože inhibují produkci kyselin, uchycení a tvorbu biofilmu *Streptococcus mutans* (Bodet et al., 2008)



Obr. 18 Brusnice brusinka (zdroj: <https://www.leros.cz/brusnice-brusinka>)

2.2.2.9 Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus* L.)

Brusnice borůvka (Obr. 19) je nízkorostoucí keř z čeledi vřesovcovitých (*Ericaceae*). Listy této léčivé rostliny jsou světle zelené, opadavé a na povrchu mírně ojíněné s tenkou voskovou vrstvou. Jejich okraje jsou zubaté. Plodem je bobule, tzv. borůvka, která je zbarvena zpravidla modře a obsahuje velké množství semen. Vzácně se vyskytují i bobule bílé či červené barvy. Koruna květu je zbarvena obvykle do bíla, někdy také s nádechem zelené nebo růžové. Doba kvetení rostliny je v období od dubna až do května (Kubát et al., 2002).

Původem je borůvka ze severní Evropy. Nyní se ale vyskytuje také v Severní Americe a Asii (Chu et al., 2011). Roste skoro na celém území Evropy, v jižní Evropě ale jen zřídka, např. chybí v jižním Španělsku, jižní Itálii a jižním Řecku (Brezina, 1993).

Obecně je *Vaccinium myrtillus* bohatým zdrojem mikroživin a fytochemických sloučenin, jako jsou organické kyseliny, cukry, vitaminy, vláknina a fenolické sloučeniny (kvercetin, katechiny) (Pires et al., 2020). Dále obsahuje třísloviny, ellagitaniny, fenolové kyseliny a antokyany (Chu et al., 2011).

Borůvky jsou v poslední době uznávány jako jedna z předních zdravých potravin. Výzkumná zpráva z roku 1996 od Centra pro výzkum lidské výživy pro stárnutí na Tufts University, zjistila, že borůvky mají nejvyšší antioxidační aktivitu ze 41 testovaných druhů ovoce a zeleniny (Norberto et al., 2013). Borůvce jsou připisovány

především účinky zlepšení zraku, ale také je prokázáno, že snižují hladinu glukózy v krvi. Existují zprávy i o tom, že borůvka se vyznačuje svými protizánětlivými a protinádorovými aktivitami (Chu et al., 2011). Denní konzumace borůvek pomáhá snížit riziko kardiovaskulárních onemocnění o dvacet procent (Rodriguez-Mateos et al., 2019). Využití borůvky má význam také v potravinářství, a to jak v přímém konzumu čerstvých či zpracovaných bobulí, tak při výrobě šťáv (Dufek & Slavík, 2003).



Obr. 19 Brusnice borůvka (zdroj:

https://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/systematika/ucebni_text/system/krytosemenn_e/dvoudelozne/brusnicovite/Vaccinium_myrtillus.html)

2.2.2.10 Černý rybíz (*Ribes nigrum* L.)

Rybíz černý (Obr. 20) je rozvětvený a stá keř řazen do čeledi meruzalkovitých (*Grossulariaceae*). Listy jsou dlanitě členěné, s dlanitou žilnatinou a zubaté. Květy se barví do žluta s růžovými okraji. Tato rostlina má tmavě fialové, hořkosladké a semenné bobule, které mohou dorůst až do průměru asi 1 cm (Gopalan et al., 2012). Rybíz se sklízí od druhé části června do druhé poloviny července. Sklizeň začíná v tu dobu, jakmile barva plodů má jednotnou černou barvu (McCance & Widdowson, 2004).

Keře rybízu černého pocházejí ze severu Evropy, Asie, Severní Ameriky a z horských oblastí Jižní Ameriky a severozápadní Afriky. Plody rybízu jsou málo známé např. ve Spojených státech amerických, ale jsou ekonomicky významné především v Rusku, Polsku, České republice, Německu, Skandinávii, Velké Británii, Novém Zélandu a v mnoha východoevropských státech. I přesto, že rostlina je mrazuvzdorná,

tudíž vhodná pro pěstování v chladných zemích, pěstuje se hlavně v Evropě. Od počátku 20. století bylo dokonce ve Spojených státech amerických protizákonné pěstovat tento druh rybízu. Důvodem bylo to, že byl označen jako jeden z hlavních přenašečů choroby ohrožující další hospodářské rostliny. Toto nařízení bylo oficiálně zrušeno až v roce 2003 (Hummer & Barney, 2002).

Čerstvé ovoce černého rybízu obsahuje řadu funkčních a bioaktivních sloučenin, jako je rozpustný cukr, organické kyseliny, různé vitaminy, multi-aminokyseliny, různé minerály, prvky a nenasycené mastné kyseliny (Huo et al., 2011). Plody černého rybízu jsou zvláště bohatým zdrojem biologicky aktivních sloučenin, například vysoký obsah antokyanů, proantokyanidinů, kvercetinu, myricetinu, fenolových kyselin a isorhamnetinu. Černý rybíz má navíc vysoký obsah vitamínu C, který spolu s bioaktivními fenoly přispívá k vysoké antioxidační aktivitě bobulí (Karjalainen et al., 2008).

Ovoce se často používá k výrobě tmavě fialových barviv a lze je jíst syrové nebo ve zpracovaných formách, jako je šťáva nebo džemy. Odpad z ovoce černého rybízu byl také studován pro jeho aplikaci v obnovitelných barvách na vlasy (Rose et al., 2018). Listy rostliny se pro svou silnou vůni dříve používaly jako zvýrazňovač chuti do polévek. Olej extrahovaný ze semen se v dnešní době často používá v kosmetice (Ligeza et al., 2016). Plody a listy černého rybízu mají dlouhou historii jako tradiční lék v Asii i Evropě (Bishayee et al., 2011). Někdy se bobulím černého rybízu říká super ovoce, protože vykazují řadu zdravotních výhod (Lyall et al., 2009). Kromě neoficiálního použití v tradiční bylinné medicíně moderní laboratoře prokázaly silné protizánětlivé, antioxidační a antimikrobiální účinky složek černého rybízu na nesčetné množství chorobných stavů (Gopalan et al., 2012). Několik studií prokázalo, že bobule mají vliv na prevenci únavy očí (Nakamura et al., 2002).



Obr. 20 Černý rybíz (zdroj:

<https://www.istockphoto.com/cs/search/2/image?phrase=ribes+nigrum>)

2.3 Bioaktivní fenolické látky

Jako bioaktivní látky jsou označovány chemické sloučeniny působící na životní funkce organismů, ať už biochemické pochody, koordinační funkce nebo průnik látek buňkami (Waisser, 2004). Zjednodušeně bychom mohli za tyto látky brát všechny sloučeniny od aminokyselin až po vodu. Důležité je zde, že se jedná o aktivní biologické látky, tedy o látky jak podněcující, tak ale i vykonávající určitou činnost organismu (Dřimalová, 2005).

Fenolické látky (zvané také polyfenoly nebo rostlinné fenoly) tvoří velkou heterogenní skupinu látek s různou strukturou a v říši rostlin a živočichů jich bylo identifikováno více než 8000 (Klejdus, 2004). Mnoho polyfenolů spadá mezi sekundární metabolity (Spilková, 2016). Harmatha (2005) ve své knize uvádí, že až 40 % organicky vázaného uhlíku tvoří právě fenolické struktury, které se nachází se v různých druzích rostlin. Koncentrace fenolických látek se liší v jednotlivých částech rostlin. Nejmenší množství fenolických látek je v rostlině při jejím dozrání a zároveň dochází k zvyšování hladiny antokyanů (Macheix et al., 1990).

Jelikož pouze rostliny a mikroorganismy mohou syntetizovat aromatické jádro, dalo by se říct, že v rostlinné říši jsou všudypřítomné. Největším zdrojem těchto látek pro lidský organismus jsou především zdroje ze zeleniny a ovoce (Ferreira et al., 2012).

Základním znakem ve struktuře fenolických látek je výskyt alespoň jednoho aromatického kruhu, na který je napojen jedna či více hydroxylových skupin. U hydroxylových skupin dochází také k oxidaci, methylaci či konjugaci na karboxylové skupiny, cukry či jiné fenoly (Velíšek & Cejpek, 2008). Všechny fenolové látky jsou založeny na základní struktuře fenolu (Vermeriss & Nicholson, 2006).

Masorovičová a Repčák (2002) uvádějí, že fenoly mají kvůli labilitě vodíku z hydroxylové skupiny aromatizovaného jádra slabě kyselý charakter.

Rostlinné fenolické látky vznikají dvěma způsoby, v obou případech dochází k tvorbě aromatických sloučenin. První způsob vzniku je běžnější, a to přes kyselinu shikimovou (tzv. shikimáty), které vedou od monosacharidů právě k aromatickým aminokyselinám (např. tyrosin či fenylalanin). Následně dochází k deaminaci, kde jako výsledný produkt vzniká kyselina skořicová a její deriváty (např. kumariny, lignany, ligniny, kyselina benzoová nebo acetofenony). Méně častý způsob vzniku fenolických látek je polyacetátovou biosyntézou, jejímž meziproduktem jsou různě dlouhé poly- β -ketoestery (polyketidy). Následně dochází k cyklizaci a výsledným produktem jsou sloučeniny polycyklické (např. chinony, xantony, chromony, isokumariny, depsidy, depsidony či orcinoly). Kvůli dualitě vzniku aromatických jader, a to kombinací polyacetátu a kyseliny shikimové, jsou chemické struktury fenolických látek velmi rozmanité (Bruneton, 1999).

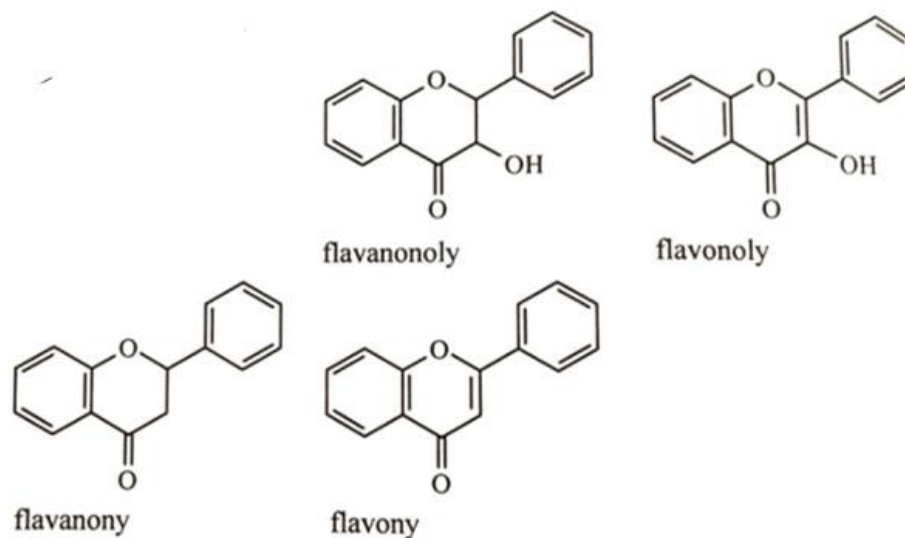
Dělení fenolických látek je různé dle jednotlivých autorů. Velíšek (2002) je dělí z hlediska chemického složení, a to konkrétně podle počtu uhlovodíků. Polyfenoly s šesti uhlovodíky nazývá jednoduché fenoly a benzochinony, se 14 uhlovodíky stilbeny a antrochinony. Jestliže mají fenolické látky více jak 30 uhlovodíků, jde o ligniny či flavolany. V následující tabulce (Tab. I) jsou uvedeny příklady ostatních skupin.

Tab. I Nejběžnější typy fenolických látek v rostlinách seřazeny podle počtu uhlíků
(Velíšek, 2002)

| Počet uhlíků | Základní skelet | Skupina |
|--------------|-------------------|--|
| 6 | C_6 | jednoduché fenoly, benzochinony |
| 7 | C_6-C_1 | fenolové kyseliny |
| 8 | C_6-C_2 | acetofenoly, fenyloctové kyseliny |
| 9 | C_6-C_3 | fenolové kyseliny, fenypropeny, kumariny |
| 10 | C_6-C_4 | naftochinony |
| 13 | $C_6-C_1-C_6$ | xantony |
| 14 | $C_6-C_2-C_6$ | stilbeny, antrochinony |
| 15 | $C_6-C_3-C_6$ | flavonoidy, izoflavonoidy |
| 18 | $(C_6-C_3)_2$ | lignany, neolignany |
| 30 | $(C_6-C_3-C_6)_2$ | bioflavonoidy |
| n | $(C_6-C_3)_n$ | ligniny |
| n | $(C_6-C_3-C_6)_n$ | flavolany |

2.3.1 Flavonoidy

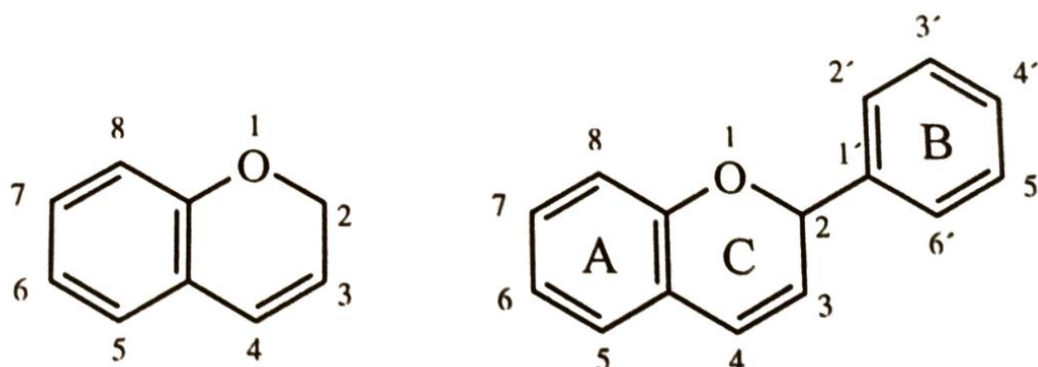
Flavonoidní látky, zkráceně flavonoidy (Obr. 21), jsou ve vodě rozpustné pigmenty rostlin obsahující v molekule dva benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem. Tyto pigmenty udávají zbarvení květu, plodu a někdy i listům. Flavonoidní látky jsou také přítomné v rostlinné kutikule a v epidermu buněk listů, je jich známo přibližně 4500 (Croteau et al., 2000). Mezi nejznámější patří flavanony, flavony, flavanoly, flavonoly, chalkony, isoflavony, aurony, proantokyanidiny a antokyanidiny (Velíšek & Hajšlová, 2009). Wang et al. (2000) uvádí, že v čaji se nejvíce z flavonoidů vyskytují flavanoly a flavonoly.



Obr. 21 Obecná struktura flavonoidů (Velíšek & Hajšlová, 2009)

Zbarvení části rostlin není jediná funkce flavonoidů. Důležitý je také fakt, že patří mezi antioxidanty, tudíž přispívají k ochraně buněk před oxidačním stresem pomocí neutralizace volných radikálů. Nežádaná oxidace vede ke žluknutí tuků a také k oxidaci dalších složek potravin. Negativními důsledky oxidace jsou chemické změny, které mohou být pro lidský organismus až toxické (Seong et al., 2016). Flavonoidy jsou z těl lidí a zvířat vylučovány beze změny močí (Cook & Samman, 1996).

Flavonoidy tvoří největší skupinu fenolických látek a jsou odvozené od kyslíkaté heterocyklické sloučeniny 2H-chromenu. Ten je v poloze C-2 substituován fenylovou skupinou zvanou flavan (Obr. 22).



Obr. 22 Struktura 2H-chromenu a flavanu (Velíšek & Hajšlová, 2009)

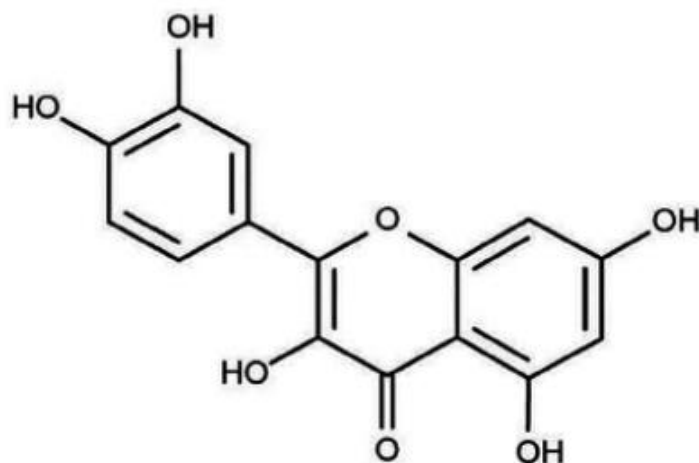
Struktura flavanu je složena ze dvou benzenových kruhů (A a B) a kruhu (C), odvozeného od 2H-pyranu. Poloha C-2 spojuje jednotlivé kruhy B a C (Velíšek, 1999). U vzorového flavonoidu platí, že meta-hydroxylová skupina z kruhu A poskytuje kyslík ke vzniku šestičlenného heterocyklu (Vermeris & Nicholson, 2006).

2.3.1.1 Flavonoly

Většina významnějších flavonolů, které se nachází v potravinách, mají v poloze C-3, C-5, C-7 a C-4' hydroxyskupinu. Od sebe se liší substitucí v poloze C-3' a C-5' a vyskytují se zejména ve formě glykosidů a takto jsou rozpustné ve vodě. Ve volné formě se vyskytují v podobě aglykonu, který je rozpustný v tucích (Dabeek & Maara, 2019). Mezi nejznámější zástupce skupiny flavonolů patří kvercetin, kemferol, myricetin a rutin. Tyto látky se nacházejí hojně v květech rostlin a projevují se odstíny žluté barvy (Velíšek a Hajšlová, 2009). Koncentrace flavonolů se může odlišovat i v jednom kusu ovoce/zeleniny (každá strana ovoce/zeleniny může obsahovat jiné množství těchto látek), záleží totiž na množství absorbovaného slunečního záření (Manach et al., 2004). Nejdůležitějšími flavonoly v čaji jsou kvercetin, kemferol a myricetin (Aherne & O'Brien, 2002). Vyšší koncentrace těchto látek přispívá k trpké chuti čajů (Manach & Williamos, 2005).

Kvercetin

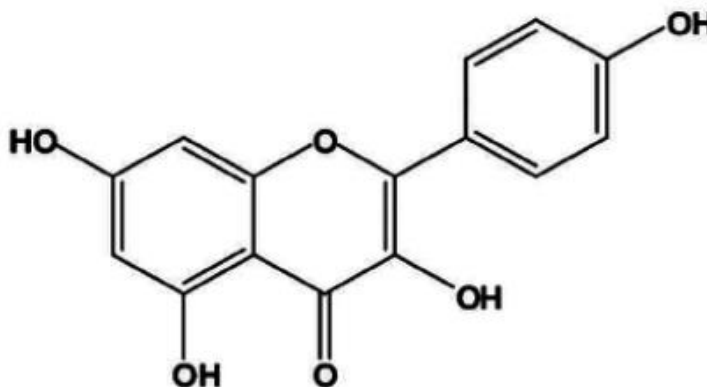
Kvercetin (Obr. 23) nebo také soforetin či xanthaurin má vzorec $C_{15}H_{20}O_7$. Toto žluté barvivo patří mezi nejznámější flavonoidy, resp. flavonoly, vůbec. Čistá forma kvercetinu, kterou v přírodě běžně nelze nalézt, vypadá jako bílý prášek či drobné jehlicovité krystalky. Je špatně rozpustný ve vodě (ve studené skoro nerozpustný, v teplé velmi špatně rozpustný). Osoby, které konzumují pravidelně ovoce a zeleninu, mají dostatečný příjem kvercetinu. Hertog et al. (1995) ve studii stanovuje jeho denní dávku na 3 až 38 mg. Tato látka se nejhojněji vyskytuje např. v červeném víně (hrozny), jablkách, kapustě či cibuli. Obecně vyšší koncentrace kvercetinu působí jako preventivní opatření proti rakovině. Zpomaluje také růst nádorových buněk (Ulusoy & Sanlie, 2019). Nedávná studie u kvercetinu prokázala další léčivé účinky tím, že snižuje oxidační stres deaktivováním reaktivních forem kyslíku. Kvůli špatné rozpustnosti ve vodě je využití tohoto flavonolu v lékařství velmi omezené (Khursheed & Gulati, 2019).



Obr. 23 Strukturní vzorec kvercetinu (Kaliyaperumal et al., 2013)

Kemferol

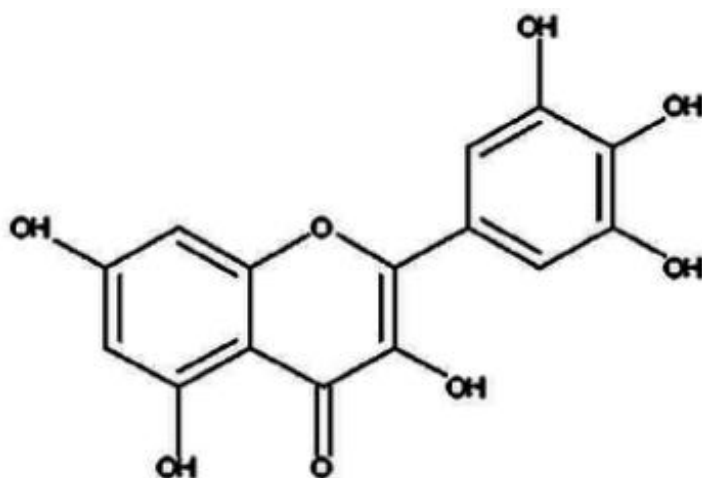
Kemferol (Obr. 24) někdy také kaempferol a systematicky zvaný 3,4',5,7 tetrahydroflavon je také žlutě zbarvený antioxidant, který potlačuje proces oxidace. Jedná se o krystalický prášek, který lze snadno rozpustit v ethanolu. Protože obsahuje o jednu hydroxylovou skupinu více než kvercetin, není tak reaktivní (Dabeek a Maara, 2019). Mezi nejbohatší potraviny obsahující tuto látku patří listová zelenina, citrusové plody, brokolice, fazole či rajčata (Ren, 2019). Nejvýznamnější funkcí kempferolu jsou protizánětlivé účinky a schopnost pohlcovat volné radikály. Užitečný je dále taky jako preventivní opatření před osteoporózou, obezitou, cukrovkou nebo kardiovaskulárními onemocněními. Tato látka je velmi hojně využívána v tradiční čínské medicíně (Mohammadi & Moheeni, 2015).



Obr. 24 Strukturní vzorec kemferolu (Kaliyaperumal et al., 2013)

Myricetin

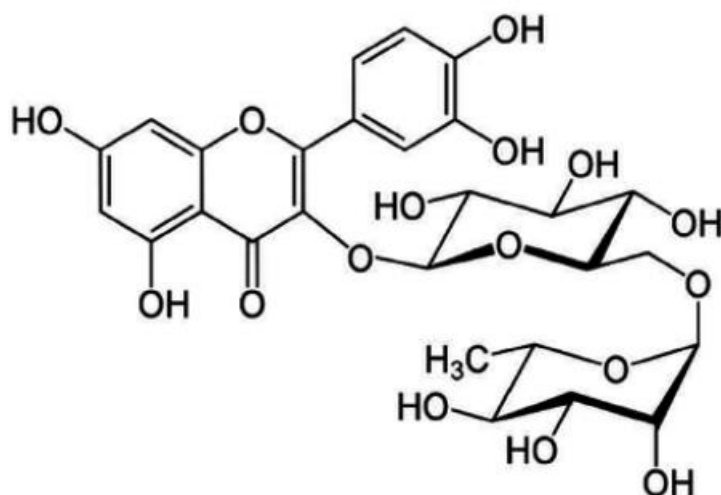
Flavonol zvaný myricetin (Obr. 25) je složený z 3-hydroxyflavonové struktury a 6 hydroxylových skupin. Jde o žlutě zbarvenou sloučeninu, která se v přírodě vyskytuje ve formě glykosidů a je rozpustná v alkoholu. Mezi rostlinné zdroje lze zařadit ořechy, jahody, červené víno (hrozny) nebo cibule (Kyle, 2011). Myricetin má velké množství pozitivních účinků na lidský organismus. Má protizánětlivé a proti rakovinné účinky, snižuje obsah LDL cholesterolu v krvi, efektivně usnadňuje léčbu průjmu nebo horeček (Semwal et al, 2016). U pacientů s Alzheimerovou nebo Parkinsonovou chorobou zpomaluje jejich průběh (Kyle, 2011).



Obr. 25 Strukturní vzorec myricetinu (Kaliyaperumal et al., 2013)

Rutin

Kvercetin-3- β -rutinosid je systematický název pro nejdůležitější derivát kvercetinu, rutin (Obr. 26). Jde o netoxickou látku, dříve známou pod názvem vitamin P. V čisté formě se vyskytuje ve formě žlutozelených jehličkovitých krystalků (Holeček, 2005). Rutin se nachází např. v jablkách, pohance, mučence, mladých listech amarantu neboli laskavce (Dadáková & Chmelová, 2017). Pro lidský organismus je výhodný pro jeho antioxidační, protizánětlivé, protialergenní a protirakovinné účinky (La Casa et al., 2000). Kol. autorů (2005) uvádí v Českém lékopise, že se běžně využívá v lécích pro posílení žilní stěny.



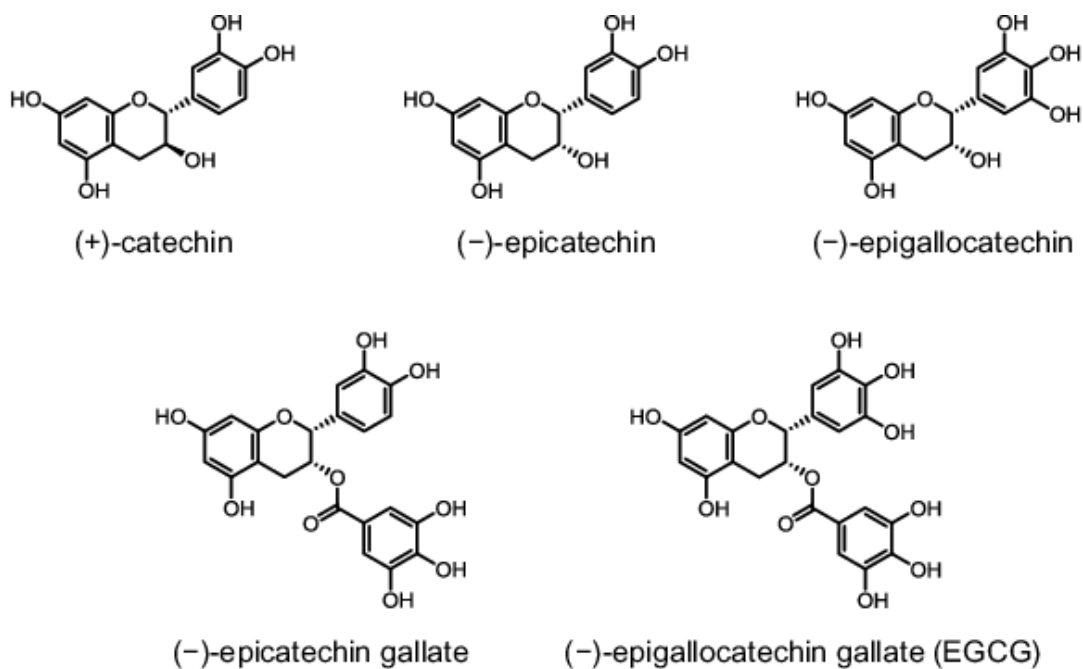
Obr. 26 Strukturní vzorec rutinu (Kaliyaperumal et al., 2013)

2.3.1.2 Flavanoly

Flavanoly existují ve dvou podobách, a to buď jako katechiny (monomer), nebo jako proantokyanid (polymer). Jejich strukturální vzorce jsou odvozeny od vzorce flavanu, odlišují se pouze tím, že mají navíc připojenou jednu hydroxylovou skupinu na tříuhlíkovém řetězci (Higdon & Frei, 2003). Flavanoly se objevují v rostlinných materiálech jako monomery, oligomery i polymery. Nejsou v potravinách glykosylovány, jako to je u jiných flavonoidních látek (Stratil, 2007).

Katechiny

Katechiny neobsahují barevný pigment a jsou to tedy bezbarvé a ve vodě rozpustné látky. Zajímavostí je, že mohou představovat až 30% váhy čaje v suchém stavu. Nicméně to ovlivňuje mnoho faktorů (druh čaje, země původu a životní podmínky) (Shahidi & Naczki, 2004). Tato skupina látek způsobuje typickou nahořklou a trpkou chuť černých a zelených čajů. Nejvýznamnějšími katechiny (Obr. 27) jsou epigallokatechin, epigallokatechin gallát, epikatechin a epikatechin gallát (Wang et al., 2000). Ovoce (zejména jablka, hrušky a broskve) obsahuje především epikatechin, ostatní zmiňované katechiny se vyskytují hlavně v luštěninách nebo hroznech (Mendelová, 2005).

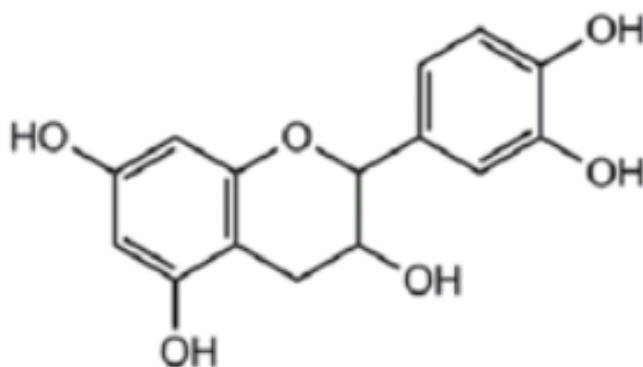


Obr. 27 Strukturální vzorce katechinu a čtyř hlavních katechinů čaje (Miyoshi et al., 2015)

Jednotlivé katechiny nejsou všechny stejně aktivní, záleží totiž na jejich redoxním potencionálu. Negallované katechiny jsou daleko méně reaktivní než estery kyseliny gallové, protože jejich redoxní potenciál je vyšší (Wang et al., 2000). Účinky katechinů jsou dobře prověřené. K nejznámějším patří prevence proti arterioskleróze, snižování hladiny cholesterolu v krevním řečišti a krevního tlaku a působí i proti rakovinovému bujení (Manach & Donovan, 2004).

Proantokyanidiny

Kondenzované tanniny (Obr. 28), známější pod názvem proantokyanidiny, jsou dimery, oligomery a někdy i polymery flavanolů, konkrétně katechinu. Jejich název je odvozen od toho, že během jejich zahřátí v kyselém prostředí se poddávají oxidativní polymeraci za vzniku červeně zbarvených flobafenů a také drobnému množství antokyaninů (Kalač & Míka, 1997). Díky vzájemné spolupráci se slinnými proteiny jsou zodpovědné za štiplavou chuť ovoce, nápojů a za hořkost čokolády. Štiplavost se mění během procesu zrání ovoce a s přibývajícím stupněm zralosti odchází (Velíšek, 1999).



Obr. 28 Strukturální vzorec kondenzovaného tanninu (Varila et al., 2019)

2.3.1.3 Flavanony

Flavanony vznikají z chalconů jako meziproduct při vytváření flavonů či flavonoidů (Velíšek, 1999). Struktura těchto látek je velmi reaktivní a často podléhá hydroxylaci, glykosylaci a methylaci (Fraga, 2010). Bezbarvé až světle žluté flavanony nemají téměř žádný význam. Vyskytují se hojně v houbovité části citrusových plodů, v rajčatech nebo v mátě. Některé druhy flavanonů způsobují nahořklou chuť (Manach et al., 2004).

Mezi nejčastější flavanony patří herperetin, který je hlavní součástí glykosidů pomerančů a citronů, a naringenin, který je součástí glykosidů grapefruitů (Velíšek & Hajšlová, 2009). Flavanony ale zahrnují i menšinové složky jako sakuranetin a isosakuranetin (Fraga, 2010).

2.3.1.4 Flavony

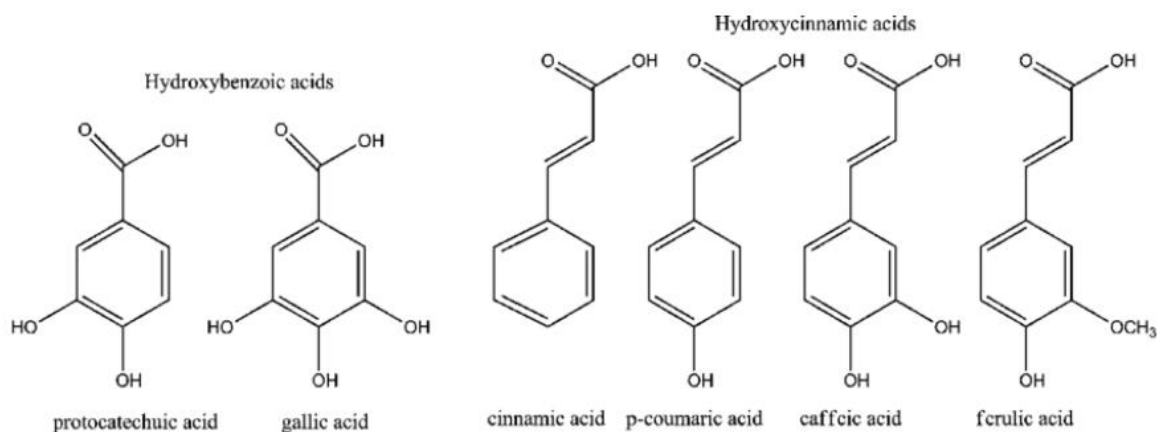
Flavony a flavonoly patří mezi nejrozšířenější žluté pigmenty. Flavonům, které jsou syntetizovány z flavanonů, narozdíl od flavonolů chybí hydroxylové skupiny (Vermerris & Nicholson, 2006). Flavony jsou silné rostlinné antioxidanty s antikarcinogenní aktivitou a také protizánětlivými účinky (Luštinec & Žárský, 2003). Jako nejvýznamější zástupce flavonů substituovaných hydroxyskupinami řadíme luteolin a apigenin, který snižuje vysokou hladinu v krvi (Erlund, 2004). Naopak z methoxyderivátů je častý limocitrin nebo tangeretin. Tyto dva flavony se vyskytují v citrusových plodech. Největší nálezy flavonů vykazuje celeru, petržel, paprika, chmel

nebo pšenice. Ovoce a zelenina ho obsahuje pouze nepatrné množství (Welch et al., 2008). Od flavonů jsou odvozeny tzv. biflavonyly, jedná se především o dimery apigeninu. Konkrétně jeden z nich – amentoflavon se vyskytuje ve zvýšeném množství v listech jinanu dvoulaločného (Velíšek & Hajšlová, 2009).

2.3.2 Fenolové kyseliny

Fenolové kyseliny tvoří přibližně jednu třetinu dietních fenolů (Ignat & Volf, 2011). Garda (2013) uvádí, že fenolové kyseliny mají typickou strukturu – obsahují benzenový kruh, karboxylovou skupinu a alespoň jednu či více hydroxylovaných nebo methoxylovaných skupin ve své molekule. Aktivita fenolových skupin se odvíjí od počtu hydroxylových skupin v molekule – tzn. čím víc hydroxylových skupin sloučenina má, tím vyšší je její účinnost. Tyto kyseliny dělíme do dvou základních skupin (Obr. 29), a to hydroxybenzoové kyseliny (odvozené od kyseliny benzoové obsahující sedm atomů uhlíku) a hydroxyskořicové kyseliny (odvozené od kyseliny skořicové obsahující devět atomů uhlíku). Mezi deriváty kyseliny benzoové řadíme kyselinu gallovou, kyselinu egallovou či kyselinu chlorogenovou, do derivátů kyseliny skořicové spadá např. kyselina kávová, kyselina ferulová nebo kyselina sinapová (Clifford, 1999).

Některé druhy přírodních fenolických kyselin se hojně vyskytují v běžné stravě. Zastoupeny jsou jak ve volné formě, tak ve vázané formě jako estery a amidy (Fiuza et al., 2004). Mezi hlavní zdroje těchto kyselin jsou ovoce (borůvky, švestky, jablka, maliny, jahody), zelenina (brambory, zázvor) a káva. (Slatina & Táborská, 2004). Fenolové kyseliny patří mezi antioxidanty. Velmi vysokou antioxidační schopnost vykazují zejména kyseliny hydroxyskořicová, hydroxybenzoová, kávová a chlorogenová. Tato aktivita je dána počtem hydroxylových skupin v molekule. Obecně lze tvrdit, že hydroxylované skořicové kyseliny vykazují vyšší antioxidační aktivitu než kyseliny benzoové (Garda, 2013). Na deriváty kyseliny skořicové narazíme v přírodě a běžném životě častěji než na deriváty kyseliny benzoové (Ondrejovič et al., 2009).



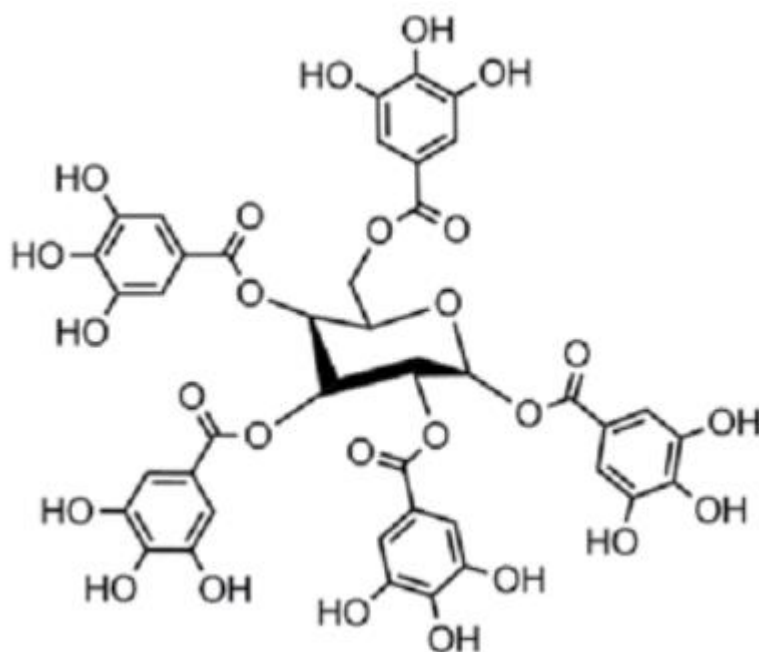
Obr. 29 Strukturální vzorce některých hydroxybenzoových a hydroxyskořicových kyselin (Lojek et al., 2014)

2.3.3 Tanniny

Tanniny neboli třísloviny jsou rostlinné polyfenoly rozpustné ve vodě vyznačující se trpkou chutí (Kalač, 2001). Mezi žádané vlastnosti řadíme např. trpkost piva, červeného vína, kávy nebo čaje, naopak mezi neatraktivní vlastnosti patří trpkost nezralého ovoce. Ve větším množství je lze najít v semenech luštěnin (hlavně fazole a sója) (Velíšek & Hajšlová, 2009). Dále mají schopnost srážet alkaloidy, bílkoviny a želatinu. Jsou poměrně silnými redukčními činidly a jejich oxidací vznikají chinony. Tanniny lze rozdělit do dvou hlavních skupin, a to podle odlišnosti jak biogenetického původu, tak i strukturou – hydrolyzovatelné třísloviny a kondenzované třísloviny (proantokyanidiny) (Míka, 2003).

2.3.3.1 Hydrolyzovatelné tanniny

Hydrolyzovatelné tanniny (Obr. 30) dále dělíme na tzv. gallotanniny a ellagotanniny (Shahidi & Naczki, 2003). Tyto sloučeniny mají v celku komplikovanou strukturu, neboť se jedná o deriváty 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl- β -D-glukopyranosy s gallovou kyselinou, která je vázána na D-glukosu esterovými vazbami. Během procesu biosyntézy vznikají oxidací dvou sousedních zbytků kyseliny gallové již zmíněné ellagotanniny. Gallotanniny se získávají z duběnek (označují se jako kyselina tříslová nebo tannin) a právě tato látka našla uplatnění v potravinářství, kde se používá k prevenci proti vzniku zákalů v octu, pivě či víně (Velíšek & Hajšlová, 2009).



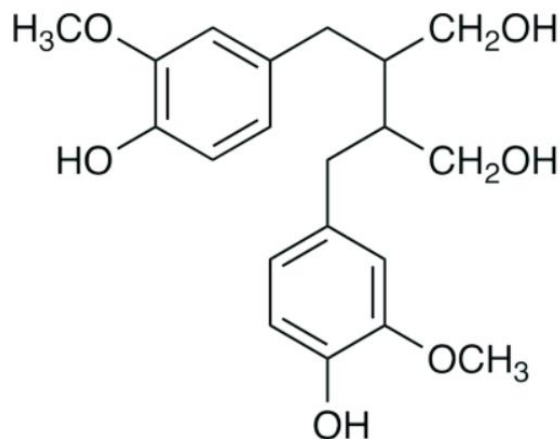
Obr. 30 Strukturní vzorec hydrolyzovaného tanninu (Varila et al., 2019)

2.3.3.2 Kondenzované tanniny

Viz výše kapitola Flavanoly, Proantokyanidiny

2.3.4 Lignany

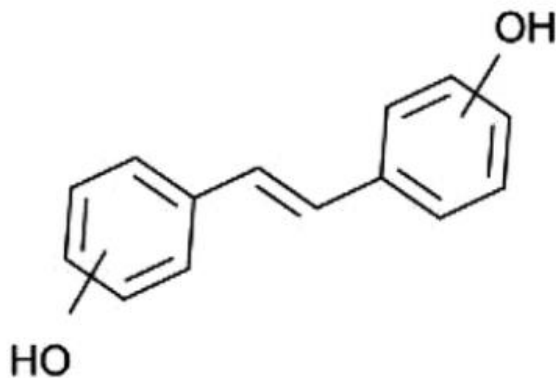
Lignany (Obr. 31) jsou polyfenolové sloučeniny dimeru, většinou fytoestrogeny. s uspořádáním $C_6-C_3-C_3-C_6$. Jejich struktura je podmíněna vznikem z redukované formy alkoholů vycházející z kyseliny skořicové a skelet je tvořen vazbami mezi b-uhlíky postranního řetězce dvou jednotek odvozených od 1-fenylpropanu (Lattanzio, 2013). V dnešní době je známo přes dvě stovky rozmanitých struktur (Harmatha, 2002). Z lignanů, volně dostupných v přírodě, jsou nejznámější matairesinol a sekoisolariciresinol nacházející se v rostlinách v podobě glykosidů. Dále se vyskytují ale i v žaludku, kde obsahují mikrobiální organismy (Havlík & Marounek, 2012). Funkce lignanů jsou hlavně ochranné a obranné, konkr. rostlinu chrání před škodlivými vlivy (odpuzování hmyzu) a pomáhá jí kontrolovat její růst (Velíšek & Cejpek, 2008). Některé z nich mají i účinky antioxidační, antikarcinogenní, antiestrogenní, estrogenní a antivirové (Croteau et al., 2000). Největším zdrojem lignanů je jednoznačně lněné semínko, dále je obecně velké množství ve výrobcích z celozrnné mouky, v sezamovém oleji, rýži, luštěninách, oříšcích, rybách a v ovoci a zelenině (Wang, 1998).



Obr. 31 Základní strukturní vzorec lignanů (Lozada-Ramírez et al., 2021)

2.3.5 Stilbeny

Stilbeny (Obr. 32) patří mezi stilbenoidy a jsou to látky strukturně podobné flavonoidům, které obsahují dvě benzenová jádra vzájemně propojená pomocí ethenového nebo ethanového můstku. Vyskytují se jak ve volné, tak i ve vázané formě v podobě glykosidů. Rostlina je díky nim odolnější před patogenními organismy a vůči stresovým situacím, těchto rostlin je více než 70 druhů (Ignat & Volf, 2011). V potravě člověka se vyskytuje pouze v malém množství. Nejčastějším stilbenem v potravinách je resveratrol (chemicky 3,5,4'-trihydroxystilben), který obsahuje červené víno nebo arašídý. Obsah této látky se v bobulích červeného je různorodý, záleží na odrůdě vinné révy, podmínkách a lokalitě pěstování, na patogenezích a také na technologickém postupu při výrobě vína. Nejvyšší koncentrace této látky v červené vinné révě se nachází u odrůd pěstovaných v severnějších oblastech. Dále se resveratrol nachází také v červeném zelí, bobulovinách či špenátu (Velíšek, 1999). Prokazatelně působí jako prevence před kardiovaskulárními a nádorovými onemocněními, je to díky nižšímu obsahu LDL cholesterolu v krevním řečišti (Mindell & Mundis, 2006). Z barevných stilbenů je příkladem žlutý rhapontigenin, který se nachází v reveni. Obecně jsou stilbeny využívány taky pro své antifungální účinky (Kaniová, 2015).



Obr. 32 Základní strukturní vzorec stilbenů (Singla et al., 2019)

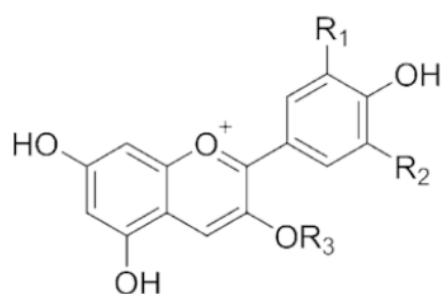
2.3.6 Antokyany

Antokyany jsou ve vodě rozpustné květinové a ovocné pigmenty vyskytující se uvnitř vakuol některých rostlin. Tyto pigmenty se nacházejí ve formě glykosidů, které obsahují cukernou složku a necukernou složku (aglykon). Antokyany pouze s necukernou složkou aglykonem se nazývají antokyanidiny. Jako nejběžnější antokyanový pigment je označován cvalidin, který je ve většině rostlinných pletiv převládá. Mezi další velmi časté pigmenty patří pelargonidin, delfinidin, peonidin a petunidin (Tab. II) (Gitelson et al., 2001).

Tab. II Nejběžnější antokyanidiny v rostlinách a barvy, které způsobují
(Taiz & Zeiger, 2002).

| Antokyanin | Barva |
|--------------|------------------|
| cyanidin | fialovo-červená |
| petunidin | fialová |
| delfinidin | modro-fialová |
| pelargonidin | oranžovo-červená |
| peonidin | červená |

Antokyany (Obr. 33) přitahují opylovače a rozptylovače semen a chrání rostlinné tkáně před fotoinhibicí a oxidací vyplývající z fotosyntézy (Lee & Gould, 2002). Také významně přispívají k antioxidačním vlastnostem některých barevných potravin, jako jsou hrozny a brusinky (Cao et al., 1997).



| R ₁ | R ₂ | Anthocyanidin |
|------------------|------------------|---------------|
| OH | H | Cyanidin |
| OH | OH | Delphinidin |
| OH | OCH ₃ | Petunidin |
| OCH ₃ | H | Peonidin |
| OCH ₃ | OCH ₃ | Malvidin |

R₃ = glucopyranoside, galactopyranoside, arabinoside

Obr. 33 Strukturální vzorce nejběžnějších antokyanů (Tavares et al., 2010)

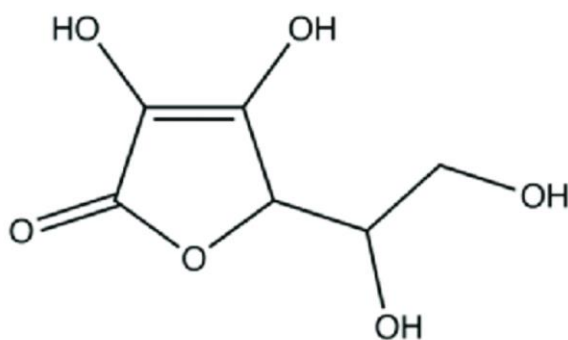
2.3.7 Vitamin C

Chemický název vitamínu C zní kyselina askorbová (či L-enantiomer kyseliny askorbové) a jedná se o ve vodě rozpustnou látku, která je stabilní v kyselém prostředí. Název vitamin C představuje veškeré látky vykazující aktivitu askorbové kyseliny a také její celý reversibilní redoxní systém. A právě kyselina askorbová jako jediná ze čtyř možných stereoisomerů vykazuje u vitamínu C aktivitu (Williams, 2016). Syntetizují ji všechny zelené fotoautotrofní rostliny ve formě GDP-D-mannosy. Molekula kyseliny askorbové při degradaci vytváří některé známé metabolity, mezi které patří např. kyselina šťavelová, kyselina L-glycerová, kyselina L-threonová nebo kyselina L-vinná (Velíšek & Hajšlová, 2009).

Vitamin C (Obr. 34) je známý také pro své redukční účinky a jako důležitý prvek metabolismu všech živých organismů. V rostlinách zpomaluje proces stárnutí listů a zlepšuje toleranci rostlin vůči stresovým stavům (Yeung et al., 2019). Důležitými regulátory vitamínu C je v rostlinách především světlo, ale také ještě další faktory. Syntetizovat si vitamin C neumí všichni živočichové, u některých z nich tato schopnost chybí, konkr. u vyšších primátů, ptáků, morčat, ryb nebo netopýrů (Lykkesfeldt & Michels, 2014).

U člověka se vitamin C podílí nejen na vstřebávání železa, syntéze kolagenu nebo podpoře imunitního systému, ale také je tato sloučenina nezastupitelná pro správnou funkci kostí a pojivového systému (Paciolla, 2019). Hlúbik (2002) upozorňuje, že člověk si ji z důvodu mutace genu nedokáže syntetizovat a je nucen ji přijímat potravou. Mezi

největší rostlinné zdroje vitamínu C je zejména čerstvé ovoce (červený rybíz, paprika, citrusy) a zelenina (fenykl, chmel, brambory). Některé látky dokonce narušují účinky vitamínu C, a to některá hypnotika (barbituráty), sedativa nebo acylpyrin (Anonym, 2020). Nadbytečné množství tohoto vitamínu se projevuje podrážděním žaludku a celkově trávicího traktu. Nedostatek vitamínu C se může projevit celou řadou nemocí a nespecifických příznaků. Mezi ty nejčastější patří tzv. jarní únava a při akutní avitaminose nastává choroba zvaná kurděje, která se projevuje podkožním krvácením nebo špatným hojením ran (Kostiuk, 2012). Minimální denní dávka vitamínu C, která slouží jako preventivní opatření onemocnění kurděje je pouhých deset miligramů. Nejčastějším důvodem ztráty kyseliny askorbové v organismech je působení enzymu oxidoreduktázy (Velíšek & Hajšlová, 2009).



Obr. 34 Strukturální vzorec vitamínu C (Jovic et al., 2020)

2.4 Účinky antioxidantů

Na zdraví lidského organismu má vliv mnoho faktorů. Některé z nich působí pozitivně a některé negativně a právě to, které faktory převažují, určuje výsledné zdraví člověka (Birben et al., 2012). Jako hlavní spouštěče chronických onemocnění (cukrovka, hypertenze, srdeční selhání, neurodegenerativní onemocnění a mnoho nádorových onemocnění) patří klesající fyzická aktivita, zvyšující se konzumace nezdravých potravin a také vysoká průměrná délka života (Sharangi, 2009). Tato onemocnění vznikají postupně nezdravým životním stylem dotčených osob. Často jsou doprovázeny nahromaděním tělesného tuku a zvyšováním hmotnosti těla (Stratil & Kubáň, 2018).

A právě nadprodukce oxidantů (reaktivní formy kyslíku a reaktivní formy dusíku) v lidském těle je zodpovědná za patogenezi mnoha onemocnění. Vychytávání těchto oxidantů je považováno za účinné opatření ke snížení úrovně oxidačního stresu

organismů. Fenolické látky se nacházejí v mnoha potravinách a léčivých rostlinách a hrají důležitou roli v prevenci a léčbě chronických onemocnění způsobených oxidačním stresem. Často mají silné antioxidační schopnosti a schopnosti pohlcovat volné radikály, stejně jako protizánětlivé účinky, které jsou také základem dalších bioaktivit a přínosů pro zdraví, jako je protirakovinný, anti-aging a ochranný účinek na kardiovaskulární onemocnění, diabetes mellitus, obezitu a neurodegenerativní onemocnění (Gan et al., 2015).

Dle studie Vogiatzoglou et al. (2015) vychází průměrný příjem celkových flavonoidů v Evropě 428 ± 49 mg/den na člověka, z toho 136 ± 14 mg/den jsou monomerní sloučeniny. Hlavní složkou jsou gallátové flavan-3-oly (53 ± 12 mg/den). Nejnižší příjem flavonoidů je pozorován ve středomořských zemích (monomerní sloučeniny: 95 ± 11 mg/d). Hlavními zdroji fenolických látek je především ovoce (průměr: 62 mg/den), zejména jádrové ovoce (35 mg/den), bobuloviny a drobné ovoce (11 mg/den) a peckovice (10 mg/den). Závěrem této studie je fakt, že obvyklý příjem flavonoidů v Evropě je nižší než množství, která mají významný zdravotní účinek.

2.4.1 Kardiovaskulární choroby

Kardiovaskulární onemocnění jsou hlavní příčinou úmrtí a invalidity ve vyspělých zemích (Reuland et al., 2013). Jako nejčastější příčina onemocnění koronární arterie je výskyt aterosklerotických plátů v tepnách, jejímž důsledkem je blokování krevních cév. A tím pak dochází k narušení normálního toku krve a mnohdy následně zástavě srdce (Gan et al., 2015). Epidemiologické studie ukázaly, že flavonoidy jsou spojeny se sníženým výskytem nebo úmrtností kardiovaskulárních chorob u dospělých v Evropě i ve Spojených státech amerických (Peterson et al., 2012).

Nadprodukce oxidantů je jedním z hlavních patogenních faktorů, kvůli kterým dochází k této chorobě. Oxidační poškození může způsobit poškození endoteliálních buněk a škodlivé vazodilatační účinky. Bylo prokázáno, že antioxidační polyfenoly by mohly zlepšovat funkce, a proto hrají důležitou roli v prevenci žilního onemocnění (Costa et al., 2013).

Další studie ukázala, že polyfenoly by také mohly chránit kardiovaskulární systém nejen před oxidačním stresem, ale i jiným poškozením, protože mají další fyziologické

účinky, jako je snížení krevního tlaku a snížení zánětu (Prahalthan et al., 2012). Dále bylo prokázáno, že konkrétně antokyany mají ochranný účinek proti několika kardiovaskulárním rizikovým faktorům (Kruger et al., 2014). Sdružování a vzájemná přilnavost krevních destiček může dokonce za patofyziologických podmínek způsobit trombózu a blokádu koronárních tepen (Costa et al., 2013).

Antioxidační fytochemikálie jsou dobrými kandidáty pro prevenci a léčbu kardiovaskulárních onemocnění prostřednictvím přímé antioxidační aktivity, stejně jako jejich dalších biologických aktivit (jako je protizánětlivost a prevence agregace a adheze krevních destiček) (Kloypan et al., 2012).

Studie z roku 2011 ukázala, že fenolické látky mají potenciální účinky proti ateroskleróze (Xie et al., 2011). Ateroskleróza patří mezi chronické zánětlivé onemocnění, při kterém se tuk ukládá na stěny cév (Hollman & Katan, 1999). Nejdůležitější roli hrají při tomto zdravotním problému makronutrienty zvané tuky (triacylglyceroly) a cholesterol. Antioxidanty inhibují oxidaci LDL cholesterolu a agregaci trombocytů a díky tomuto procesu vzniká určitá ochrana proti srdečním onemocněním (Kochar et al., 2011). Těmito antioxidanty jsou především vitaminy C a E, flavonoidy a karotenoidy (Salvayre et al., 2016).

2.4.2 Nádorová onemocnění

Rakovina je onemocnění charakterizované nekontrolovaným růstem a šířením abnormálních buněk (Lam et al., 2002). Nádorové onemocnění je po srdečně-cévních onemocnění nejčastější příčinou smrti. Odborný výzkum ukázal, že faktorů ovlivňující vznik nádorového onemocnění je velké množství. Mezi nejdůležitější faktory patří přijímaná strava, a to až z 60 %, dále je to kouření, pohyb a ionizační záření. Nedávné studie naznačují, že vhodné úpravy životního stylu by mohly zabránit více než dvěma třetinám lidských rakovin a strava přispívá k asi 35 % lidské úmrtnosti na rakovinu (Sak, 2014). Ukázalo se, že konzumace ovoce a zeleniny nepřímo souvisí s různými druhy rakoviny (Barrajón-Catalán et al., 2010).

Proces karcinogeneze je obecně rozdělen do tří fází – iniciace, promoce a progresu. První fáze, iniciace, probíhá rychle a zdá se být nevratná. Dostupné údaje naznačují, že iniciace obecně vyplývá z jedné nebo více mutací buněčné DNA. Druhá

fáze, propagace, nastává v delším časovém období. Propagace je složitý proces, u kterého jsou raná stádia do značné míry vratná (Miller & Miller, 1981). Konečné a nevratné stadium, progres, je charakterizováno karyotypickou nestabilitou a maligním růstem (Pitot, 1993).

Volné radikály jsou považovány za účastníky karcinogenního procesu. Peroxylové radikály a peroxidace lipidů způsobují nezávisle mutace na DNA, které jsou klíčové pro zahájení karcinogenního procesu. Antioxidační fytochemikálie mohou modulovat zahájení procesu karcinogeneze tím, že chrání před poškozením DNA (Sak, 2014). Antioxidační fytochemikálie inhibují buněčnou proliferaci a vyvolávají smrt rakovinných buněk (Li & Zhang, 2014).

Polyfenoly hrají důležitou roli v protirakovinné aktivitě fotochemikálií. V jedné studii konkrétní polyfenoly ellagitaniny a epikatechin gallát vykazovaly antikarcinogenní vlastnosti (Cordero-Herrera et al., 2013).

Dále polyfenoly ze zeleného čaje v jedné studii měly schopnost. Ochranná vlastnost byla způsobena především čtyřmi mechanismy, proti zánětu vyvolanému UV zářením, oxidačnímu stresu, poškození DNA a potlačení imunitních reakcí chránit pokožku před nepříznivými účinky UV záření, jako je riziko rakoviny kůže (Nichols & Katiyar, 2010).

Konkrétními antioxidanty, u kterých je antikarcinogenní aktivita prokázána, jsou vitamin C a E, flavanony, katechiny, lignany, isoflavony, kyselina egallová, karotenoidy atd. Různé studie se shodují, že nízká konzumace rostlinných potravin snižují antioxidační aktivitu, a tím pádem zvyšují riziko vzniku nádorového onemocnění (Stratil & Kubáň, 2018).

2.4.3 Diabetes mellitus

Chronické onemocnění cukrovka, někdy též pod krátkým označením diabetes, patří k velmi častým v dnešní době. Ve velké míře se na jejím vzniku podílí faktory jako např. obezita, nedostatek fyzické aktivity či stres. U části nemocných je cukrovka důsledkem geneticky podmíněné poruchy a není doposud vyléčitelná (Bydžovský, 2004).

Jde o metabolickou poruchu, kdy organismus není schopen udržet normální hladinu cukru v krvi. Hormon inzulin, produkovaný slinivkou břišní, není uvolňovaný ve správném množství do krve. To způsobuje kolísání hladiny krevního cukru, tzv. glykémie, do dvou hraničních hodnot – hypoglykémie (nízká hladina krevního cukru) a hyperglykémie (vysoká hladina krevního cukru (Srnský, 2007). Normální hodnota glykémie je v rozmezí 3,3–6,1 mmol/l, hypoglykémii se rozumí hodnoty krevního cukru konkrétně pod 2,5 mmol/l a při hyperglykémii se jedná o hodnoty nad 10 mmol/l, (Kelnarová, 2007).

Polyfenolické složky (flavonoidy, alkaloidy a antokyany) jsou spojeny s antidiabetickou aktivitou. Význam polyfenolů při diabetu spočívá především ve zpomalení vstřebávání sacharidů v tenkém střevě, a to díky inhibici trávicích enzymů (Sharangi, 2009). Flavonoidy prokazatelně snižují glykémii, cholesterol a triglyceridy. Dále zlepšují aktivitu jaterní glukokinázy a to tím, že uvolňují inzulin z pankreatických buněk (Beidokhti et al., 2017). Flavonoidy také regulují metabolismus glukózy v jaterních buňkách a tím dochází ke zlepšování stavu hyperglykémie. Tyto látky dokážou i zvyšovat absorpci glukózy v tukové tkáni či kosterním svalu (Babu, 2013).

V další studii bylo prokázáno, že suplementace pycnogenolem, což je směs prokyanidinů obsahujících katechin a epikatechinové podjednotky s různou délkou řetězce, snižuje hladiny glukózy, což naznačuje antidiabetickou aktivitu u pacientů s diabetem 2. typu, která vzniká špatným zdravotním stylem (D'Andrea, 2010).

Studie na zvířecích modelech naznačují účinek epigallokatechin gallátu a dalších složek čajů, konkr. tanninů a antokyaninů, stimulace a sekrece inzulinu v β -buňkách slinivky břišní, a tím poté dochází ke snižování glykémie (Adisakwattana, 2017).

2.4.4 Neurodegenerativní choroby

Neurodegenerace je pomalá, progresivní dysfunkce a také ztráta neuronů i axonů v centrálním nervovém systému. Jde o primární patologický rys akutních a chronických neurodegenerativních stavů, jako je Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba či roztroušená skleróza. Navzdory různým spouštěcím událostem je společným rysem chronická imunitní aktivace, makrofágů centrálního nervového systému (Amor et al., 2010). Těchto onemocnění dramaticky stoupá s věkem, a proto se očekává, že počet

případů v dohledné budoucnosti poroste, protože délka života v mnoha zemích se nadále prodlužuje (Checkoway et al., 2011).

Alzheimerova choroba je degenerativní neurologická porucha charakterizovaná poklesem kognitivních funkcí a ztrátou paměti (Rasool et al., 2014). Předpokládá se, že mozek je zvláště zranitelný vůči oxidačnímu stresu kvůli relativně vysoké koncentraci volných kyslíkových radikálů bez odpovídajících úrovní antioxidační obrany. Oxidační stres se může podílet na patogenezi demence a Parkinsonova či Alzheimerova choroba u starších osob (Kumar et al., 2009). Pacienti s těmito neurodegenerativními chorobami vykazují významné snížení hladin acetylcholinu v hipokampu a mozkové kůře, což může způsobit deficit paměti.

Parkinsonova nemoc je druhou nejčastější neurodegenerativní poruchou, která postihuje 2–3 % populace ve věku ≥ 65 let (Poewe et al., 2017). Podle nedávného článku je ročně diagnostikováno asi 50 000 nových případů (Dauer & Przedborski, 2003). Současná kritéria definují Parkinsonovu nemoc jako přítomnost zpomaleného pohybu v kombinaci s klidovým třesem, ztuhlostí nebo obojím (Bloem et al., 2021). V současnosti dostupné terapie Parkinsonovu chorobu léčí pouze symptomy; žádný nezpomaluje nebo nezabraňuje progresivní neuronální degeneraci (Olanow, 2004).

Populační studie ukázala, že flavonoidy byly spojeny s nižším výskytem demence v evropských zemích, na Novém Zélandu, v Austrálii, USA a Kanadě (Beking & Vieira, 2010). Tento účinek byl hlavně závislý na antioxidačním fytochemicky zprostředkovaném snížení oxidačního stresu a acetylcholinesterázu (jde o enzym sloužící k rozkládání molekul acetylcholinu a tím utlumuje jeho funkci) v mozku (Ansari et al., 2009).

Studie Sharangiho (2009) potvrzují účinky epigallokatechin gallátu v čajích, a to že zabraňuje neuronům degradovat. Tento vědec ve své studii použil jako výzkumný vzorek starší lidskou populaci, která pila více než 2 šálky zeleného čaje denně. Výsledek byl takový, že tito lidé měli až o 50 % nižší pravděpodobnost, že je postihne nějaká z neurodegenerativních poruch.

2.4.5 Zánětlivé onemocnění střev

Zánětlivé onemocnění střev, které zahrnuje dvě onemocnění – ulcerózní kolitidu a Crohnovu chorobu, je chronické zánětlivé onemocnění způsobené špatnými imunitními reakcemi u geneticky predisponovaného jedince (Talero et al., 2012). Tato onemocnění postihuje především výstelku tlustého střeva (tračník) a konečníku. Nejvíce se vyskytuje u jedinců ve věkových skupinách 15–30 a 50–70 let, ale může postihnout jakoukoli věkovou skupin (Mowat et al., 2011).

Antioxidační fytochemikálie jsou vysoce spojovány se zánětlivými onemocněními střev, protože bylo zjištěno, že mnoho z nich má protizánětlivé vlastnosti. V jedné studii se ukázalo, že pacienti s ulcerózní kolitidou měli často v době diagnózy deficity antioxidačních živin. Kakaový extrakt obohacený polyfenolem s epikatechinem, prokyanidinem a katechinem jako hlavními fenolickými látkami vykazoval protizánětlivé vlastnosti proti této nemoci. V další studii kurkumin prokázal účinnost antioxidantů u pacientů s ulcerózní kolitidou a následně tyto fytochemikálie pomohly potlačit zánětlivé reakce v průběhu vývoje ulcerózní kolitidy (Sung & Park, 2013).

2.4.6 Další biologické aktivity antioxidantů v čajích

Antioxidační fytochemikálie mají ochranné účinky proti mnoha dalším chronickým onemocněním kromě výše uvedených onemocnění. Čínské léčivé rostliny vykazují silné antioxidační aktivity při léčbě revmatických onemocnění (Gan et al., 2015). Další studie ukázala, že lutein a zeaxanthin jsou prospěšné pro dvě běžné oční choroby způsobené stárnutím – šedý zákal a makulární degenerace (Seddon, 2007). Dále antioxidanty inhibují zánětlivé mediátory, a tak působí všeobecně proti zánětům v lidském organismu (Stratil & Kubáň, 2018). Konzumace některých čajů (zvláště zelených a černých) zvyšuje rychlost metabolismu a tím spojenou termogenezi organismu, a to především kvůli obsahu kofeinu (Gramza et al., 2005).

Je však potřeba dodat, že výrazných účinků na lidský organismus bylo v jednotlivých studiích dosaženo při poměrně vysoké koncentraci jednotlivých antioxidantů. Takové hodnoty těchto látek nejsou v každodenním životě dosažitelné

pouze běžnou konzumací čajů (Sharangi, 2009). Wang et al. (2000) uvádí, že běžný konzument by musel vypít několik šálků čaje denně s těmito účinky, aby v něm obsažené měly významný vliv na zdraví organismu.

2.5 Metody stanovení bioaktivních látek

Identifikace bioaktivních látek hraje důležitou roli v mnoha fytochemických výzkumech (Klejdus & Kubáň, 1999). Některé biologicky účinné látky lze určit přímo, označují se jako viditelné. Nejběžnějším příkladem této metody stanovení bioaktivních látek pomocí pouhým okem jsou např. antokyany, a to z okvětních lístků. Jiné bioaktivní látky jsou rozlišitelné s přispěním barevných reakcí nebo dalším způsobem je jejich detekce pomocí UV záření (spektrofotometrie). Všechny tyto výše uvedené metody slouží pro jejich kvalitativní určení.

Pro určení velmi přesných hodnot fenolických látek slouží metody kvantitativního určení, mezi které patří nejčastěji vysokoúčinná kapalinová chromatografie. Před samostatným procesem stanovení těchto látek pomocí chromatografu či spektrofotometru je třeba, aby došlo k oddělení určovaných složek nebo některak rušících elementů z dané směsi (Míka, 2001).

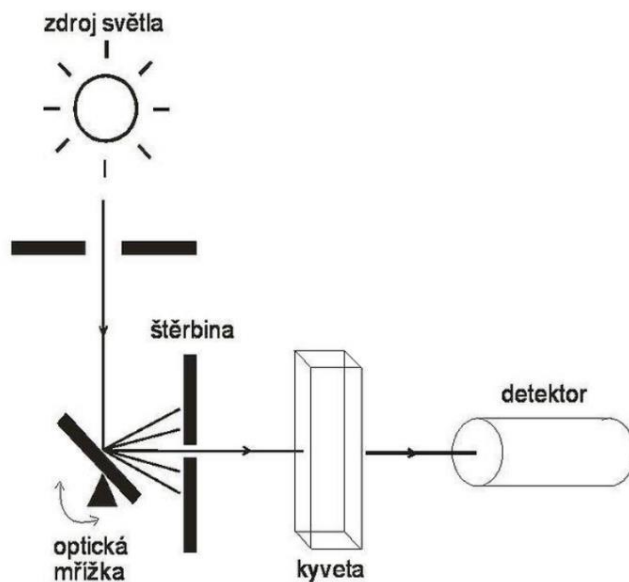
2.5.1 Spektrofotometrie

Optická metoda zvaná spektrofotometrie patří mezi molekulové absorpční spektrofotometrie v oblasti UV. Podstata této metody spočívá v absorpci záření roztokem v rozmezí vlnových délek od 190 nm do 800 nm. Látky, které zachytí danou vlnovou délku, připadají lidskému oku jako barevné (Křížek & Šíma, 2015).

Při měřeních založené na spektrofotometrii je důležité, že je absorbance přímo úměrná koncentraci barevné látky. To je důvod, proč je tato metoda volena při zjišťování koncentrace stanoveného vzorku. V přístroji spektrofotometru dochází k rozkladu bílého světla na monochromátoru (mřížce nebo hranolu). Ten rozloží světlo na jednotlivé složky a odizoluje vlnovou délku. Tímto způsobem rozložené světlo dále prochází skleněnou květou, ve které je vzorek. V dalším kroku rozložené světlo dopadá na detektor, který

vyhodnotí intenzitu (Záruba, 2016). Antokyany, konkrétně kvanidiny, jsou měřeny při vlnové délce 528 nm, tedy v oblasti záření viditelného. Významná barviva antokyany, vyskytující se v rostlinách, mají červené až modré zbarvení (Velíšek, 2002).

Při určování výsledků je důležité stanovit vhodný standart. Jednotlivé výsledky se vyhodnocují pomocí porovnání hodnot absorbance vzorku s absorbcí standartního roztoku. Pro určení stanovovaných vzorků je důležité zvolit vhodný standart. V dnešní moderní době jsou novější spektrofotometry (Obr. 35) schopny odečítat hodnoty koncentrace přímo. Tato metoda stanovení některých bioaktivních látek je velmi často využívána jak pro svou jednoduchou ovladatelnost, tak pro svou nízkonákladovost (Křížek & Šíma, 2015).



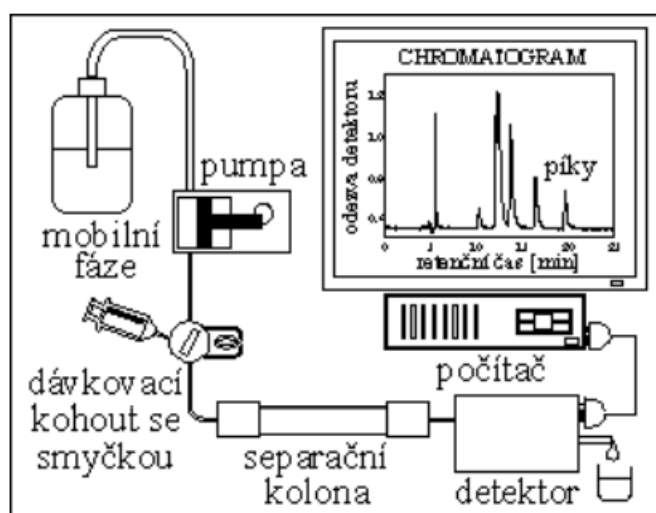
Obr. 35 Spektrofotometr (Záruba, 2016)

2.5.2 Chromatografie

Chromatografie je jedna ze separačních metod, která je založená na různorodém rozdělení složek dané směsi mezi dvěma fázemi – mobilní a stacionární. Tato metoda slouží především ke stanovení množství organických i anorganických látek. Mobilní fáze je pohyblivá a stacionární fáze je nepohyblivá (taktéž označována jako sorbent). Pohybem mobilní fáze přes stacionární fázi je daný vzorek tímto systémem odnášen. Mezi jednotlivými fázemi dochází k vzájemným interakcím, které určují separační proces (Křížek & Šíma, 2015).

První objevenou chromatografickou metodou byla kapalinová chromatografie. Její základy položil na počátku 21. století botanik rusko-italského původu Michail Semionovič Cvet (1872–1919), který v roce 1903 úspěšně rozdělil listová barviva na sloupci sorbentu. Na popředí zájmu se kapalinová chromatografie dostala až kolem roku 1960, kdy prošla modernizací a dospěla až do dnešní vysokoúčinné podoby (Štulík, 2004).

Kapalinová chromatografie (Obr. 36) zahrnuje všechny chromatografické způsoby separace. Její mobilní fázi je vždy kapalina. S ohledem na experimentální uspořádání lze nazývat kapalinovou chromatografií v otevřeném systému – dnes zejména papírová a tenkovrstvá chromatografie), anebo kapalinovou chromatografií v uzavřeném systému – především metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) (Křížek & Šíma, 2015).



Obr. 36 Kapalinový chromatograf (zdroj: <https://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/hplc.html>)

2.5.2.1 Metoda HPLC

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie je nejpoužívanější separační metodou v řadě detekčních technik (Trichopoulou et al., 2000). Je běžně využívána pro stanovení bioaktivních látek v ovoci, zelenině nebo léčivých rostlinách (Sakaribara et al., 2003).

Metoda HPLC využívá kapalinu jako mobilní fázi a probíhá v uzavřeném systému. Obvykle se pracuje s tlaky mezi 1–60 MPa, upřednostňována jsou ale především pulzující čerpadla (Křížek & Šíma, 2015). Pro analýzu flavonoidních látek jsou jako mobilní fáze opakovaně acetamidril nebo methanol spolu v kombinaci s vodným

roztokem acetátu či pufru mravenčitého. Nadávkování vzorků se odehrává perforací pryžového septa pomocí mikrostríkačky tzv. flow stop ventilem nebo šesticestným kohoutem s dávkovací smyčkou. Smyčka se nejprve naplní vzorkem a poté se kohout přepne do druhé polohy, kdy dojde k tomu, že eluent proteče smyčkou a vnese vzorek do kolony. Kolony využívané pro HPLC jsou rovné o délce 10–100 cm a mají vnitřní průměr mezi 0,2–2 cm. Velikost zrn sorbentu se pak pohybuje v rozmezí od 3 do 50 μm . U přírodních vzorků je doporučováno před vlastní kolonu zařadit i ochrannou předkolonku, pomocí které se zabrání k předčasnému znehodnocení kolony zachycením balastních látek.

K detekci je hojně využíván průtokový fotometrický či fluorometrický detektor. Při vhodně zvolené vlnové délce je změřena absorbance eluátu. Moderní přístroje jsou navíc vybaveny detektory s proměnlivou měnitelnou vlnovou délkou nebo tzv. diode array detektorem, který je schopný změřit v námi vybraném okamžiku celé UV spektrum složky (Drbal & Křížek, 1999).

3 Metodika práce

3.1 Materiál pro analýzy

Čaje, využité jako zkoumaný materiál pro výzkum této diplomové práce, byly zakoupeny v běžných obchodních řetězcích v Českých Budějovicích. Výběr druhů a výrobců čajů byl proveden náhodně. Většina čajů byla porcovaná, malá část pak sypaná. V následující tabulce (Tab. III) je uveden seznam použitých čajů a jejich výrobců.

Tab. III Seznam zakoupených čajů použitých pro analýzu

| | Druh čaje | Výrobce | Porcovaný čaj | Sypaný čaj |
|----|--------------|--------------|---------------|------------|
| 1 | Jahoda | Frape Foods | X | |
| 2 | Třešeň | Jemča | X | |
| 3 | Malina | Jemča | X | |
| 4 | Brusinka | Frape Foods | X | |
| 5 | Citron | Teekanne | X | |
| 6 | Kdoule | Frape Foods | X | |
| 7 | Aronie | Frape Foods | X | |
| 8 | Pomeranč | Jemča | X | |
| 9 | Černý rybíz | Jemča | X | |
| 10 | Borůvka | Teekanne | X | |
| 11 | Šípek | Pickwick | X | |
| 12 | Ibišek | Naše byliny | | X |
| 13 | Mateřídouška | Čajová náruč | X | |
| 14 | Máta | Pickwick | X | |
| 15 | Lípa | Naše byliny | | X |
| 16 | Šalvěj | Naše byliny | | X |
| 17 | Kopřiva | Naše byliny | | X |
| 18 | Kontryhel | Naše byliny | | X |
| 19 | Meduňka | Pickwick | X | |
| 20 | Heřmánek | Pickwick | | |

Materiál získaný z výluhů čajů byl zpracován pomocí dvou separačních analytických metod. Nejprve byl za využití spektrofotometrické metody stanoven

celkový obsah polyfenolů a také celkový obsah antokyanů. Později byl identifikován vitamin C za pomoci metody HPLC.

Postupy těchto výše uvedených metod jsou blíže popsány v následujících kapitolách.

3.2 Spektrofotometrické stanovení celkových fenolických látek s činidlem Folin-Ciocalteu

Folin-Ciocalteuova metoda je široce využívána pro stanovení celkového obsahu fenolických látek v potravinách a přírodních produktech (Chen et al., 2015). Principem této metody je oxidace fenolových sloučenin a zároveň redukce Folin-Ciocalteuova činidla, které obsahuje směs oxidů molybdenu a wolframu. Pomocí této reakce vznikají modře zbarvené produkty (oxidy kovů) s maximální absorpcí 765 nm. Folin-Ciocalteuovo činidlo identifikuje všechny fenolové skupiny, a to i ty vázané na proteiny (Waterhouse, 2002). Metoda je snadno proveditelná a také rychlá (Rover & Brown, 2013).

Před začátkem analýzy bylo nutné si vždy připravit dva extrakty od jednoho druhu čaje, na který byla použita navážka 10 g čaje. Čajová drť se zalila 100 ml destilované vroucí vody (100°C) a nechala se louhovat po dobu dle volených časových intervalů.

Stanovení celkového množství fenolických látek v čajových extraktech bylo provedeno za použití Folin-Ciocalteuovy metody vždy ve dvou vzorcích od jednoho druhu čaje, a to po 5 minutách louhování a po 30 minutách louhování. Do 50 ml odměrné baňky bylo přidáno 20 ml destilované vody a odpipetovaný 1 ml výše uvedeného extraktu. V dalším kroku byl do stejné odměrné baňky přidán 1 ml neředěného činidla Folin-Ciocalteu. Po uplynutí tří minut bylo ještě přidáno do odměrné baňky 5 ml 20% roztoku Na_2CO_3 , promícháno a doplněno destilovanou vodou až po rysku odměrné baňky. Celý roztok se nechal následně 30 min reagovat. V dalším kroku byla část výluhu přelita do kyvety, v které proběhlo měření intenzity zbarvení při vlnové délce 765 nm proti slepému vzorku (nulový obsah kyseliny gallové). Pro každý vzorek bylo měření provedeno třikrát. Celkový výsledek byl odečten z kalibrační křivky, která představuje lineární závislost absorbance na koncentraci kyseliny gallové a objemu měřeného extraktu. Celkem bylo zpracováno 80 vzorků, z toho 20x2 vzorků bylo v rámci ovocných

čajů (měřených po 5 min a 30 min výluhu) a 20x2 vzorků v rámci bylinných čajů (měřených po 5 min a 30 min výluhu).

3.3 Stanovení obsahu vitamínu C pomocí HPLC metody

Obsah vitamínu C byl stanoven jako obsah askorbové kyseliny a příbuzných látek (pravděpodobně kyseliny L-dehydroaskorbové) chromatograficky pomocí metody HPLC. Celkový postup této metodiky vychází z publikované práce Beguma a Harikrishna (2010). Podmínky chromatografické separace byly zajištěny pracovištěm katedry aplikované chemie Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

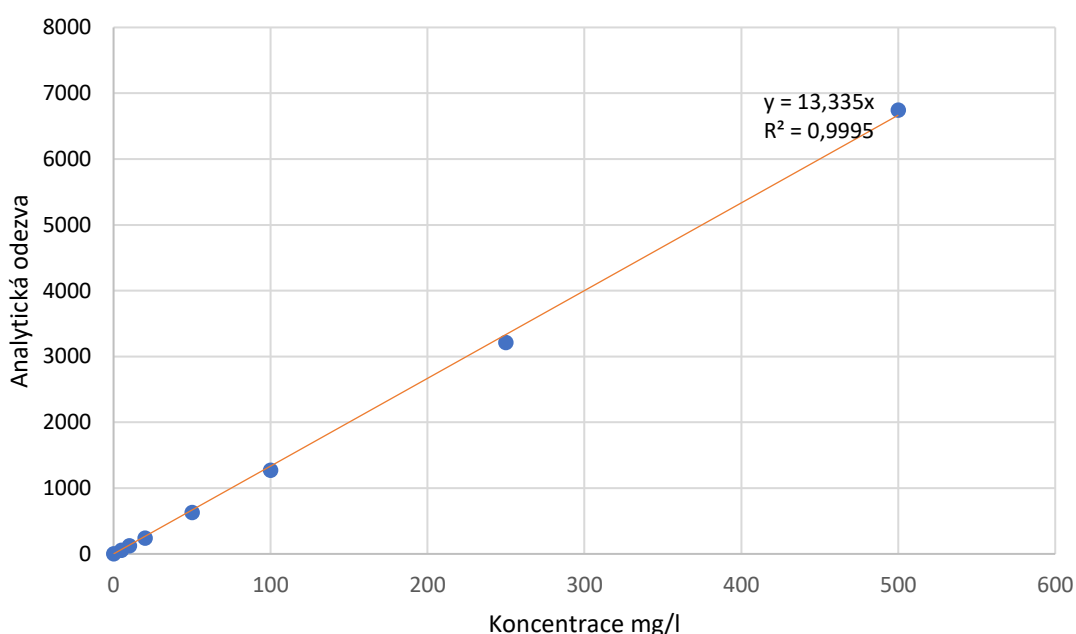
Před začátkem analýzy bylo nutné si připravit dva extrakty od jednoho druhu čaje, na který bylo naváženo 5 g čaje. Čajová drť se zalila 100 ml destilované vroucí vody a nechala se louhovat v časovém úseku podle potřeby. Stanovení obsahu vitamínu C bylo provedeno ve dvou vzorcích od jednoho druhu čaje, a to po 5 minutách louhování a po 30 minutách výluhu, stejně jako u metody stanovení fenolických látek s F.C. činidlem.

Následně byl extrakt přefiltrován přes nylonový filtr. Z přefiltrovaného výluhu byl odebrán 1 ml kapalného vzorku, který byl přidán do 50 ml odměrné baňky. Ta byla po risku dolita destilovanou vodou. Před samotným měřením byly jednotlivé vzorky přefiltrovány přes speciální filtr ze skleněných vláken. Přefiltrované vzorky byly neprodleně měřeny metodou HPLC.

Samotná chromatografická analýza byla provedena na přístroji UHPLC Agilent 1200 Series Rapid Resolution LC System na koloně Zorbax SB-C8 (4,6 x 150 mm, zrnitost 5 μ m). Jako mobilní fáze byl použit roztok 0,02 M šťavelové kyseliny. Nastříkovalo se 5 μ l vzorku a teplota v místnosti při analýze byla 25°C. Absorbance každého vzorku se odečítala při vlnové délce 254 nm. Za použitých podmínek koeluuji pravděpodobně všechny formy vitamínu C. Kvantifikace byla provedena pomocí standardu askorbové kyseliny v pracovním rozsahu 5–100 mg/kg sušeného materiálu.

3.3.1 Vyhodnocení stanovení pomocí kalibrační závislosti

Obsah askorbové kyseliny, resp. vitamínu C, byl stanoven metodou kapalinové chromatografie (HPLC). Výpočet obsahu vitamínu C se provádí pomocí rovnice kalibrační závislosti, která se získá proměřením souboru roztoků známé koncentrace (Obr. 37). Pro kalibrační závislost byly vytvořeny vzorky askorbové kyseliny o koncentraci 0–500 µg/ml. V dalším kroku byla změřena jejich absorbance při vlnové délce 254 nm. Následně byla jako analytická odezva odečtena plocha píku (bezrozměrné číslo), která se získala z grafického záznamu (chromatogramu).



Obr. 37 Kalibrační graf pro vitamin C

3.4 Spektrofotometrické stanovení celkového obsahu antokyanů

Zbarvení ovoce a některých rostlin je spojeno s polyfenolickými ve vodě rozpustnými barvivy – antokyanů. Tato barviva přitahují například opylovače (Lee & Gould, 2002).

Postup přípravy vzorku byl zvolen podle Českého lékopisu 2017, kde se stanoví suma monomerních antokyanů, které mají příbuznou strukturu a v okyseleném methanolu mají absorpční maximum odpovídající $\lambda = 528$ nm (Kol. autorů, 2005).

Před začátkem analýzy bylo nutné si obdobně jako u analýzy vitamínu C připravit dva extrakty od jednoho druhu čaje, na který bylo použito 5 g čaje. Čajová drť se zalila 100 ml destilované vroucí vody a nechala se louhovat v časovém úseku podle potřeby. Stanovení celkového obsahu antokyanů bylo provedeno ve dvou vzorcích od jednoho druhu čaje, a to po 5 minutách louhování a po 30 minutách výluhu.

Následně byl extrakt přefiltrován přes nylonový filtr. Z přefiltrovaného výluhu byl odebrán 1 ml kapalného vzorku, který byl přidán do 50 ml odměrné baňky. Ta byla po risku dolita naředěným okyseleným methanolem (0,1% HCl v methanolu, V/V). Před samotným měřením byly jednotlivé vzorky přefiltrovány přes speciální filtr ze skleněných vláken. Přefiltrované vzorky byly neprodleně měřeny metodou HPLC.

Výpočet vychází ze vzorce v původním předpisu, vzorek je ředěn 50x (1 ml do 50 ml odměrné baňky) a přepočítávací koeficient je tedy 50. Výsledek je v procentech (g/100 ml).

Celkové antokyanany (v %) – použitý vzorec:

$$x = \frac{A \times 50}{718 \times m}$$

x...obsah antokyanů [g/100 ml]

A...absorbance při 528 nm

718...specifická absorbance pro kyanidin-3-O-glukosid-chlorid při 528nm

m...hmotnost naváženého vzorku [g] (Kol. autorů, 2017)

3.5 Použité chemikálie

- Destilovaná voda (Merck, Německo)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo (Merck, Německo)
- Methanol (Merck, Německo)
- Uhličitan sodný (Penta, ČR)
- Kyselina gallová (Merck, Německo)
- L-askorbová kyselina (Merck, Německo)
- Chlorovodíková kyselina (Lachema, ČR)
- Šťavelová kyselina (Fisher Scientific, Německo)

3.6 Použité přístroje a pomůcky

- Specifické sklo (Fisher Scientific, Česká republika)
- Analytické váhy (Mettler toledo-AB 204, Švýcarsko)
- Laboratorní váhy (Denver instrument-APX-602)
- Automatická pipeta (Transfer pette 100–1000 μ l Brand, Německo)
- Filtrační papír Filtrak (Filtrak GmbH, Německo)
- Nylonový filtr (Fisher Scientific, Česká republika)
- Filtry ze skleněných vláken GF/C (Whatman, Velká Británie)
- Chromatografické vialky 1,8 ml (Fisher Scientific, Česká republika)
- Kolona Zorbax SB-C8 (4,6 x 150 mm, zrnitost částic stacionární fáze 5 μ m) (Agilent Technologies, USA)
- Kapalinový chromatograf Agilent 1200 Series Rapid Resolution LC Systém (Agilent Technologies, USA), detektor DAD UV VIS (Agilent Technologies, USA)
- Biochrom Libra S11 (WPA Biochrom, UK)
- Biochrom WPA Lightwave (WPA Biochrom, UK)

3.7 Použité statistické programy a testy

Získané výsledky ze všech jednotlivých měření byly uspořádány přehledně do tabulek a grafů, následně byly vyhodnoceny základními statistickými metodami v programu Microsoft Office 365 Excel a Statistica v. 14.

Pro vyhodnocení výsledků byly stanoveny aritmetické průměry, směrodatné odchylky, maximální a minimální naměřené hodnoty. Pro statistické analýzy byly počítány mediány za účelem vyloučení extrémních naměřených hodnot.

Párový t-test, nebo jednoduše t-test, je statistický test, který se běžně používá ke zjištění, zda se dva soubory dat od sebe významně liší. T-test se používá k porovnání průměrů dvou skupin a je zvláště užitečný, když je velikost vzorku malá (obvykle méně než 30). Často se používá k analýze výsledků studie, ve které se porovnávají dvě různá měření. V párovém t-testu se vypočítávají rozdíly mezi dvěma vzorky a testuje se průměr těchto rozdílů, aby se zjistilo, zda se významně neliší od nuly. Nulová hypotéza je, že neexistuje žádný významný rozdíl (Hsu & Lachenbruch, 2014).

Hladina významnosti (p) vyjadřuje pravděpodobnost správného předpokladu. V situaci statisticky významného rozdílu mezi dvěma aritmetickými průměry je $p \leq 0,05$, nulová hypotéza se zamítá a je nahrazena alternativní hypotézou (Papáček & Slipka, 1997).

Obecný regresní model je lineární model, který umožňuje vytvářet modely pro návrhy s efekty více stupňů volnosti pro kategorické predikátové proměnné, jako např. u návrhů s efekty jednoho stupně volnosti pro spojité prediktorové proměnné (Davison & Tsai, 1992).

Pearsonův korelační koeficient vystihuje pouze lineární vztah. Značíme ho písmenem r . Jedná se o podíl kovariance veličin a součinu jejich směrodatných odchylek. Nabývá hodnot od 1 do -1, a čím blíže je hodnota koeficientu 1 nebo -1, tím je vztah silnější. Hodnoty kolem nuly nemají vztah (Cohen et al., 2009).

4 Výsledky

4.1 Analýza celkového obsahu fenolických látek

Určení celkového obsahu fenolických látek bylo prováděno při vlnové délce 765 nm na spektrofotometru Biochrom Libra S11. Standard byl roztok kyseliny gallové. Stanoveny byly celkové obsahy fenolických látek jednotlivých druhů čajů. Množství polyfenolů bylo zkoumáno nejdříve ve vzorcích ovocných čajů (po 5 min a po 30 min louhování), a následně pak ve vzorcích bylinných čajů (po 5 min a po 30 min louhování). Výsledky celkového obsahu fenolických látek jsou vyjádřeny v jednotkách mg GAE/l.

4.1.1 Vzorky analyzovaných ovocných čajů

Měření celkových fenolických látek proběhlo ve dvou vzorcích celkem třikrát u každého ovocného čaje, a to po 5 minutách výluhu a po 30 minutách louhování (tedy celkem šest měření u jednoho druhu čaje). V následující tabulce IV (Tab. IV) jsou uvedeny maximální a minimální hodnoty změřených vzorků. Rovněž je v tabulce IV uveden aritmetický průměr všech třech měření jednoho vzorku a jejich směrodatná odchylka.

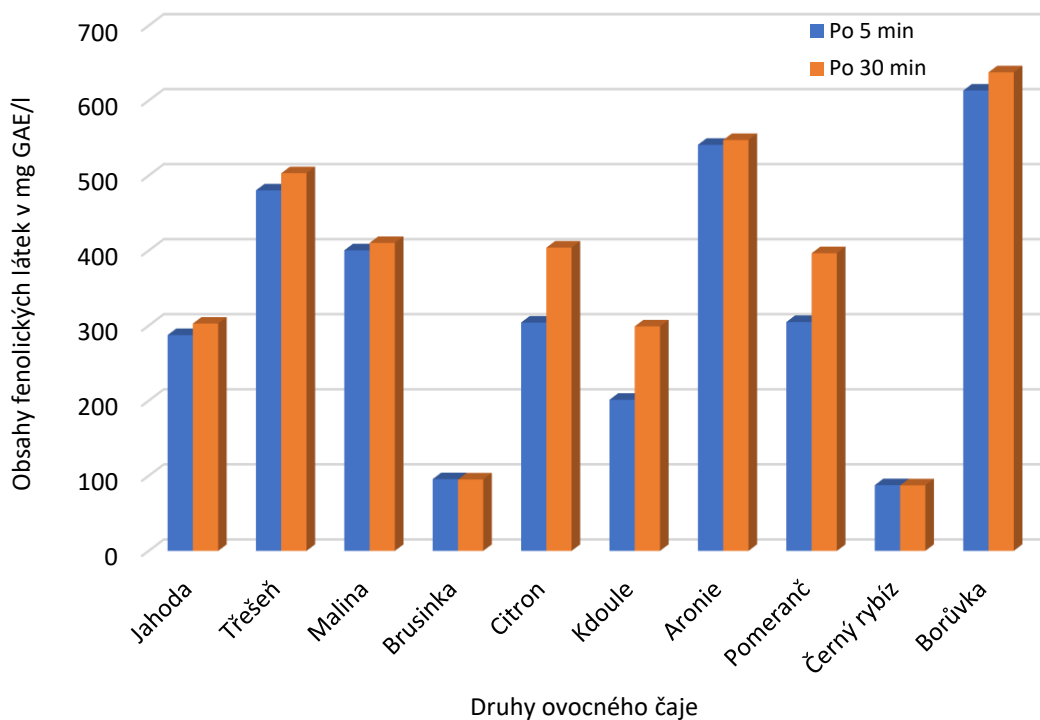
Z výsledků měření vyplývá, že největší koncentraci fenolických sloučenin ze vzorků jednotlivých ovocných čajů měl čaj borůvkový po 5 minutách i po 30 minutách louhování ($613 \pm 0,58$ mg GAE/l a $638 \pm 1,5$ mg GAE/l), dále pak čaj z aronie ($541 \pm 1,2$ mg GAE/l a $547 \pm 1,4$ mg GAE/l). Nejnižší obsah fenolických látek obsahoval čaj z černého rybízu ($88 \pm 0,28$ mg GAE/l a $87 \pm 0,099$ mg GAE/l) a velmi malé množství polyfenolů měl i čaj brusinkový ($96 \pm 0,36$ mg GAE/l a $95 \pm 0,085$ mg GAE/l).

Tab. IV Celkový obsah fenolických látek v ovocných čajích

| Ovocné čaje | Celkový obsah fenolických látek v mg GAE/l | | | | |
|-------------|--|--------|-------|------|------|
| | Doba výluhu | Průměr | SD | Min. | Max. |
| Jahoda | 5 min | 287 | 16 | 269 | 297 |
| | 30 min | 303 | 0,25 | 302 | 303 |
| Třešeň | 5 min | 480 | 0,78 | 480 | 481 |
| | 30 min | 503 | 0,79 | 502 | 504 |
| Malina | 5 min | 400 | 0,32 | 400 | 401 |
| | 30 min | 410 | 0,49 | 410 | 411 |
| Brusinka | 5 min | 96 | 0,36 | 95 | 96 |
| | 30 min | 95 | 0,085 | 95 | 95 |
| Citron | 5 min | 304 | 0,38 | 304 | 304 |
| | 30 min | 404 | 0,19 | 404 | 404 |
| Kdoule | 5 min | 201 | 0,20 | 201 | 202 |
| | 30 min | 299 | 0,25 | 299 | 299 |
| Aronie | 5 min | 541 | 1,2 | 540 | 542 |
| | 30 min | 547 | 1,4 | 546 | 549 |
| Pomeranč | 5 min | 305 | 0,93 | 304 | 306 |
| | 30 min | 397 | 0,84 | 396 | 397 |
| Černý rybíz | 5 min | 88 | 0,28 | 87 | 88 |
| | 30 min | 87 | 0,099 | 87 | 87 |
| Borůvka | 5 min | 613 | 0,58 | 613 | 614 |
| | 30 min | 638 | 1,5 | 637 | 639 |

(Průměr = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, Min. = minimální hodnota, Max. = maximální hodnota)

Pro lepší orientaci v jednotlivých výsledcích byly vytvořeny sloupcové grafy (Obr. 38) s průměrnými hodnotami celkových fenolů v jednotlivých vzorcích ovocných čajů. Z grafu je zřejmé, že nejnižší hodnoty celkových fenolických látek byly naměřeny u brusinkového čaje a nejvyšší u čaje borůvkového.



Obr. 38 Průměrné hodnoty fenolických látek v ovocných čajích

4.1.2 Vzorčky analyzovaných bylinných čajů

Měření celkových fenolických sloučenin v bylinných čajích proběhlo obdobně jako u čajů ovocných. Měření proběhlo vždy ve dvou vzorcích celkem třikrát u každého bylinného čaje, a to po 5 minutách výluhu a po 30 minutách louhování (tedy celkem šest měření u jednoho druhu čaje). Do tabulky V (Tab. V) byly zaznamenány maximální a minimální výsledné hodnoty ze všech tří měření jednoho vzorku. Z těchto měření byl spočítán také aritmetický průměr, který byl taktéž zapsán do tabulky V.

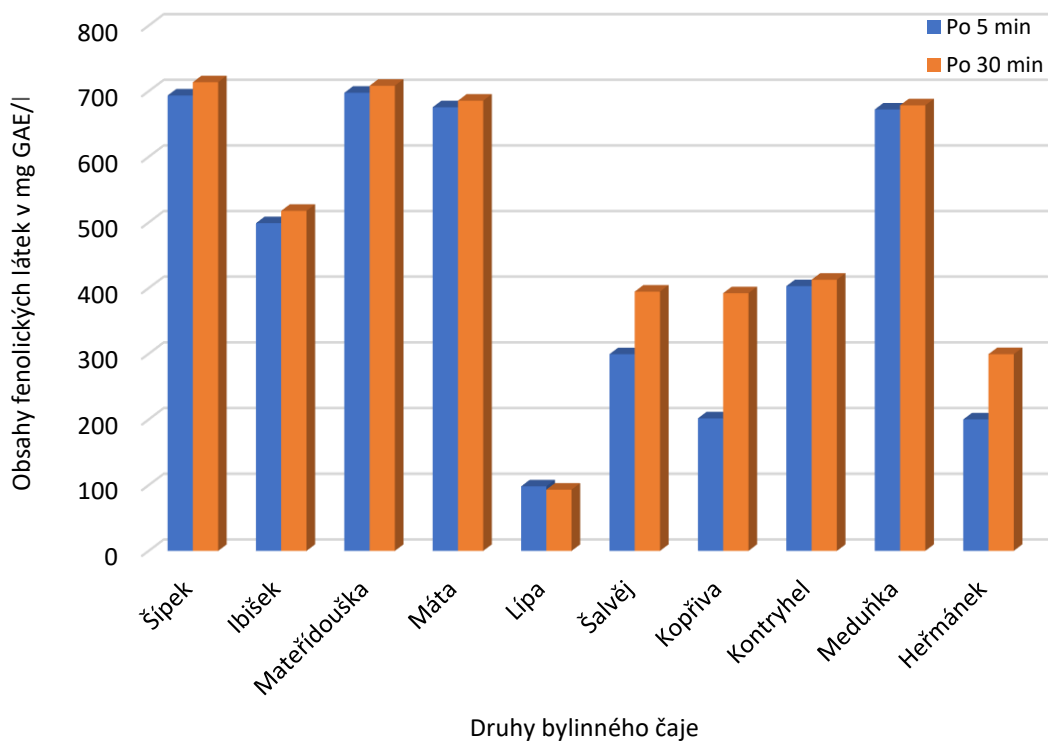
Z výsledků obsahů fenolických látek v bylinných čajích je zřejmé, že tyto látky nejvíce obsahovaly byliny šípek ($694 \pm 0,38$ mg GAE/l a 714 ± 22 mg GAE/l), mateřídouška ($698 \pm 1,0$ mg GAE/l a $708 \pm 0,58$ mg GAE/l), máta ($676 \pm 1,3$ mg GAE/l a 686 mg GAE/l) a meduňka ($672 \pm 1,9$ mg GAE/l a $678 \pm 0,0$ mg GAE/l). Nejmenší koncentraci fenolických sloučenin byla nalezena u lípy ($98 \pm 0,086$ mg GAE/l a $93 \pm$ mg GAE/l).

Tab. V Celkový obsah fenolických látek v bylinných čajích

| Bylinné čaje | Celkový obsah fenolických látek v mg GAE/l | | | | |
|--------------|--|--------|-------|------|------|
| | Doba výluhu | Průměr | SD | Min. | Max. |
| Šípek | 5 min | 694 | 0,38 | 693 | 694 |
| | 30 min | 714 | 22 | 701 | 738 |
| Ibišek | 5 min | 499 | 0,95 | 498 | 500 |
| | 30 min | 518 | 0,0 | 518 | 518 |
| Mateřídouška | 5 min | 698 | 1,0 | 697 | 698 |
| | 30 min | 708 | 0,58 | 708 | 709 |
| Máta | 5 min | 676 | 1,3 | 675 | 677 |
| | 30 min | 686 | 1,0 | 684 | 686 |
| Lípa | 5 min | 98 | 0,086 | 98 | 98 |
| | 30 min | 93 | 0,13 | 93 | 93 |
| Šalvěj | 5 min | 299 | 0,38 | 299 | 300 |
| | 30 min | 395 | 0,32 | 394 | 395 |
| Kopřiva | 5 min | 202 | 0,26 | 202 | 202 |
| | 30 min | 392 | 0,37 | 392 | 392 |
| Kontryhel | 5 min | 403 | 0,67 | 402 | 404 |
| | 30 min | 413 | 0,92 | 412 | 413 |
| Meduňka | 5 min | 672 | 1,9 | 670 | 674 |
| | 30 min | 678 | 0,0 | 678 | 678 |
| Heřmánek | 5 min | 200 | 0,20 | 200 | 200 |
| | 30 min | 299 | 0,29 | 299 | 300 |

(Průměr = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, Min. = minimální hodnota, Max. = maximální hodnota)

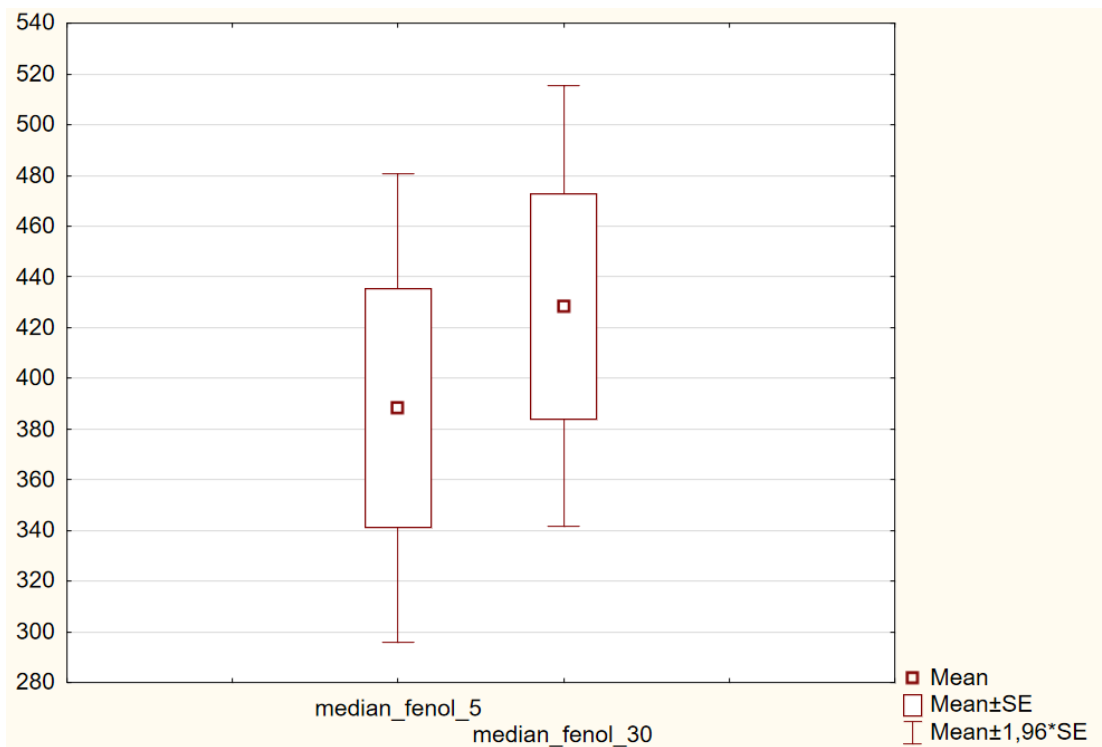
Pro přehlednější a snadnější orientaci byly průměrné hodnoty celkových fenolových látek v bylinných čajích zpracovány do sloupcových grafů (Obr. 39). Hodnoty lipového čaje byly v rámci obsahu fenolických látek mezi čaji bylinnými na první pohled nejnižší ((98±0,086 mg GAE/l a 93± mg GAE/l).



Obr. 39 Průměrné hodnoty fenolických látek v bylinných čajích

4.1.3 Celkové výsledky analyzovaných čajů

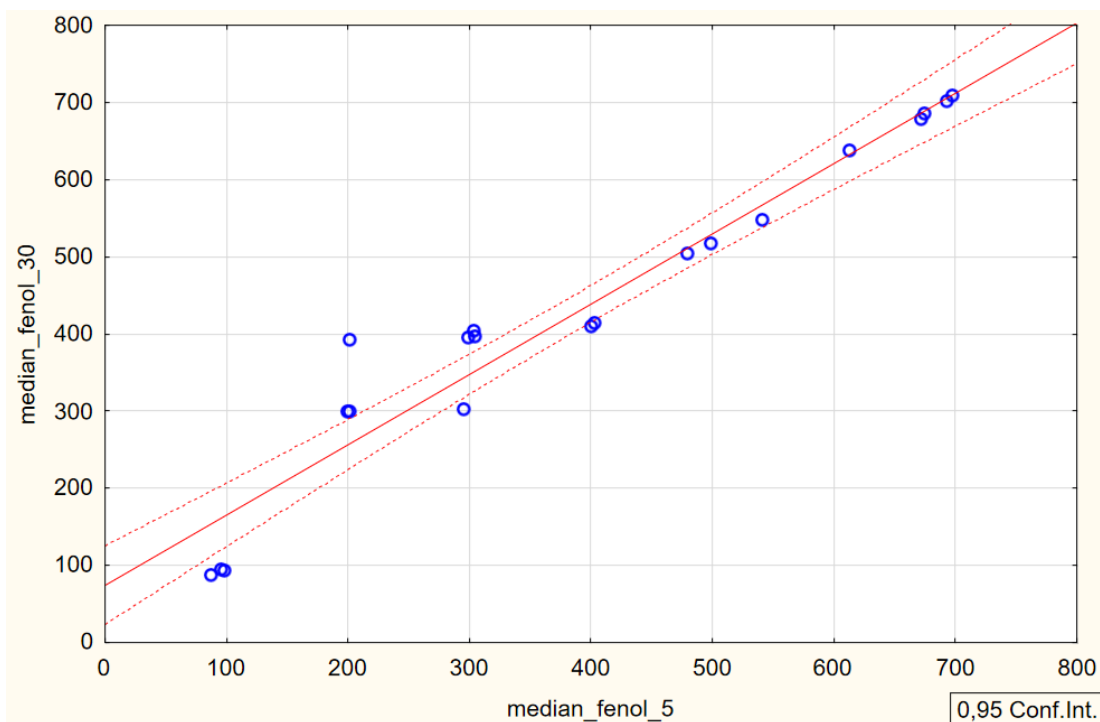
Na obr. 40 je graficky znázorněno porovnání změn obsahů fenolických látek po 5 min louhování a po 30 min louhování. Zde je zřejmé, že došlo k navýšení 1,1krát. Změny obsahů fenolů mezi těmito dvěma časovými úseky se statisticky významně liší ($p=0,003$), tedy jsou statisticky průkazné.



Obr. 40 Grafické porovnání změny obsahů fenolických látek po 5 min a 30 min
louhování

(Mean = průměr; SE = střední chyba průměru)

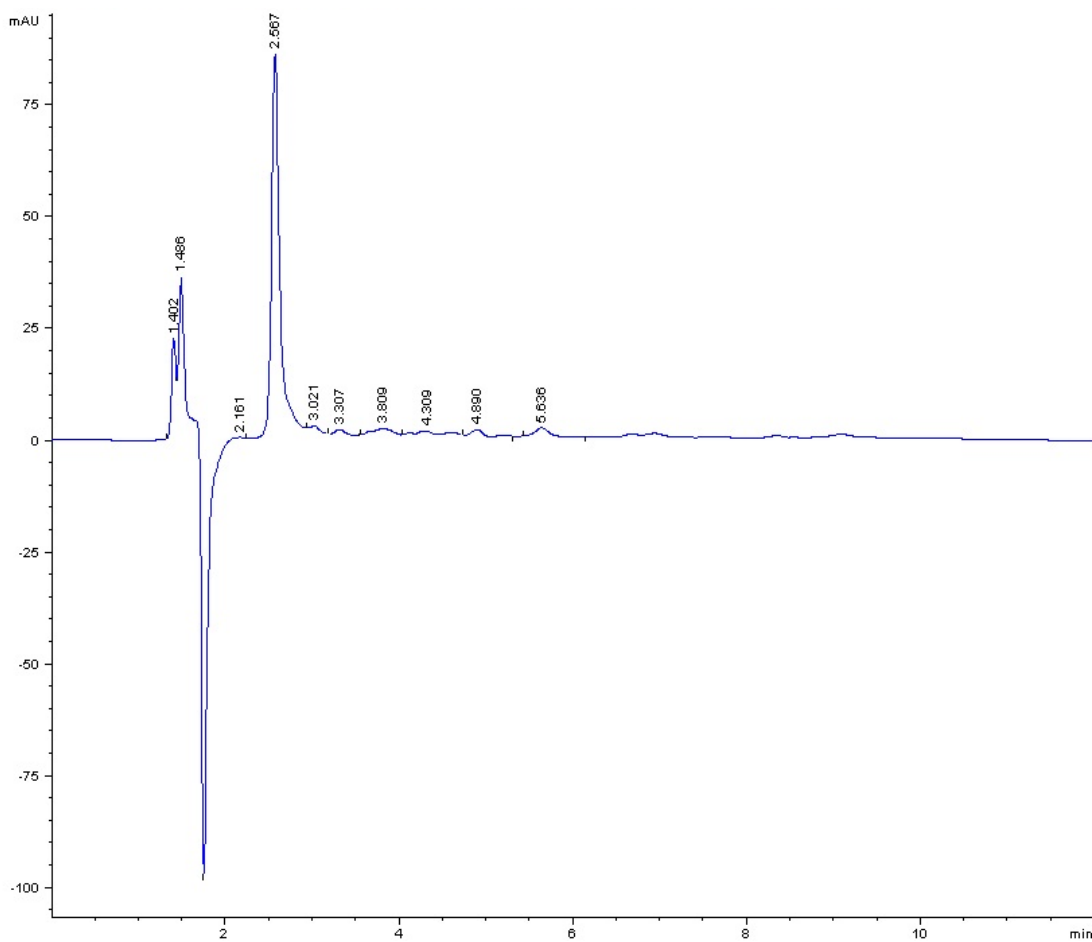
Korelace (Obr. 41) je statisticky vysoce významná ($r=0,968$, $p=0,000$). S časem vyluhování tedy stoupá obsah fenolických látek. Trochu se vymyká kopřivový čaj, kde při jeho vyluhování je nárůst větší, než bychom očekávali. Poměrně velký nárůst fenolických látek po 30 min je i u čaje z citronu, kdoule, pomeranče, šalvěje a heřmánku. Obecně u čajů, které obsahovaly po 5 min louhování velké množství nebo naopak velmi malé množství fenolických látek, hodnoty po 30 min moc nerostly.



Obr. 41 Vzájemný vztah mezi obsahy fenolických látek po 5 min a 30 min louhování

4.2 Analýza vitamínu C

Obsah vitamínu C byl stanoven v jednotlivých ovocných a bylinných čajích pomocí metody HPLC. Vitamín C byl zkoumán jako obsah askorbové kyseliny. U čajů, kde byly hodnoty vitamínu C naměřeny, se na chromatografickém záznamu objevil viditelný pík, reprezentující právě askorbovou kyselinu. Pro představu Obr. 42 zobrazuje chromatický záznam vitamínu C a viditelný pík u šípkového čaje.



Obr. 42 Chromatografický záznam měření kyseliny askorbové v šípkovém čaji

4.2.1 Vzorky analyzovaných ovocných čajů

Měření obsahu vitamínu C proběhlo obdobně jako u měření celkových fenolických látek, a to ve dvou vzorcích celkem třikrát u každého ovocného čaje, a to po 5 minutách výluhu a po 30 minutách louhování (tedy celkem šest měření u jednoho druhu čaje). V následující tabulce VI (Tab. VI) jsou uvedeny maximální a minimální hodnoty změřených vzorků. Rovněž je v tabulce VI uveden aritmetický průměr všech tří měření jednoho vzorku a jejich směrodatná odchylka.

Přítomnost vitamínu C nebyla zaznamenána ve všech připravených vzorcích ovocných čajů. Hodnoty kyseliny askorbové byly naměřeny u čaje z třešní, malin, citronů a borůvek. Nejvíce vitamínu C bylo prokázáno v citronovém čaji, a to jak po 5 minutách louhování, tak po 30 minutách výluhu ($7,2 \pm 0,13 \text{ mg/l}$ a $7,8 \pm 0,17 \text{ mg/l}$). U ostatních ovocných čajů, kde byly hodnoty detekovány, v porovnání s citronovým čajem hodnoty

výrazně klesaly. Obsahy vitamínu C v ovocných čajích po 5 minutách louhování a po 30 minutách louhování se mírně navyšovaly s přibývajícím časem výluhu.

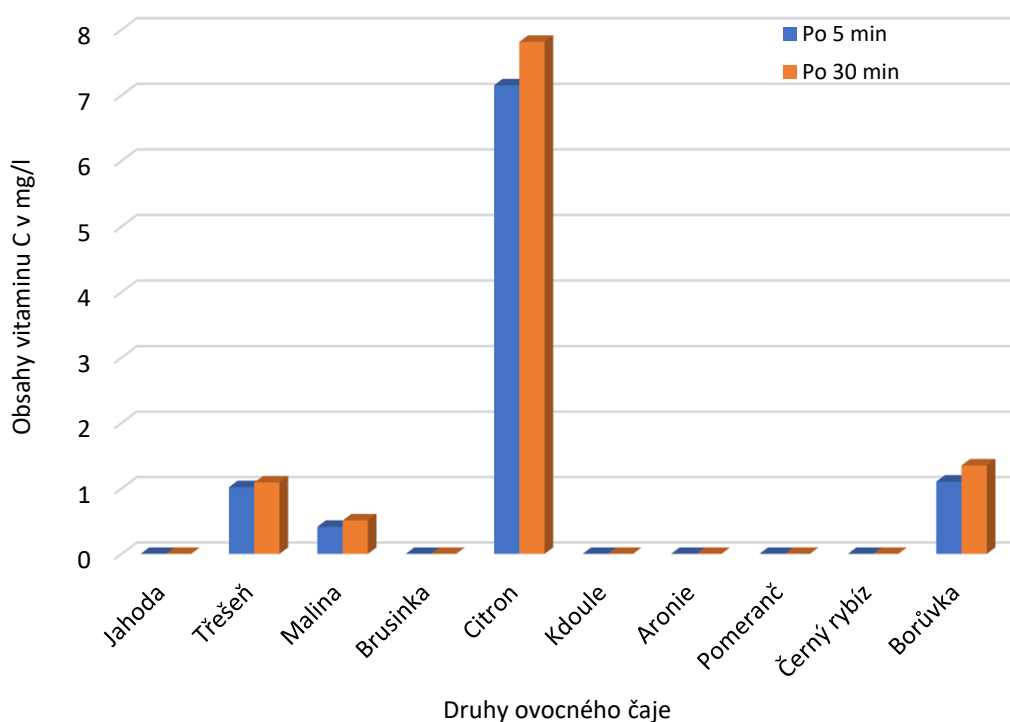
Tab. VI Obsah vitamínu C v ovocných čajích

| Ovocné čaje | Obsah vitamínu C v mg/l | | | | |
|-------------|-------------------------|--------|-------|------|------|
| | Doba výluhu | Průměr | SD | Min. | Max. |
| Jahoda | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Třešeň | 5 min | 1,1 | 0,045 | 1,0 | 1,0 |
| | 30 min | 1,1 | 0,029 | 1,1 | 1,1 |
| Malina | 5 min | 0,4 | 0,035 | 0,4 | 0,5 |
| | 30 min | 0,5 | 0,024 | 0,5 | 0,5 |
| Brusinka | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Citron | 5 min | 7,2 | 0,13 | 7,0 | 7,3 |
| | 30 min | 7,8 | 0,17 | 7,7 | 8,0 |
| Kdoule | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aronie | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pomeranč | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Černý rybíz | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Borůvka | 5 min | 1,1 | 0,030 | 1,1 | 1,1 |
| | 30 min | 1,4 | 0,014 | 1,3 | 1,4 |

(Průměr = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, Min. = minimální hodnota, Max. = maximální hodnota)

Pro přehlednější orientaci byly průměrné hodnoty obsahu vitamínu C v ovocných čajích zpracovány do sloupcových grafů (Obr. 43). Z grafu je patrný trend postupného

narůstání vitamínu C. Nejvyšší zjištěné hodnoty obsahu vitamínu C byly stanoveny jednoznačně u čaje s příchutí citronu ($7,2\pm 0,13\text{mg/l}$ a $7,8\pm 0,17\text{mg/l}$).



Obr. 43 Průměrné hodnoty vitamínu C v ovocných čajích

4.2.2 Vzorke analyzovaných bylinných čajů

Měření obsahu vitamínu C v bylinných čajích proběhlo pomocí stejného postupu, který byl zvolen u čajů ovocných. Do tabulky VII (Tab. VII) byly zaznamenány maximální a minimální výsledné hodnoty ze všech třech měření jednoho vzorku. Z těchto měření byl spočítán také aritmetický průměr, který byl taktéž zapsán do tabulky VII.

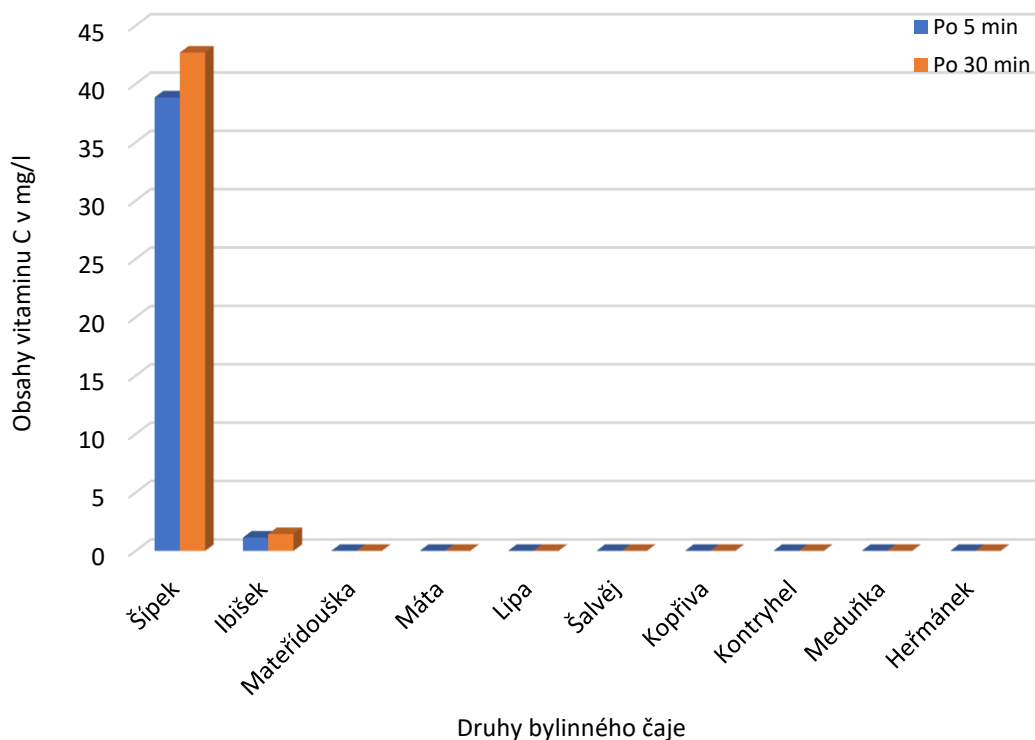
Přítomnost kyseliny askorbové byla zaznamenána z připravených vzorků bylinných čajů pouze u čaje šípkového a ibiškového, u ostatních ne. Větší množství vitamínu C bylo prokázáno v šípkovém čaji, a to dokonce až 40krát více ($38,8\pm 0,18\text{mg/l}$ a $42,7\pm 0,31\text{mg/l}$). Obsahy vitamínu C v bylinných čajích po 5 minutách louhování a po 30 minutách louhování se mírně navyšovaly s přibývajícím časem výluhu jako u čajů ovocných.

Tab. VII Obsah vitamínu C v bylinných čajích

| Bylinné čaje | Obsah vitamínu C v mg/l | | | | |
|--------------|-------------------------|--------|-------|------|------|
| | Doba výluhu | Průměr | SD | Min. | Max. |
| Šípek | 5 min | 38,8 | 0,18 | 38,7 | 39,0 |
| | 30 min | 42,7 | 0,31 | 42,4 | 43,0 |
| Ibišek | 5 min | 1,1 | 0,075 | 1,1 | 1,2 |
| | 30 min | 1,4 | 0,064 | 1,4 | 1,5 |
| Mateřídouška | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Máta | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lípa | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Šalvěj | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kopřiva | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kontryhel | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Meduňka | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Heřmánek | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |

(Průměr = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, Min. = minimální hodnota, Max. = maximální hodnota)

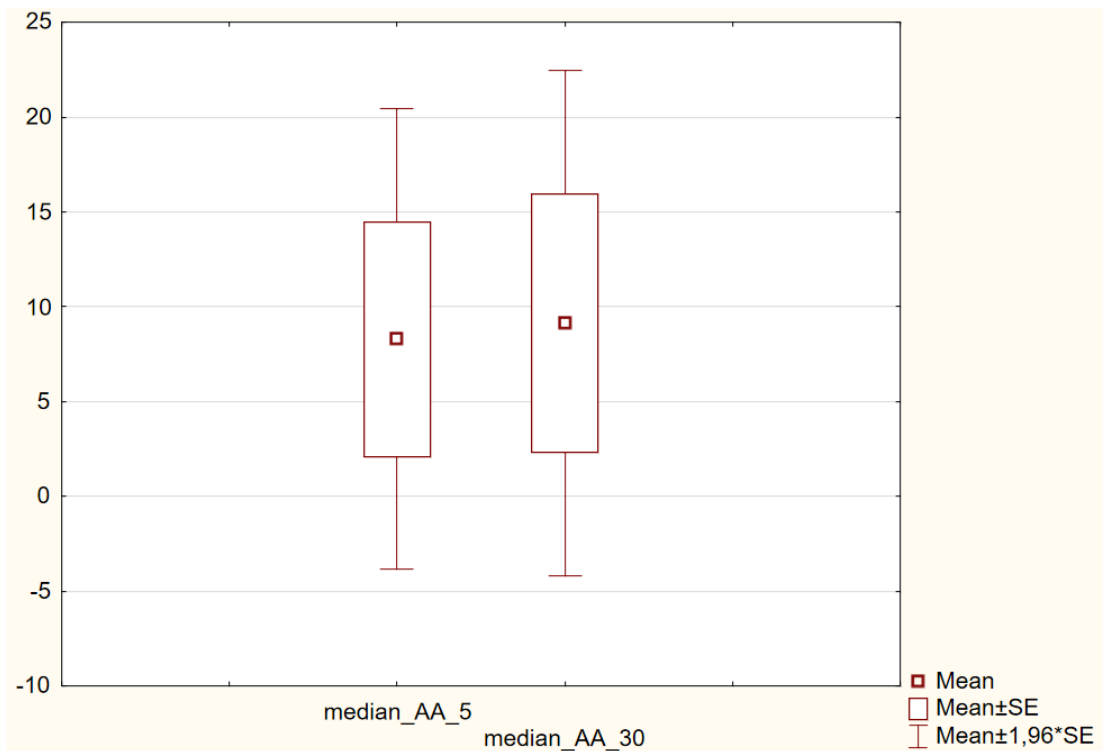
Obr. 44 zobrazuje obsah kyseliny askorbové v bylinných čajích. Z výsledků je na první pohled vidět velké množství vitamínu C v šípkovém čaji ($38,8 \pm 0,18$ mg/l a $42,7 \pm 0,31$ mg/l) oproti ostatním bylinám.



Obr. 44 Průměrné hodnoty vitamínu C v bylinných čajích

4.2.3 Celkové výsledky analyzovaných čajů

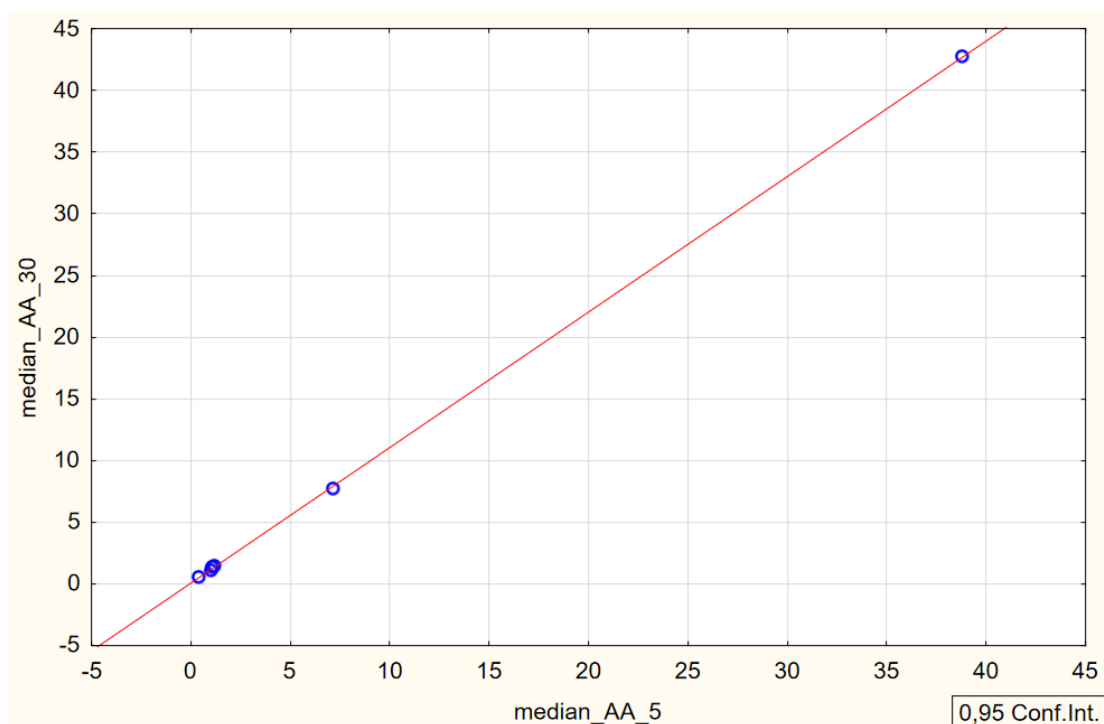
Při porovnání průměrů obsahů kyseliny askorbové se ukázalo, že při vyluhování po 30 min došlo k jejímu navýšení o 10 %. Tento rozdíl však není statisticky průkazný ($p=0,223$). Z Obr.45 je zřejmé, že hodnoty po 30 min vyluhování měly širší rozpětí oproti hodnotám po 5 min vyluhování.



Obr. 45 Grafické porovnání změny obsahů vitamínu C po 5 min a 30 min louhování

(*Mean = průměr; SE = střední chyba průměru*)

S delší dobou louhování čajů mírně narostly hodnoty fenolických látek. Korelace je statisticky průkazná ($r=0,100$, $p=0,000$). Přímka (Obr. 46) ukazuje, že po 5 min se u všech čajů vyluhuje většina vitamínu C, proto hodnoty po 30 min už výrazně nestoupily. Z hlediska vitamínu C stačí ovocné i bylinné čaje louhovat 5 min.



Obr. 46 Vzájemný vztah mezi obsahy vitamínu C po 5 min a 30 min louhování

4.3 Analýza celkového obsahu antokyanů

Analýza obsahu antokyanů byla provedena pomocí spektrofotometru, kdy na základě naměřené absorbance vzorku byly dopočítány koncentrace antokyanů ve vzorku.

Antokyaniny jsou stanoveny jako suma monomerních strukturně příbuzných antokyanů po naředění nápoje okyselených methanolem. V tomto roztoku vykazují všechny strukturně příbuzné látky absorbanci při vlnové délce 528 nm. Z dvaceti vzorků různých ovocných a bylinných čajů byly antokyaniny stanoveny ve všech vzorcích ovocných čajů a v bylinných čajích pouze u ibišku a šípku, v ostatních čajích antokyaniny nebyly detekovány.

4.3.1 Vzorky analyzovaných ovocných čajů

Měření celkového obsahu antokyanů v ovocných čajích proběhlo pomocí stejného postupu, který byl zvolen u měření celkových fenolů i obsahu vitamínu C. Do tabulky VIII (Tab. VIII) byly zaznamenány maximální a minimální výsledné hodnoty ze všech třech měření jednoho vzorku. Z těchto měření byl spočítán také aritmetický průměr, který byl zapsán do tabulky VIII.

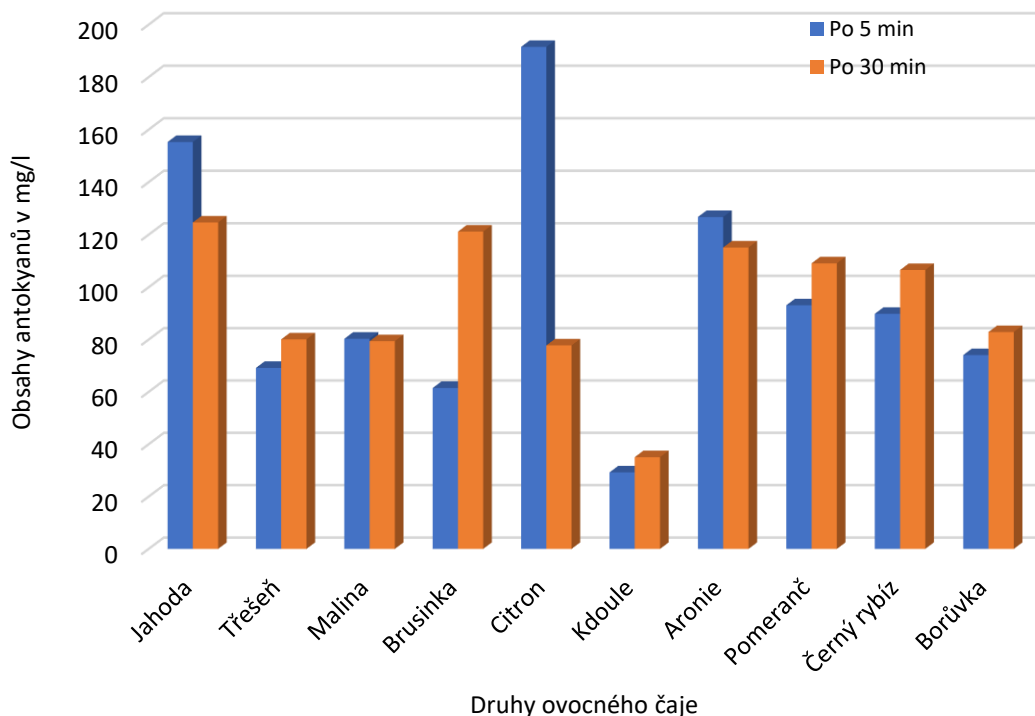
Antokyany byly zaznamenány u všech ovocných čajů. Největší množství celkových antokyanů obsahoval čaj jahodový (155 ± 11 mg/l a $125 \pm 7,4$ mg/l), aroniový (127 ± 10 mg/l a $115 \pm 4,0$ mg/l) a citronový (192 ± 11 mg/l a $78 \pm 5,5$ mg/l). Nejnižší množství celkových antokyanů bylo nalezeno u čaje z kdoule ($29 \pm 5,5$ mg/l a $35 \pm 5,0$ mg/l). Jednotlivé obsahy celkových antokyanů u některých čajů klesly a u některých se naopak zvýšily s přibývajícím časem výluhu.

Tab. VIII Celkový obsah antokyanů v ovocných čajích

| Ovocné čaje | Celkový obsah antokyanů v mg/l | | | | |
|-------------|--------------------------------|--------|------|------|------|
| | Doba výluhu | Průměr | SD | Min. | Max. |
| Jahoda | 5 min | 155 | 11 | 148 | 164 |
| | 30 min | 125 | 7,4 | 118 | 129 |
| Třešeň | 5 min | 69 | 19 | 54 | 81 |
| | 30 min | 80 | 5,5 | 75 | 83 |
| Malina | 5 min | 80 | 1,5 | 79 | 82 |
| | 30 min | 79 | 6,5 | 75 | 84 |
| Brusinka | 5 min | 62 | 2,0 | 60 | 63 |
| | 30 min | 121 | 12 | 113 | 128 |
| Citron | 5 min | 192 | 11 | 183 | 198 |
| | 30 min | 78 | 5,5 | 73 | 81 |
| Kdoule | 5 min | 29 | 5,5 | 26 | 34 |
| | 30 min | 35 | 5,0 | 31 | 38 |
| Aronie | 5 min | 127 | 10 | 121 | 135 |
| | 30 min | 115 | 4,0 | 113 | 118 |
| Pomeranč | 5 min | 93 | 3,0 | 91 | 95 |
| | 30 min | 109 | 0,50 | 109 | 109 |
| Černý rybíz | 5 min | 90 | 2,5 | 88 | 92 |
| | 30 min | 107 | 2,5 | 105 | 109 |
| Borůvka | 5 min | 74 | 5,0 | 71 | 78 |
| | 30 min | 83 | 1,5 | 81 | 84 |

(Průměr = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, Min. = minimální hodnota, Max. = maximální hodnota)

Graf (Obr. 47) zaznamenává hodnoty celkových antokyanů u jednotlivých ovocných čajů. Nejnížší hodnoty se projevily u čaje s příchutí kdoule, naopak nejvyšší hodnoty u čaje s příchutí citronu, a to zvláště v době 5 minut louhování



Obr. 47 Průměrné hodnoty celkových antokyanů v ovocných čajích

4.3.2 Vzorky analyzovaných bylinných čajů

Měření celkového obsahu antokyanů v bylinných čajích proběhlo stejně jako u čajů ovocných. Do tabulky IX (Tab. IX) byly postupně zaznamenány maximální a minimální výsledné hodnoty ze všech třech měření od jednoho vzorku. Z těchto měření byl spočítán také aritmetický průměr, který byl zapsán do tabulky IX.

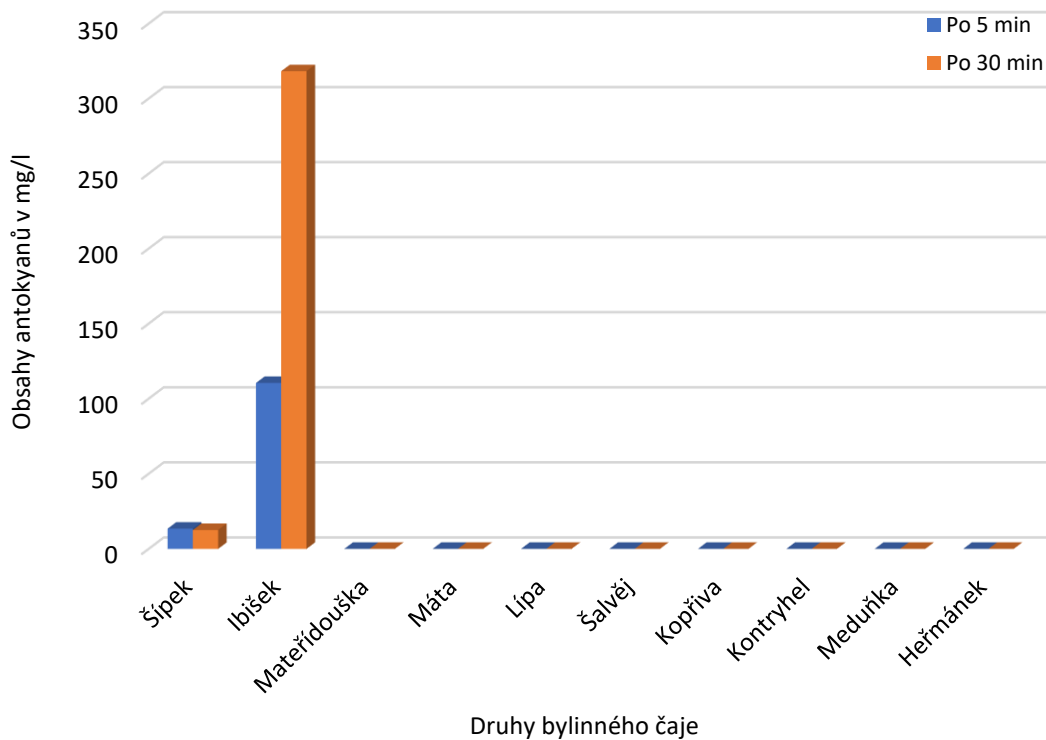
Celkové antokyaniny nebyly zaznamenány u všech bylinných čajů, byly naměřeny pouze u šípkového a ibiškového čaje. Větší množství celkových antokyanů obsahoval čaj ibiškový ($110 \pm 5,0$ mg/l a $318 \pm 1,0$ mg/l). Jednotlivé obsahy celkových antokyanů se výrazně zvýšily s přibývajícím dobou louhování u čaje z ibišku, a to až 3krát více. U šípkového čaje se hodnoty nelišily.

Tab. IX Celkový obsah antokyanů v bylinných čajích

| Bylinné čaje | Celkový obsah antokyanů v mg/l | | | | |
|--------------|--------------------------------|--------|-----|------|------|
| | Doba výluhu | Průměr | SD | Min. | Max. |
| Šípek | 5 min | 13 | 7,0 | 10 | 20 |
| | 30 min | 13 | 6,5 | 8 | 17 |
| Ibišek | 5 min | 110 | 5,0 | 108 | 115 |
| | 30 min | 318 | 1,0 | 318 | 319 |
| Mateřídouška | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Máta | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lípa | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Šalvěj | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kopřiva | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kontryhel | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Meduňka | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Heřmánek | 5 min | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 min | 0 | 0 | 0 | 0 |

(Průměr = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, Min. = minimální hodnota, Max. = maximální hodnota)

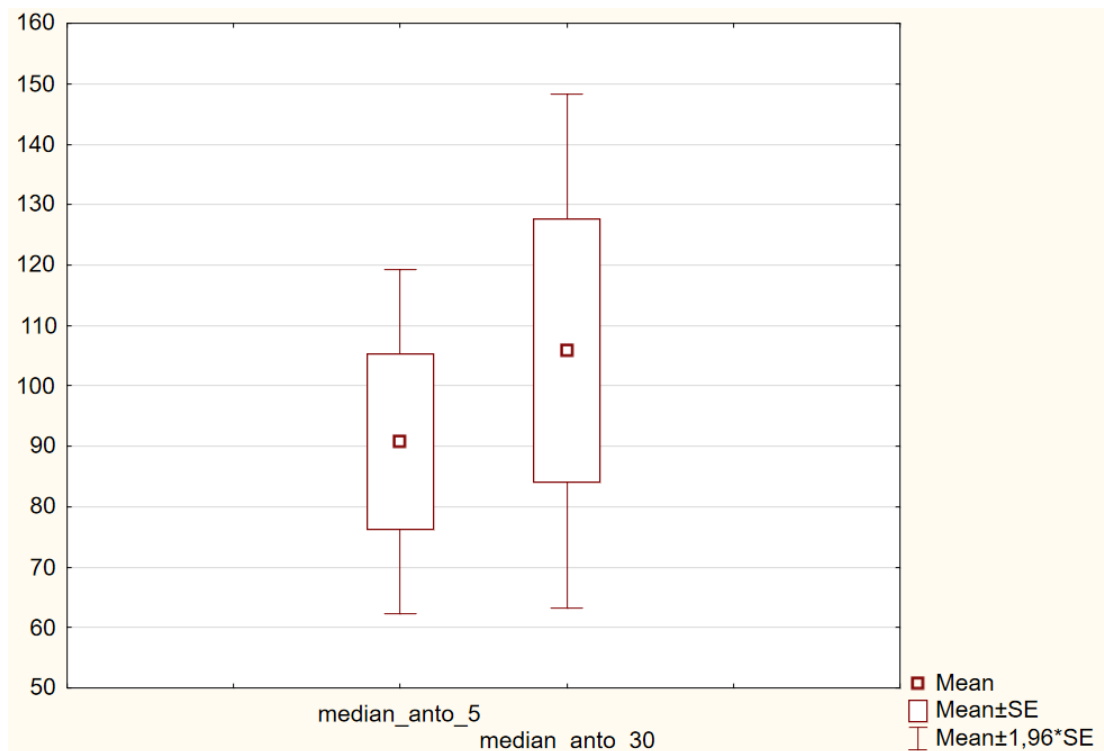
Z grafu (Obr. 48) je patrné, že ze všech bylin v obsahu celkových antokyanů dominuje čaj z ibišku. Rozdíl je významný i v době louhování u ibiškového čaje, s vyšší dobou louhování výrazně narostlo i množství celkových antokyanů.



Obr. 48 Průměrné hodnoty celkových antokyanů v bylinných čajích

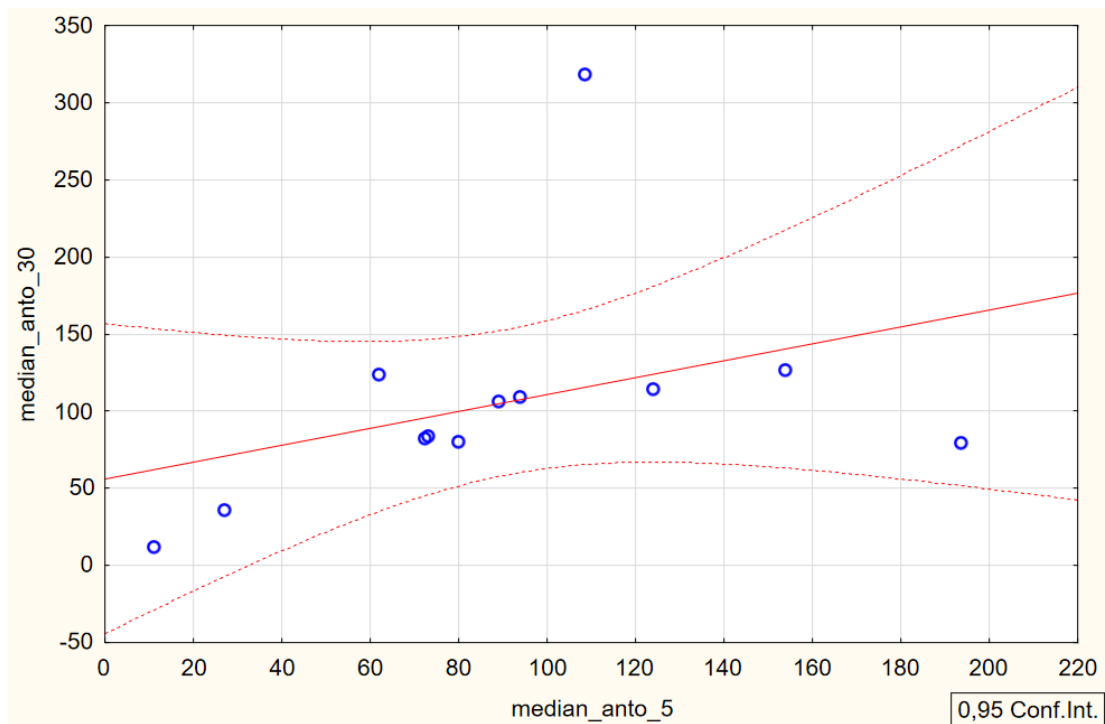
4.3.3 Celkové výsledky analyzovaných čajů

Z Obr. 49 je patrné, že došlo k výraznějšímu zvýšení obsahů antokyanů mezi 5 min a 30 min louhování čajů o 17 %. Tento rozdíl mezi skupinami není statisticky průkazný ($p=0,493$). Rozpětí obsahů antokyanů se zvýšilo po 30 min vyluhování oproti výluhům po 5 min.



Obr. 49 Grafické porovnání změny obsahů antokyanů po 5 min a 30 min louhování
(*Mean = průměr; SE = střední chyba průměru*)

Zda závislost obsahu antokyanů po 5 min louhování souvisí s obsahem antokyanů po 30 min louhování zobrazuje Obr. 50. Čím se vyluhuje antokyanů více po 5 min, tím se trochu více vyluhuje i po 30 min. Tato závislost není však statisticky významná ($r=0,366$, $p=0,243$). Výsledky ovlivňuje čaj z ibišku, který v druhém měření svůj obsah antokyanů zvýšil trojnásobně. U čajů z jahody, citronu a aronie dokonce obsah antokyanů po 30 min louhování klesá. Nejvýraznější úbytek při druhém měření prokazuje citronový čaj, ale jeho snížení hodnot není natolik velké, aby ovlivnilo celkové výsledky průměru všech čajů.



Obr. 50 Vzájemný vztah mezi obsahy antokyanů po 5 min a 30 min louhování

U některých čajů nebyly hodnoty vitamínu C nebo antokyanů vůbec detekovány. Možné důvody jsou uvedené v kapitole 5 (Diskuze).

5 Diskuze

Tato diplomová práce měla za cíl zjistit obsah celkových fenolických látek a obsah vitamínu C ve vybraných ovocných a bylinných čajích. Následně byl zjišťován i celkový obsah antokyanů u těchto čajů. Předmětem této studie byly byliny heřmánek pravý, šalvěj lékařská, máta peprná, meduňka lékařská, mateřídouška obecná, růže šípková, kontryhel obecný, kopřiva dvoudomá, lípa srdčitá a ibišek súdánský. V rámci ovocných čajů bylo vybráno ovoce z třešně ptačí, pomerančovníku, citronovníku, ostružiníku maliníku, jahodníku velkoplodého, kdouloně, temnoplodce černoplodého (aronie), brusnice borůvky, brusnice brusinky a černého rybízu.

Celkový obsah fenolických sloučenin byl stanovován pomocí spektrofotometrické metody s využitím činidla Folin-Ciocalteu. Tato metoda funguje na principu měření absorbance při vlnové délce 765 nm. Měření proběhlo u každého čaje vždy po třech měřeních ve dvou vzorcích, a to po 5 minutách louhování a po 30 minutách louhování čaje. Analýza celkových polyfenolů prokázala vyšší hodnoty polyfenolů u bylinných čajů než u čajů ovocných. Průměr celkového obsahu fenolických látek v ovocných čajích se pohyboval od 88 mg GAE/l do 613 mg GAE/l po 5 minutách louhování a od 87 mg GAE/l do 638 mg GAE/l po 30 minutách louhování. Průměrné hodnoty celkových fenolických sloučenin ve vzorcích bylinných čajů se držely v rozmezí od 98 mg GAE/l do 698 mg GAE/l po 5 minutách louhování a od 93 mg GAE/l do 714 mg GAE/l po 30 minutách louhování.

Dle statistického šetření je zřejmé, že průměrně došlo k navýšení obsahu fenolů po 30 min lohování, a to až o 10 %. Změny obsahů fenolů mezi těmito dvěma časovými úseky se statisticky významně lišily ($p=0,003$). Korelace je taktéž statisticky významná ($r=0,968$, $p=0,000$), dokonce velmi významně. S časem vyluhování tedy stoupá obsah fenolických látek. Poměrně velký nárůst fenolických látek, který ovlivnil výsledky, prokazoval čaj citronový, kdoulový, pomerančový, šalvějový, kopřivový a heřmánkový. Obecně u čajů, které obsahovaly po 5 min louhování velké množství nebo naopak velmi malé množství fenolických látek, hodnoty po 30 min moc nerostly. A čaje, které měly průměrné množství fenolů během prvního měření, navýšily svoje obsahy fenolických látek při druhém měření.

Z údajů grafů v kapitole Výsledky je vidět nárůst biologicky aktivních látek s delší dobou louhování u většiny ovocných čajů. Naopak mírný pokles fenolických látek vzhledem k delší době louhování nastal u čajů z brusinek a černého rybízu. Tento pokles může být zapříčiněn složením čajů, protože žádný z čajů neobsahoval čistě jen ovoce, po kterém byl čaj pojmenován. V ovocných čajích, které obsahují ve velké části jablečnou dužinu, pravděpodobně budou bioaktivní účinné látky degradovat poměrně rychle a jejich hodnoty pak klesají. Uvedený čaj z černého rybízu obsahoval nejspíše velkou část jablečné dužiny (výrobce neuvádí procenta zastoupení jednotlivých složek čaje). Brusinkový čaj ale složky jablka podle výrobce neobsahoval.

Obecně lze říct, že ovocné čaje se skládají převážně ze tří hlavních složek, a to šípku, jablečné dužiny a ibišku, další složkou je ovoce, podle kterého je čaj pojmenován. Právě tato mnohosložkovost ovocných čajů nejspíše zkresluje závěrečné výsledky. Mezi ovoce, které obsahuje velmi hojně fenoly, patří dle měření v této práci borůvka společně s aronií. Naopak nejmenším počet těchto látek se prokázal u brusinky a černého rybízu.

Sahin (2013) ve své studii zjišťoval celkový obsah fenolů v ovocných čajích, ten se pohyboval od $0,96 \pm 0,01$ do $6,91 \pm 0,47$ mg GAE/g sušeného ovocného čaje. Celkový obsah fenolu v nálevech ovocného čaje ovlivněný teplotou vody (20, 40, 70 a 100 °C). Obsah fenolů v ovocných čajích se zvyšoval v tomto pořadí: borůvka, jahoda, citron (při teplotě vody 100 °C). Ve srovnání s naším výzkumem vyšla v největší koncentraci také borůvka jako u Sahina (2013).

Studie Rimpapa et al. (2007) zjistila celkový obsah fenolů v borůvce (4 mg/g), v třešni (8,8 mg/g) a v jahodě (3,5 mg/g). Celkový obsah antokyanů byl u třešně 6,8 mg/g, v borůvce 4,5 mg/g a v jahodě to bylo 0,8 mg/g.

Sariburun et al. (2010) uvedli ve svém výzkumu celkový obsah fenolů u malin v rozmezí od $1040,95 \pm 15,91$ mg GAE/100 g.

Při stanovení celkové antioxidační aktivity u bylinných čajů byl pozorován úbytek aktivních látek pouze u čaje lipového. V matrici lípy degradovaly antioxidační látky rychleji než u ostatních bylinných čajů, které prokázaly s přibývajícím dobou louhování vyšší hodnoty fenolických látek a tím pádem i vyšší antioxidační účinky. Mezi byliny, které obsahují velké množství fenolických sloučenin, patří podle měření šípek, mateřídouška, máta a meduňka. Nejmenší obsah těchto látek se prokázal u lípy.

Nejvýraznější rozdíl mezi dobami louhování se projevilo u čaje z kopřivy, z toho lze usoudit, že kopřiva není tolik stabilní. Nejstabilnějším čajem z obou testovaných skupin (ovocných a bylinných čajů) se vzhledem ke své velké koncentraci fenolických látek ukázal být čaj meduňkový.

Chrpová et al. (2010) se ve své studii věnovala celkovému obsahu fenolických látek v bylinkách, který měřila na spektrofotometru za použití Folin-Ciocalteuova činidla v sušených vzorcích při vlnové délce 760 nm. V šalvěji lékařské naměřila obsahy fenolických sloučenin 24,3 mg/g, a v meduňce lékařské 85,0 mg/g.

Tahirović et al. (2014) se ve svém výzkumu věnoval celkovému množství fenolických látek za použití Folin-Ciocalteuova činidla. Výsledky obsahu těchto látek byly konkrétně u máty $137,1 \pm 0,33$ mg GAE/100mL, heřmánku $132,9 \pm 18,51$ mg GAE/100mL, šalvěje $25,11 \pm 1,65$ mg GAE/100mL, a u jediného ovoce a to brusinky $146,3 \pm 4,32$ mg GAE/100mL.

Atoui et al. (2005) uvádí ve své studii obsah fenolických sloučenin, který vyjádřili v mg kyseliny gallové na šálek bylinného nálevu (240 ml). Výsledky u máty byly $106 \pm 0,18$ mg/240 ml, heřmánku $106 \pm 0,37$ mg/240 ml a u šalvěje $124 \pm 1,57$ mg/240 ml. To neodpovídá výsledkům zjištěným v této práci.

Büyükbalci a El (2008) změřili celkové fenoly u máty ($3750 \pm 0,30$ mg CE/L). Společně pak uvedli, že vysoký celkový obsah fenolů byl detekován u máty pepřné ve srovnatelném množství jako u zeleného či černého čaje.

Al-Juhaimi a Ghafoor (2011) měřili celkový obsah fenolových sloučenin pomocí Folin-Ciocalteuova činidla v mátě rolní a jiných bylinkách. Nejvyšší obsahy celkových fenolů byly zjištěny právě v mátě rolní, a to 1,24 mg/100ml.

Ve svém výzkumu Cai et al. (2004) zkoumali celkový obsah polyfenolů, jejich antioxidační kapacitu a jednotlivé fenolické sloučeniny. Šalvěj červenokořená dle měření obsahovala 4,26 až 4,91 mg/100 g celkového obsahu fenolických látek. Výsledek tohoto druhu šalvěje je oproti šalvěji lékařské od Chrpové (2010) zcela odlišný.

Tomková (2008) zjistila, že obsahy fenolických látek v bylinných i ovocných čajích po ročním uchování klesaly. Při stanovení obsahu celkových polyfenolů po jednom roce skladování se projevily jako nejméně stabilní květové čaje. K největšímu poklesu

polyfenolů došlo v heřmánku. Jako nejstabilnější ovocné čaje s nejvyšší celkovou antioxidační aktivitou se projevíly ovocné čaje z černého rybízu, borůvky a citrónu. Ve srovnání s měřením v této práci lze konstatovat, že celkové výsledky obsahů fenolických sloučenin v bylinných a ovocných čajích se neshodují. Pouze ovocný čaj z černého rybízu vykazoval v práci Tomkové a naší práci stabilní hodnoty.

Pérez-Burillo et al. (2018) došli k závěru, že doba louhování má vliv na obsah fenolických látek. Konkrétně zkoumali dobu louhování čajů od 3 do 15 minut a v této době výluhu zjistili, že s její přibývajícím dobou dochází k nárůstu fenolických látek.

Liebert et al. (1999) analyzovali celkový obsah fenolických látek v různých čajových extraktech a louhovali je od 0,5 minuty do 10 minut. Výsledky jednoznačně prokázali nárůst obsahu fenolických látek s delší dobou výluhu čajů.

Braud et al. (2015) ve své studii dokázali, že 5 minut louhování čaje je dostatečná doba k dosažení maximální dostupnosti fenolických sloučenin v čaji a další prodloužení doby louhování (15 nebo 30 minut) nevede k žádné změně, nebo dokonce ke snížení jejich koncentrací. To však úplně nekoreluje se zjištěnými výsledky v této práci. Naše výsledky však vykazují zvýšení obsahů fenolických látek s delší dobou louhování.

Ve studii McAlpine et al. (2016) čaje byly louhovány po dobu 1–10 minut v minutových intervalech a byly měřeny hodnoty celkových fenolů. U každého zkoumaného čaje došlo k zvýšení hodnot fenolů s delší dobou louhování. Nebyl to však lineární vztah, protože většina polyfenolů pozorovaných po 10 minutách louhování byla extrahována v prvních 5 minutách bez ohledu na typ čaje.

Na zajímavou informaci přišli ve svém výzkumu Damiani et al. (2014), kdy byl zjištěn ve studených nálevech čajů vyšší obsah fenolů ve srovnání s těmi horkými.

Jiménez-Zamora et al. (2016) sledovali chování obsahů fenolických látek v čajích s přibývajícím dobou skladování (po 3 měsících a po 6 měsících). Hodnoty těchto látek v čajích po 3 měsících vykazovaly statisticky významný pokles ($p < 0,05$) antioxidační kapacity. Pokud byly vzorky uloženy 6 měsíců, antioxidační kapacita zůstala nezměněna ve srovnání s tříměsíčním skladováním.

Korbelář a Endris (1981) uvádějí, že obsah rutinu je maximální při extrakci trvající 10–15 minut. A právě tato doba je doporučována jako optimální pro přípravu čajů.

Výrobci na jednotlivých čajích uvádějí doporučovanou dobu louhování od 3 do 10 minut. Což úplně nekoreluje s doporučením autorů výše uvedené odborné literatury.

Celkový obsah vitamínu C byl stanovován pomocí HPLC. Měření proběhlo u každého čaje vždy po třech měřeních ve dvou vzorcích jako u měření celkových fenolů. Analýza jednotlivých čajů prokázala přítomnost kyseliny askorbové pouze u čtyř čajů ovocných (třešeň, malina, citron a borůvka) a u dvou čajů bylinných (ibišek a šípek). Nejvyšší množství vitamínu C obsahoval čaj z šípku, a to až 40krát více než čaje ostatní. Výjimku tvořil čaj citronový, který obsahoval zhruba šestinásobné množství vitamínu C méně než čaj šípkový. Praktická část této diplomové práce tak potvrdila vysoký obsah kyseliny askorbové v šípku, který byl uveden v literární rešerši. Dále bylo zjištěno, že s přibývajícím dobou louhování čaje buď roste obsah vitamínu C, nebo zůstává stejný. Z toho lze usoudit, že není nutno čajový sáček u některých příchutí louhovat pouze 5 minut podle návodu, ale i delší louhování přináší své benefity.

Statistické metody ukázaly, že obsahy vitamínu C se s přibývajícím časem louhování navyšovaly, a to o 10 %. Průměrný rozdíl obsahů však nebyl statisticky významný ($p=0,223$). Korelace obsahu kyseliny askorbové po 5 min louhování a po 30 min louhování se ukázala jako statisticky významná ($r=0,100$, $p=0,000$). Z hlediska vitamínu C stačí čajový sáček louhovat 5 min, protože rozdíly hodnot mezi jednotlivými měření nebyly výrazné.

Ne všechny bylinné a ovocné čaje obsahují významné množství vitamínu C, protože obsah vitamínu může záviset na konkrétních použitých rostlinách a použitých metodách zpracování. Zatímco některé bylinky a ovoce používané v bylinných čajích mohou být dobrým zdrojem vitamínu C, jiné nemusí obsahovat významné množství této látky. Například o bylinkách, jako je heřmánek a máta, není známo, že jsou významnými zdroji vitamínu C, a čaje vyrobené z těchto rostlin pravděpodobně neobsahují vysoké hladiny této živiny. Na druhou stranu je známo, že šípek a ibišek jsou dobrým zdrojem vitamínu C a čaje vyrobené z těchto plodů mohou obsahovat vysoké hladiny tohoto vitamínu. Zatímco mnoho druhů ovoce je dobrým zdrojem vitamínu C, ne všechny druhy ovoce používané v ovocných čajích obsahují významné množství této živiny. Například ovoce jako jablka a hrušky nemají příliš vysoký obsah vitamínu C a čaje z těchto plodů nemusí obsahovat významné množství této živiny. Na druhé straně je známo, že ovoce

jako citrusové plody a bobule jsou dobrým zdrojem vitamínu C a čaje vyrobené z těchto plodů mohou obsahovat vysoké hladiny tohoto vitamínu.

Obsah vitamínu C v bylinných čajích může být také ovlivněn metodami zpracování, jako je sušení a máčení. Vitamin C je ve vodě rozpustný vitamin, který lze snadno rozložit teplem, světlem a kyslíkem. Pokud jsou tedy čaje zpracovávány za vysokých teplot nebo jsou delší dobu vystaveny světlu a vzduchu, může to vést ke snížení obsahu vitamínu C (Güçlü et al., 2006).

Žádný výrobce jednotlivých vybraných čajů nedeklaroval obsah kyseliny askorbové. Dokonce ani u ibiškového a šípkového čaje, které podle literatury obsahují právě vysoké množství vitamínu C.

Du Toit et al. (2001) porovnávali čaje černé, zelené, oolongy a některé bylinné čaje a zjišťovali mimo jiné i obsah vitamínu C v nich. Výsledky prokázaly nejnižší hodnoty vitamínu C u bylinných čajů (konkrétně testovali heřmánek a mátu). To je pravděpodobně způsobeno tím, že nejsou vyráběny z mladých listů *Camellia sinensis*.

Obsahem studie Yamana (2020) bylo zjišťování rozdílů mezi dobou louhování 5 minut a 10 minut u čaje z mateřídoušky. Ukázalo se, že byla vhodnější doba 10 minut, protože v ní bylo více vitamínu C i minerálů. Bohužel v našem výzkumu nebyl identifikován vitamin C v mateřídoušce, ale výsledky této studie korelují s našimi výsledky jiných bylin a ovocných čajů, a to že s přibývajícím dobou louhování narůstají hodnoty vitamínu C.

Zjišťování obsahu celkových antokyanů probíhalo spektrofotometrickou metodou. Měření proběhlo opět 3x od každého vzorku čaje, aby se předešlo zkresleným výsledkům. Konkrétní analýzy v jednotlivých čajích ukázaly, že antokyanová barviva se vyskytují ve všech vybraných ovocných čajích. V těch bylinných byly identifikovány pouze u čaje ibiškového a šípkového. Mezi ovocnými čaji byly nalezeny nejnižší hodnoty v čaji s příchutí kdoule, naopak největší množství zaznamenaly citronový, jahodový a aroniový čaj, a to až šestinásobně. V rámci bylinných čajů bezkonkurenčně nejvíce antokyanových barviv prokázal ibiškový čaj, a to až 25krát více po 30 minutách vyluhování než čaj z šípku. Vysokým hodnotám antokyanů v čaji z ibišku nasvědčovala výrazně červená barva během přípravy čajového výluhu.

Na základně statistických testů bylo zjištěno, že s přibývajícím dobou louhování přibývají i obsahy antokyanů, a to až o 17 %. Tento rozdíl ale nebyl statisticky významný ($p=0,493$). Vzájemná korelace obsahů antokyanů po 5 min vyluhování a 30 min vyluhování se prokázala jako statisticky nevýznamná ($r=0,366$, $p=0,243$). Celkové výsledky ovlivňuje ibiškový čaj, který v druhém měření navýšil svůj obsah antokyanů třikrát. Některé čaje své hodnoty s přibývajícím dobou louhování snižovaly, a to čaj jahodový, aroniový a citronový, ale jejich úbytek nebyl natolik výrazný, aby ovlivnil celkové výsledky.

Bylinné čaje mohou být vyrobeny ze široké škály rostlinných materiálů, včetně listů, květů, stonků a kořenů. Některé z těchto rostlin přirozeně obsahují vysoké hladiny antokyanů, zatímco jiné ne. Například ovoce, jako jsou bobule, třešně a hrozny, je známo, že je bohatým zdrojem antokyanů, a čaje vyrobené z těchto plodů budou pravděpodobně obsahovat vysoké hladiny těchto sloučenin. Na druhé straně není známo, že bylinky jako heřmánek, máta peprná, meduňka jsou významnými zdroji antokyanů, a proto je nepravděpodobné, že by čaje vyrobené z těchto rostlin tyto sloučeniny obsahovaly. Kromě toho mohou mít na obsah antokyanů vliv také způsoby zpracování používané k výrobě bylinných čajů. Antokyaniny jsou citlivé na teplo, světlo a pH a během zpracování mohou být degradovány nebo zničeny. Například, pokud jsou bylinné čaje vystaveny vysokým teplotám nebo prodloužené době louhování, může to vést k rozkladu antokyanů a snížení jejich koncentrace (Rahman, 2022). Snížené nebo stejné hodnoty koncentrace po prodloužené době louhování se v našem výzkumu potvrdily pouze u 5 z 12 čajů.

Studie Colaka et al. (2017) se zabývala analýzou antokyanů, a to hlavně u druhu brusnice borůvka a porovnávala je s dalšími drobnými plody, např. s divoce rostoucími rody brusnice, plody ostružiny nebo maliny. Plody brusinek pocházely z Finska. Nejvyšší hodnoty celkového obsahu antokyanů dosáhly druhy bobulí s modrofialovou pigmentací bobulí, a to hodnotou 868 mg GAE/l, což označuje vysoký obsah antokyanů. Zatímco plody s narůžovělou barvou měly průměrnou hodnotu 206 mg GAE/l. Porovnání s celkovým obsahem antokyanů v plodech analyzovaného brusinkového čaje, které mají rozmezí koncentrace 62–121 mg GAE/l, byly finské plody shledány jako bohatší na celkové antokyaniny než ty analyzované v této práci.

Al-Juhaimi a Ghafoor (2013) zkoumali fenolické látky a vitamin C ve třech různých citrusových šťávách. Pomerančový džus měl z hlediska obsahu fenolů nejvyšší hodnoty

ze všech tří citrusů a to konkrétně 107,37 mg GAE/100 ml. Nejmenší hodnoty byly nalezeny u citronového džusu a to 79,21 mg GAE/100 ml. Mandarinka měla hodnoty 91,18 mg GAE/100 ml. Obsah kyseliny askorbové v mandarinkové a pomerančové šťávě se výrazně nelišil, ale v citronové šťávě byl obsah vitamínu C výrazně nižší, konkrétně 31,24 mg/100 ml.

V rámci řešení diplomové práce byly tedy zodpovězeny tři základní výzkumné otázky:

- **Výzkumná otázka 1:** Zvyšují či snižují se obsahy fenolických látek v čajích po 30 minutách louhování v porovnání s 5 minutami louhování?

Obsahy fenolických látek se s přibývajícím dobou louhování zvyšovaly, a to statisticky významně ($p=0,003$).

- **Výzkumná otázka 2:** Jak se liší obsahy vitamínu C jednotlivých čajů v závislosti na době louhování?

Z analýzy testů vyplývá, že obsah vitamínu C se po 30 min louhování mírně navýšil oproti 5 min louhování, ale byl statisticky nevýznamný ($p=0,223$).

- **Výzkumná otázka 3:** Jak doba louhování ovlivňuje koncentraci celkových antokyanů v čajích?

Doba louhování statisticky nevýznamně ($p=0,493$) ovlivňuje koncentraci antokyanů v čajích, avšak hodnoty antokyanů se navyšovaly s delším časovým úsekem vyluhování.

Obsahy celkových fenolických látek, antokyanů a vitamínu C se v jednotlivých čajích/složkách čajů podstatně liší v mnoha výzkumech. Rozdíly mohou záviset na mnoho faktorech, ať už na zvolené metodě stanovení, míře detekování těchto látek, kalibrační závislosti nebo zkoumaného materiálu. Navíc jsou obsahy jednotlivých biologicky aktivních látek velmi často uváděny v různých jednotkách (objemových či hmotnostních) a přepočtené buď na čerstvou nebo sušenou hmotu. Napříč studiemi lze vyvodit alespoň závěr, že ze zkoumaných bylin má nejvyšší množství fenolických máta peprná. Z literární rešerše a jednotlivých studií je zřejmé, že fenolické látky jsou v dnešní

době hojně skloňované téma v oblasti badatelské činnosti a lékařství. Jsou totiž předmětem vědeckého zkoumání především pro své antioxidační účinky a s tím spojený i pozitivní vliv na zdraví člověka.

6 Závěr

Už dlouhá léta lidé ví, že některé rostliny jim pomáhají navracet jejich zdraví. Tyto zkušenosti se dochovaly až do současnosti, a především díky lékařství a rozvoji chemie došlo k odkrytí léčebného významu některých rostlin. Výhodou toho je, že není potřeba při různých onemocněních ihned do sebe dostávat chemii z léků, ale mnohdy stačí, když si lidé nasbírají, nasuší a uskladní různé druhy bylin či ovoce, které rostou v našem podnebném pásu.

Všeobecně je známo, že bylinné i ovocné čaje vykazují spoustu účinků působících blahodárně na lidský organismus. Tato informace byla potvrzena v této práci i na základě důkladné literární rešerše. Mezi pozitivní účinky čajů patří především antioxidační, protizánětlivé, protirakovinné, antimikrobiální, ale i protistárnoucí vlastnosti. Působí také při prevenci onemocnění nervového systému, onemocnění jater či proti diabetu mellitu. Čaje prokazatelně obsahují polyfenolické sloučeniny, díky kterým mají onen důležitý antioxidační účinek. Tento účinek je pro lidský organismus velmi důležitý, protože se v těle vytváří volné radikály, které vznikají jako přirozený meziprodukt při látkové výměně v buňkách. A právě množství těchto volných radikálů je nezbytné regulovat pomocí antioxidantů.

Předložená diplomová práce zjišťuje obsahy některých bioaktivních látek, zejména fenolických látek, antokyanů a vitamínu C, u běžně dostupných čajů z komerčních zdrojů. Jedná se o deset jednodruhových bylinných čajů a deset čajů ovocných.

Literární část této diplomové práce je věnována podrobnému popisu jednotlivých vybraných rostlin, jejich pěstování a významu. V další části rešerše shromažďuje informace o biologicky aktivních fenolických sloučeninách, jejich rozdělení, chemické struktuře a jejich zdravotních účincích na lidský organismus.

V praktické části práce byl nejprve měřen celkový obsah fenolických látek ve vzorcích jednotlivých čajů pomocí spektrofotometrické metody s využitím Folin-Ciocalteauva činidla. Analyzováno bylo celkem dvacet různých druhů čajů (polovina ovocných a polovina bylinných). První měření proběhlo vždy po 5 minutách louhování jednoho druhu čaje a druhé měření po 30 minutách louhování toho samého druhu čaje. Obsahy celkových fenolů se pohybovaly v rozmezí 87–638 mg GAE/l u ovocných

čajů a 93–714 mg GAE/l u bylinných čajů. U většiny čajů (17 z 20) se hodnoty fenolických sloučenin zvyšovaly v závislosti na delší době louhování.

Další analýzy pak byly zaměřeny na stanovení obsahu vitamínu C v jednotlivých druzích čajů, opět po 5 min a po 30 min louhování čaje. Tato stanovení proběhla za použití metody vysokoúčinné kapalinové chromatografie. Vitamin C byl identifikován ve čtyřech ovocných čajích a ve dvou čajích bylinných. Nejvyšší množství kyseliny askorbové bylo zjištěno v čaji šípkovém, a to až 42,7 mg GAE/l po 30 minutách louhování. U všech šesti čajů, ve kterých byla kyselina askorbová identifikována, se její hodnoty zvýšily nebo zůstaly stejné s přibývajícím časovým úsekem vyluhování.

Posledním měřením se zjišťovaly celkové obsahy antokyanových barviv ve všech druzích čajů, opět ve dvou časových intervalech. Tato analýza proběhla s použitím spektrofotometrické metody. Antokyanany byly identifikovány u všech ovocných čajů a u dvou čajů bylinných. Nejvyšší hodnoty antokyanových barviv byly nalezeny u čaje ibiškového, a to 318 mg/l po 30 minutách louhování. U 8 z 12 čajů s výskytem těchto barviv se tendence těchto látek zvyšovala nebo zůstala stejná s narůstající dobou vyluhování.

Optimální doba louhování pro maximalizaci obsahu fenolických látek v čajích se může lišit v závislosti na konkrétním typu čaje a požadovaném fenolickém profilu. Podle našeho výzkumu platí, že delší doby louhování čajů vedou k vyšším hladinám těchto sloučenin.

Domnívám se, že zjištěné hodnoty celkových fenolických látek, vitamínu C a celkových antokyanů získaných během zpracování této diplomové práce, by bylo zajímavé porovnávat s dalšími produkty jednotlivých čajů a výrobců dostupných v obchodní síti ČR. V dalších výzkumech bych doporučila zkusit podrobit analýzám jednodruhový bylinný či ovocný čaj od více výrobců, mohly by vyjít zajímavé komparativní výsledky.

7 Seznam literatury

Abdel-Naime, W. A., Fahim, J. R., Fouad, M. A., & Kamel, M. S. (2016). Botanical studies of the leaf of *Melissa officinalis* L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. Sv. 5, 98-104.

Adisakwattana, S. (2017). Cinnamic acid and its derivatives: mechanisms for prevention and management of diabetes and its complications. *Nutrients*, 9(2), 163.

Aherne, A.S., & O'Brien, N. M. (2002). Dietary Flavonols: Chemistry, Food Content, and Metabolism, *Nutrition*, Volume 18, Number 1.

Al-Juhaimi, F., & Ghafoor, K. (2011). Total phenols and antioxidant activities of leaf and stem extracts from coriander, mint and parsley grown in Saudi Arabia. *Pak. J. Bot*, 43(4), 2235-2237.

Al-Juhaimi, FY, & Ghafoor, KASHIF (2013). Bioaktivní sloučeniny, antioxidační a fyzikálně-chemické vlastnosti šťávy z citronů, mandarinek a pomerančů pěstovaných v Saúdské Arábii. *Pak. J. Bot.*, 45 (4), 1193-1196.

Amor, S., Puentes, F., Baker, D., & Van Der Valk, P. (2010). Inflammation in neurodegenerative diseases. *Immunology*, 129(2), 154-169.

Anonym (2022). Darius.cz. Antioxidanty, flavonoidy.

Ansari, M. A., Abdul, H. M., Joshi, G., Opii, W. O., & Butterfield, D. A. (2009). Protective effect of quercetin in primary neurons against A β (1–42): relevance to Alzheimer's disease. *The Journal of nutritional biochemistry*, 20(4), 269-275.

Ara, V. (2002). Fachthemen-Schwarzfruchtige Aronia: Gesund--und bald in aller Munde?. *Flussiges Obst*, 69(10), 653-657.

Atoui, AK, Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. (2005). Čajové a bylinné nálevy: jejich antioxidační aktivita a fenolický profil. *Chemie potravin*, 89 (1), 27-36.

- Babu, P. V. A., Liu, D., & Gilbert, E. R. (2013). Recent advances in understanding the anti-diabetic actions of dietary flavonoids. *The Journal of nutritional biochemistry*, 24(11), 1777-1789.
- Balentine, D. A., Wiseman, S. A., & Bouwens, L. C. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37(8), 693-704.
- Barrajón-Catalán, E., Fernández-Arroyo, S., Saura, D., Guillén, E., Fernández-Gutiérrez, A., Segura-Carretero, A., & Micol, V. (2010). Cistaceae aqueous extracts containing ellagitannins show antioxidant and antimicrobial capacity, and cytotoxic activity against human cancer cells. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2273-2282.
- Beekwilder, J., Jonker, H., Meesters, P., Hall, R. D., van der Meer, I. M., & Ric de Vos, C. H. (2005). Antioxidants in raspberry: on-line analysis links antioxidant activity to a diversity of individual metabolites. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(9), 3313-3320.
- Begum, A., & Harikrishna, S. (2010). Pathogens and heavy metals concentration in green leafy vegetables. *E-Journal of Chemistry*, 7(S1), S552-S558.
- Beidokhti, M. N., & Jäger, A. K. (2017). Review of antidiabetic fruits, vegetables, beverages, oils and spices commonly consumed in the diet. *Journal of Ethnopharmacology*, 201, 26-41.
- Beiser, R. (2012). Čaje z bylinek a ovoce: umění míchat, připravovat a vychutnat si čajové směsi. Ikar.
- Beking, K., & Vieira, A. (2010). Flavonoid intake and disability-adjusted life years due to Alzheimer's and related dementias: a population-based study involving twenty-three developed countries. *Public health nutrition*, 13(9), 1403-1409.
- Birben, E., Sahiner, U. M., Sackesen, C., Erzurum, S., & Kalayci, O. (2012). Oxidative stress and antioxidant defense. *World allergy organization journal*, 5(1), 9-19.
- Bishayee, A., Mbimba, T., Thoppil, R. J., Háznagy-Radnai, E., Sipos, P., Darvesh, A. S., & Hohmann, J. (2011). Anthocyanin-rich black currant (*Ribes nigrum* L.) extract affords

chemoprevention against diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinogenesis in rats. *The Journal of nutritional biochemistry*, 22(11), 1035-1046.

Blando, F., & Oomah, B. D. (2019). Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. *Trends in food science & technology*, 86, 517-529.

Bloem, B. R., Okun, M. S., & Klein, C. (2021). Parkinson's disease. *The Lancet*, 397(10291), 2284-2303.

Bodet, C., Grenier, D., Chandad, F., Ofek, I., Steinberg, D., & Weiss, E. I. (2008). Potential oral health benefits of cranberry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(7), 672-680.

Bodlák, J. (2005). *Byliny v léčitelství, v kosmetice a v kuchyni. Poznání.*

Braud, L., Peyre, L., De Sousa, G., Armand, M., Rahmani, R., & Maixent, J. M. (2015). Effect of Brewing Duration on the Antioxidant and Hepatoprotective Abilities of Tea Phenolic and Alkaloid Compounds in at-BHP Oxidative Stress-Induced Rat Hepatocyte Model. *Molecules*, 20(8), 14985-15002.

Brezina, Z. (1993). *Roste kolem nás (2., upravené vyd).* Rena.

Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosy, Phytochemistry Medicinal Plants.* Paris: Lavoisier Publishing.

Bühning, U. (2010). *Léčivé rostliny: obsahové látky, zpracování, základní recepty.* Knižní klub.

Büyükbalci, A., & El, SN (2008). Stanovení in vitro antidiabetických účinků, antioxidačních aktivit a obsahu fenolů u některých bylinných čajů. *Rostlinné potraviny pro výživu člověka*, 63, 27-33.

Bydžovský, J. (2004). *První pomoc (2. přeprac. vyd).* Grada.

- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life sciences*, 74(17), 2157-2184.
- Cao, G., Wang, H., & Prior, R. L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, 45(2), 304-309.
- Castleman, M. (2004). *Velká kniha léčivých rostlin: klasický průvodce nejlepšími přírodními léčivy představující ty nejlepší - časem i vědou prověřené - léčivé rostliny*. Columbus.
- Clement, Y. N., Baksh-Comeau, Y. S., & Seaforth, C. E. (2015). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Trinidad. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 11(1), 1-28.
- Clifford, M. (1999). Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agric*, vol. 79, p. 362–372.
- Cohen, I., Huang, Y., Chen, J., Benesty, J., Benesty, J., Chen, J., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. *Noise reduction in speech processing*, 1-4.
- Colak, N., Primetta, A. K., Riihinen, K. R., Jaakola, L., Grúz, J., Strnad, M., & Ayaz, F. A. (2017). Phenolic compounds and antioxidant capacity in different-colored and non-pigmented berries of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Food Bioscience*, 20, 67-78.
- Cook, N. C., & Samman, S. (1996). *J. Nutr. Biochem.*, 7, 66-76, 1996.
- Cordero-Herrera, I., Martín, M. A., Bravo, L., Goya, L., & Ramos, S. (2013). Epicatechin gallate induces cell death via p53 activation and stimulation of p38 and JNK in human colon cancer SW480 cells. *Nutrition and Cancer*, 65(5), 718-728.
- Costa, A. G. V., Garcia-Diaz, D. F., Jimenez, P., & Silva, P. I. (2013). Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. *Journal of functional foods*, 5(2), 539-549.
- Croteau, R., Kutchan, T. & Lewis, N. G. (2000). Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry and molecular biology of plants*.

- Czech, A., Zarycka, E., Yanovych, D., Zasadna, Z., Grzegorzczak, I., & Kłys, S. (2020). Mineral content of the pulp and peel of various citrus fruit cultivars. *Biological Trace Element Research*, 193(2), 555-563.
- Dabeek, M. W., & Marra, M. V. (2019). Dietary Quercetin and Kaempferol: Bioavailability and Potential Cardiovascular. Related Bioactivity in Humans, *Nutrients*, 11, 2288.
- Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., & Heinrich, M. (2014). Hibiscus sabdariffa L.—A phytochemical and pharmacological review. *Food chemistry*, 165, 424-443.
- Dadáková, E. & Chmelová, Š. (2017). Flavonoidy – významné rostlinné antioxidanty.
- Damiani, E., Bacchetti, T., Padella, L., Tiano, L., & Carloni, P. (2014). Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 59-66.
- D'Andrea, G. (2010). Pycnogenol: a blend of procyanidins with multifaceted therapeutic applications? *Fitoterapia*, 81(7), 724-736.
- Dauer, W., & Przedborski, S. (2003). Parkinson's disease: mechanisms and models. *Neuron*, 39(6), 889-909.
- Davis, T. M., Denoyes-Rothan, B., & Lerceteau-Köhler, E. (2007). Strawberry. In *Fruits and nuts* (pp. 189-205). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Davison, A. C., & Tsai, C. L. (1992). Regression model diagnostics. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 337-353.
- Dragsted, L. O., Strube, M., & Larsen, J. C. (1993). Cancer-Protective Factors in Fruits and Vegetables: Biochemical and Biological Background. *Pharmacology & toxicology*, 72, 116-135.
- Drbal, K., & Křížek, M. (1999). *Analytická chemie*. Jihočeská univerzita.
- Dřimalová, D. (2005). Růstové regulátory v řasách. *Czech phycology*, 5: 101–112.

- Dufek, J., & Slavík, B. (2002). Květena lesů, luk a strání. Květena České republiky. Academia.
- Dufresne, C. J., & Farnworth, E. R. (2001). A review of latest research findings on the health promotion properties of tea. *The Journal of nutritional biochemistry*, 12(7), 404-421.
- Dugas, D. (2004). Zdravý život s babiččinými bylinkami. Knížní expres.
- Du Toit, R., Volstedt, Y., & Apostolides, Z. (2001). Comparison of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. *Toxicology*, 166(1-2), 63-69.
- Ercisli, S. (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chemistry*. Roč. 104, č. 4, s. 1379-1384.
- Erdelská, O. (2008). Atlas léčivých rostlin. Příroda.
- Ergene, B., Bahadır-Acikara, Ö., Bakar, F., Saltan, G., & Nebodoglu, S. (2013). Antioxidant activity and phytochemical analysis of *Alchemilla persica* Rothm. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara*. Roč. 39, č. 2, s. 145-154.
- Erlund, I. (2004). Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutrition Research*, 24 (10): 851-874.
- Farmer-Knowles, H. (2011). Léčivé rostliny od A do Z: nejnovější průvodce světem bylin, stromů a květin. Metafora.
- Favela-Hernández, J. M. J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M. A., Esquivel-Ferriño, P. C., & Camacho-Corona, M. D. R. (2016). Chemistry and Pharmacology of *Citrus sinensis*. *Molecules*, 21(2), 247.
- Ferreira, F. M. L., Rius, S. P., & Casati, P. (2012). Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. *Frontiers in Plant Science*.
- Fiuza, S. M., Gomes, C., Teixeira, L. J., Girao da Cruz, M. T., Cordeiro, M. N. D. S., Milkhazes, N., Borges, F., & Marquea, M. P. M. (2004). Phenolic acid derivatives with

potential anticancer properties - a structure - activity relationship study. Part 1: Methyl, propyl and octyl esters of caffeic and gallic acids. *Bioorganic and medicinal chemistry*, 12: 3581- 3589.

Frada, C. G. (2010). *Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology*. Wiley-IUBMB series on biochemistry and molecular biology.

Gan, R. Y., Zhang, Y. J., Li, S., Zhou, Y., Li, A. N., Xu, D. P., & Li, H. B. (2015). Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*, 20(12), 21138-21156.

Garda, L. R. M. (2013). Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources and Their Antioxidant Power, In Morales-González, J. A.: *Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases: A role for antioxidants*, Intech Publishers.

Giménez, M. J., Valverde, J. M., Valero, D., Zapata, P. J., Castillo, S., & Serrano, M. (2016). Postharvest methyl salicylate treatments delay ripening and maintain quality attributes and antioxidant compounds of 'Early Lory' sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology*, 117, 102-109.

Gitelson, A. A., Merzlyak, M. N., & Chivkunova, O. B. (2001). Optical Properties and Nondestructive Estimation of Anthocyanin Content in Plant Leaves. *Photochem. Photobiol.* 74, 38.

Goetz, P. (2014). Citrus limon (L.) Burm. f. (Rutacées) citronnier. *Phytothérapie*, 12(2), 116-121.

Gopalan, A., Reuben, S. C., Ahmed, S., Darvesh, A. S., Hohmann, J., & Bishayee, A. (2012). The health benefits of blackcurrants. *Food & function*, 3(8), 795-809.

Grace, O. (1989). Onawunmi. Evaluation of the antimicrobial activity of citral. *Letters in Applied Microbiology*. roč. 9. s. 105–108. 1472-765X.

Gramza, A., Korczak, J., & Amarowicz, R. (2005). Tea polyphenols-their antioxidant properties and biological activity-a review. *Polish Journal of food and nutrition sciences*, 14(3), 219.

- Gutman, R. L., & Ryu, B. H. (1996). Rediscovering tea. HerbalGram.
- Güçlü, K., Apak, R., Özyürek, M., Esin Karademir, S., & Erçağ, E. (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International journal of food sciences and nutrition*, 57(5-6), 292-304.
- Haffner, K., Rosenfeld, H. J., Skrede, G., & Wang, L. (2002). Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3), 279-289.
- Hamrouni-Sellami, I. (2013). Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) Plants as Affected by Different Drying Methods. *Food and Bioprocess Technology*. Roč. 6, č. 3, s. 806-817.
- Harding, J. (2005). Tajemný svět bylin: užitečný rádce pro pěstování a používání bylinek. Slovart.
- Harmatha, J. (2002). Cyklus organické chemie. Praha: ÚOCHB-AVČR, 2002. kapitola 4., Chemie a biochemie přírodních látek, p. 117–142.
- Havlík, J., & Marounek, M. (2012). Živiny a živinové potřeby člověka: učebnice pro studenty ČZU v Praze. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Hedvábná, J., Hrouda, L., Hroudová, V., & Větvička, V. (1999). 1000 Nápadů a rad pro zahrádkáře, Reader's Digest Výběr.
- Hertog, M. G. L., Kromhout, D., & Aravanis, C. (1995). Flavonoid Intake and Long-term Risk of Coronary Heart Disease and Cancer in the Seven Countries Study. *Archives of internal medicine*, 155: 381-386.
- Higdon, J. V., & Frei, B. (2003): Tea Catechins and Polyphenols: Health Effects, Metabolism, and Antioxidant Functions. *Food Science and Nutrition*, 43 (1): 89-143.
- Hlúbik, P. (2002). Vitamin C: esenciální mikronutrient. Hradec Králové: Vojenská Lékařská Akademie JEP. Interní medicína pro praxi.
- Holeček, V. (2005). Volné radikály a antioxidanty. *Celostní medicína*.

- Hollman, P. H., & Katan, M. B. (1999). Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. *Food and chemical toxicology*, 37(9-10), 937-942.
- Horáček, P. (2005). *Listnaté stromy v zahradě*. CP Books.
- Hsu, H., & Lachenbruch, P. A. (2014). Paired t test. *Wiley StatsRef: statistics reference online*.
- Huber, R., Stintzing, F.C., Briemle, D., Beckmann, C., Meyer, U., & Gründemann, C. (2012). In vitro antiallergic effects of aqueous fermented preparations from Citrus and Cydonia fruits. *Planta Med*, 78(4): 334-340
- Hummer, K. E., & Barney, D. L. (2002). Crop reports. Currants. *Hort-Technol*, 12(3), 377-388.
- Huo, J., Li, Z., & Qin, D. (2011). Review of nutritional ingredients and health protectal function of black currant fruit and its prospect in industrial development. *Dongbei Nongye Daxue Xuebao*, 42(2), 139-144.
- Checkoway, H., Lundin, J. I., & Kelada, S. N. (2011). Neurodegenerative diseases. *IARC scientific publications*, (163), 407-419.
- Chen, L. Y., Cheng, C. W., & Liang, J. Y. (2015). Effect of esterification condensation on the Folin–Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols. *Food chemistry*, 170, 10-15.
- Chrпова, D., Kouřimská, L., Gordon, M. H., Heřmanová, V., Roubíčková, I., & Panek, J. (2010). Antioxidant activity of selected phenols and herbs used in diets for medical conditions. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(4), 317-325.
- Chu, W. K., Cheung, S. C., Lau, R. A., & Benzie, I. F. (2011). Bilberry (*vaccinium myrtillus* L.). *Herbal Medicine*, 20115386, 55-71.
- Ignat, I., & Volf, A. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry* 126, 1824-1835.

Ikram, S., Abassi, U. A., & Khalid, N. (2019). Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch): phytochemicals, nutraceuticals and health benefits. A brief review. *World Journal of Biology and Biotechnology*, 4(3), 25-34.

Ismail, A., Ikram, E. H. K., & Nazri, H. S. M. (2008). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds nutritional composition protein quality and health benefits. *Food*, 2(1), 1-16.

Iyare, E. E., & Adegoke, O. A. (2008). Maternal consumption of an aqueous extract of *Hibiscus sabdariffa* during lactation accelerates postnatal weight and delays onset of puberty in female offspring. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 23(1-2).

Janča, J., & Zentrich, J. A. (1995). *Herbář léčivých rostlin*. Eminent.

Jennings, D. L. (1988). *Raspberries and blackberries: their breeding, diseases and growth*. Academic press.

Jeppsson, N. (2000). The effect of cultivar and cracking on fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and hybrids between chokeberry and rowan (*Sorbus*). *Gartenbauwissenschaft*, 65(2), 93-98.

Jiménez-Zamora, A., Delgado-Andrade, C., & Rufián-Henares, JA (2016). Antioxidační kapacita, celkové fenoly a barevný profil při skladování vybraných rostlin používaných k infuzi. *Food Chemistry*, 199, 339-346.

Jirásek, V., & Starý, F. (1981). *Kapesní atlas léčivých rostlin*. Státní úedagogické nakladatelství.

Jovic, T. H., Ali, S. R., Ibrahim, N., Jessop, Z. M., Tarassoli, S. P., Dobbs, T. D., & Whitaker, I. S. (2020). Could vitamins help in the fight against COVID-19? *Nutrients*, 12(9), 2550.

Jursík, M., Holec, J., & Andr, J. (2009). Biology and control of another important weeds of the Czech Republic: Common nettle (Stinging Nettle) – *Urtica dioica* L. *Listy Cukrovarnické a Reparské*, 125(4), 126.

Kadlec, P., Melzoch, K., & Voldřich, M. (2009). *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Key Publishing.

- Kalač P., & Míka V. (1997). Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. ÚZPI.
- Kalač, P. (2001). Organická chemie přírodních látek a kontaminantů. Vyd. 1. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.
- Kaliyaperumal, A., Kumarakurubaran, S., & Saradha, D. K. (2013). Reverse phase-high performance liquid chromatography-diode array detector (RP-HPLC-DAD) analysis of flavonoids profile from curry leaf (*Murraya koenigii*. L). *Journal of medicinal plants research*, 7(47), 3393-3399.
- Kaniová, L. (2025). Analýza šťáv vybraných odrůd černého rybízu. Brno, 75 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Chemická fakulta.
- Karagiannis, E., Sarrou, E., Michailidis, M., Tanou, G., Ganopoulos, I., Bazakos, C., & Molassiotis, A. (2021). Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece. *Food Chemistry*, 342, 128315.
- Karak, T., & Bhagat, R. M. (2010). Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. *Food research international*, 43(9), 2234-2252.
- Karjalainen, R., Anttonen, M., Saviranta, N., Stewart, D., McDougall, G. J., Hilz, H., & Törrönen, R. (2008, September). A review on bioactive compounds in black currants (*Ribes nigrum* L.) and their potential health-promoting properties. In I International Symposium on Biotechnology of Fruit Species: BIOTECHFRUIT2008 839 (pp. 301-307).
- Kelblová, M. (2006). Lexikon nápojů. Grada.
- Kelnarová, J. (2012). První pomoc I: pro studenty zdravotnických oborů (2., přeprac. A dopl. vyd). Grada.
- Khursheed, R., & Gulati, M. (2019). Enhancing the potential preclinical and clinical benefits of quercetin through novel drug delivery systems, School of Pharmaceutical Sciences, Lovely Professional University.
- Klejdus, B. (2004). Separace a identifikace isoflavonů v rostlinném materiálu. Habilitační práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

- Klejdus, B., & Kubáň, B. (1999). Rostlinné fenoly v allelopatii. *Chemické listy*, vol. 93, s. 243–248.
- Kloypan, C., Jeenapongsa, R., Sri-in, P., Chanta, S., Dokpuang, D., Tip-pyang, S., & Surapinit, N. (2012). Stilbenoids from *Gnetum macrostachyum* attenuate human platelet aggregation and adhesion. *Phytotherapy Research*, 26(10), 1564-1568.
- Koblížek, J. (2006). *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků (2., rozš. vyd.)*. Sursum.
- Kocourková, B. (2011). *Tradiční využívání planých rostlin: Charakteristika rostlinných druhů, využitelných jako léčivé rostliny*.
- Kochar, J., Gaziano, J. M., & Djoussé, L. (2011). Dietary factors and the risk of coronary heart disease. *Aging and disease*, 2(2), 149.
- Kol. autorů (2005). *Český lékopis 2005: (ČL 2005): Pharmacopoea Bohemica*. Grada.
- Kol. autorů (2017). *Český lékopis 2017: (ČL 2017): Pharmacopoea Bohemica*. Grada.
- Korbelář, J., & Endris, E. (1981). *Naše rostliny v lékařství (7. ed.)*. Avicenum.
- Kostiuk, P. (2012). Vysokodávkovaný vitamín C: Zapomenutý poklad ve farmakoterapii. *Zdravotnické noviny*. Praha: Edukofarm, 46-47.
- Krenn, L., Steitz, M., Schlicht, C., Kurth, H., & Gaedcke, F. (2007). Anthocyanin-and proanthocyanidin-rich extracts of berries in food supplements—analysis with problems. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 62(11), 803-812.
- Kresánek J. (1986). *Abecedár korenín XX. Naše léčivé rastliny*.
- Kreuter, M. L. (2003). *Bylinky: nejlepší druhy a odrůdy: pěstování v souladu s přírodou – sklizeň – použití*. Rebo Productions.
- Kruger, M. J., Davies, N., Myburgh, K. H., & Lecour, S. (2014). Proanthocyanidins, anthocyanins and cardiovascular diseases. *Food Research International*, 59, 41-52.

Křížek, M., & Šíma, J. (2015). Analytická chemie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Kubát, K. (2002). Klíč ke květeně České republiky. Academia.

Kula, M., & Krauze-Baranowska, M. (2016). *Rubus occidentalis*: The black raspberry. Its potential in the prevention of cancer. *Nutrition and cancer*, 68(1), 18-28.

Kumar, A., Nair, A. G. C., Reddy, A. V. R., & Garg, A. N. (2005). Analysis of essential elements in Pragma-peya—a herbal drink and its constituents by neutron activation. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 37(4), 631-638.

Kumar, S., Maheshwari, K. K., & Singh, V. (2009). Effects of *Mangifera indica* fruit extract on cognitive deficits in mice. *Journal of Environmental Biology*, 30(4).

Kyle, J. (2011). Norton official site, health tips fort better living and living health.

La Casa, C., Villegas I., Alacrón de La Lastra, C., Motilva, V., & Martín Calero, M. J. (2000). Evidence for protective and antioxidant properties of rutin, a natural flavone, against ethanol induced gastric lesions. *Journal of ethnopharmacology*, 71: 45-53.

Lam, E. W. N., Yang, J., Hammad, H. M., Oberley, T. D., & Oberley, L. W. (2002). Antioxidant enzyme levels in oral squamous cell carcinoma and normal human oral epithelium. *Journal of oral pathology & medicine*, 31(2), 71-77.

Larsen, E. (2003). An anti-inflammatory galactolipid from rose hip (*Rosa canina*) that inhibits chemotaxis of human peripheral blood neutrophils in vitro. *Journal National Produkt*, roč. 66, č. 7, 994 – 995.

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

Lee, D. W., & Gould, K. S. (2002). Anthocyanins in leaves and other vegetative organs: an introduction.

- Lehmann, H. (1982). About the aptitude of the black rowanberries (*Aronia melanocarpa*) for industrial processing. *Lebensmittelindustrie*, 29(4), 175-177.
- Lenter, C. (1984). Geigy scientific tables, Vol. 3. Physical Chemistry Composition of Blood Hematology Somatometric Data, 87.
- Lewkowicz-Mosiej, T. (2005). *Léčivé rostliny: posílení imunity, zvýšení životní energie, harmonie těla i duše*. Alpress.
- Li, S., Wu, B., Fu, W., & Reddivari, L. (2019). The anti-inflammatory effects of dietary anthocyanins against ulcerative colitis. *International journal of molecular sciences*, 20(10), 2588.
- Li, Y., & Zhang, T. (2014). Targeting cancer stem cells by curcumin and clinical applications. *Cancer letters*, 346(2), 197-205.
- Liebert, M., Licht, U., Böhm, V., & Bitsch, R. (1999). Antioxidant properties and total phenolics content of green and black tea under different brewing conditions. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-forschung A*, 208, 217-220.
- Ligeza, M., Wyglądacz, D., Tobiasz, A., Jaworecka, K., & Reich, A. (2016). Natural cold pressed oils as cosmetic products. *Family Medicine & Primary Care Review*, 18(4), 443-447.
- Lim, T. K. (2012a). *Citrus x aurantium* Sweet Orange Group. In *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* (pp. 806-831). Springer, Dordrecht.
- Lim, T.K. (2012b). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants Vol. 4. Fruits*. Springer. 1022 p.
- Lo Cantore, P. (2004). Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* essentials oils. *Food Chemistry*. 2004, roč. 52, č. 6, 7862-7866.
- Lojek, A., Denev, P., Ciz, M., Vasicek, O., & Kratchanova, M. (2014). The effects of biologically active substances in medicinal plants on the metabolic activity of neutrophils. *Phytochemistry reviews*, 13(2), 499-510.

- López, L., Larrigaudière, C., Giné-Bordonaba, J., & Echeverría, G. (2022). Defining key parameters and predictive markers of 'Early Bigi' cherry consumer satisfaction by means of differential storage scenarios. *Postharvest Biology and Technology*, 195, 112117.
- Lozada-Ramírez, J. D., Ortega-Regules, A. E., Hernández, L. R., & Anaya de Parrodi, C. (2021). Spectroscopic and Spectrometric Applications for the Identification of Bioactive Compounds from Vegetal Extracts. *Applied Sciences*, 11(7), 3039.
- Lübeck, W. (2007). *Zelený čaj: [uzdravující požitek]*. Fontána.
- Lüllmann, H., Mohr, K., & Ziegler, A. (1994). *Atlas farmakologie*. Grada.
- Luštinec, J., & Žárský, V. (2003). *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*. Karolinum.
- Lyall, K. A., Hurst, S. M., Cooney, J., Jensen, D., Lo, K., Hurst, R. D., & Stevenson, L. M. (2009). Short-term blackcurrant extract consumption modulates exercise-induced oxidative stress and lipopolysaccharide-stimulated inflammatory responses. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 297(1), R70-R81.
- Lykkesfeldt, J., & Michels, A. J. (2014). Vitamin C, American Society for Nutrition, *Adv.-Nutr.* 5, 16-18.
- Mabberley, D. J. (2004). Citrus (Rutaceae): a review of recent advances in etymology, systematics and medical applications. *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 49(2-3), 481-498.
- Macheix, J., Fleiriet, A., & Billot, J. (1990). *Fruit phenolics*. Bota Raton. Fla.: CRC Press.
- Manach, C., & Donovan, J. L. (2004). Pharmacokinetics and Metabolism of Dietary Flavonoids in Humans. *Free Radical Research*, 38 (8): 771-785.
- Manach, C., & Williamnos, G. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 81, p. 230S–242S.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., & Remesy, C. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*, 79(5), 727-747.

- Masarovičová, E., & Repčák, M. (2008). *Fyziologie rostlin* (2., dopl. vyd). Vydavatelství UK.
- Mattila, P., Hellström, J., & Törrönen, R. (2006). Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(19), 7193-7199.
- Mayer, J. G., Uehleke, B., & Saum, K. (2010). *Bylinky z klášterní lékárny: více než 100 léčivých rostlin: přesné receptury pro úspěšné domácí použití*. Knižní klub.
- McAlpine, M. D., & Ward, W. E. (2016). Influence of steep time on polyphenol content and antioxidant capacity of black, green, rooibos, and herbal teas. *Beverages*, 2(3), 17.
- McCance, R. A., & Widdowson, E. M. (2004). *McCance and Widdowson's The composition of foods* (6th summary ed). Royal Society of Chemistry.
- Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Review: Analysis of carotenoids in orange juice. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(7), 638-649.
- Mendelová, L. (2005). Polyfenoly: rozdělení a zdroj v potravě. *Výživa a potraviny*, vol. 6, p. 11–14.
- Míka, V. (2001). *Fenolické látky v lučních rostlinách*. Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Mikešová, I., & Lutovská, M. (2004). *Léčivé rostliny: o sběru a pěstování*. Dokořán.
- Miller, E. C., & Miller, J. A. (1981). Mechanisms of chemical carcinogenesis. *Cancer*, 47(S5), 1055-1064.
- Mindell, E., & Mundis, H. (2006). *Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii* (Vyd. 2., (dopl., přeprac.). Ikar.
- Miraj S., Kopaei, R., & Kiani, S. (2017). *Melissa officinalis L: A Review Study With an Antioxidant Prospective*. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, Sv. 22 (3), 385-394.

- Miyoshi, N., Pervin, M., Suzuki, T., Unno, K., Isemura, M., & Nakamura, Y. (2015). Green tea catechins for well-being and therapy: Prospects and opportunities. *Botanics: Targets and Therapy*, 5, 85-96.
- Mohammadi, F., & Moeeni, M. (2015). Analysis of binding interaction of genistein and kaempferol with bovine α -lactalbumin. *Journal of Functional Foods*, vol. 12, s. 458-467.
- Morton, J. F. (1987). *Fruits of warm climates*. JF Morton.
- Mowat, C., Cole, A., Windsor, A. L., Ahmad, T., Arnott, I., Driscoll, R., & IBD Section of the British Society of Gastroenterology. (2011). Guidelines for the management of inflammatory bowel disease in adults. *Gut*, 60(5), 571-607.
- Mudasir, Y., Poonam, A., & Raouf, A. (2020). Chapter 15 - Extraction of bioactives from citrus. *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science*, 357-377.
- Mukhopadhyay, M., Mondal, T. K., & Chand, P. K. (2016). Biotechnological advances in tea (*Camellia sinensis* [L.] O. Kuntze): a review. *Plant cell reports*, 35, 255-287.
- Nakamura, Y., Matsumoto, H., & Todoki, K. (2002). Endothelium-dependent vasorelaxation induced by black currant concentrate in rat thoracic aorta. *Japanese journal of pharmacology*, 89(1), 29-35.
- Neto, C. C. (2007). Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Molecular nutrition & food research*, 51(6), 652-664.
- Neugebauerová, J. (2006). *Pěstování léčivých a kořeninových rostlin*. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita.
- Ngoc, H. H. (2015). *Význam vybraných bylinných čajů ve výživě člověka [Bakalářská práce]*. Vysoká škola obchodní a hotelová. Vysoká škola obchodní a hotelová.
- Nichols, J. A., & Katiyar, S. K. (2010). Skin photoprotection by natural polyphenols: anti-inflammatory, antioxidant and DNA repair mechanisms. *Archives of dermatological research*, 302(2), 71-83.

- Norberto, S., Silva, S., Meireles, M., Faria, A., Pintado, M., & Calhau, C. (2013). Blueberry anthocyanins in health promotion: A metabolic overview. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1518-1528.
- Olanow, C. W. (2004). The scientific basis for the current treatment of Parkinson's disease. *Annual review of medicine*, 55, 41.
- Oliveira, A.P., Pereira, J.A., Andrade, P.B., Valentão, P., Seabra, R.M., & Silva, B.M. (2007). Phenolic profile of *Cydonia oblonga* Miller leaves. *J Agric Food Chem*. 55(19): 7926-7930.
- Oliveira, M. B. P, Dias, M. I., Barros, L., Morales, P., Cámara, M., Alves, M. J., & Ferreira, I. C. (2016). *Fragaria ananassa* L. fruits: a rich source of bioactive phytochemicals. *Food & function*, 7(11), 4523-4532.
- Onawunmi. G. O. (1989). Evaluation of the antimicrobial activity of citral. *Letters in Applied Microbiology*. roč. 9. s. 105–108. 1472-765X.
- Ondrejovič, M., Maliar, T., Polívka, L., & Šilhár, S. (2009). Apple Polyphenols. *Chemické Listy*. 102 (5).
- Opletal, L., & Volák, J. (1999). *Rostliny pro zdraví*. Aventinum.
- Pacifico, S., Gallicchio, M., Fiorentino, A., Fischer, A., Meyer, U., & Stintzing, F.C. (2012). Antioxidant properties and cytotoxic effects on human cancer cell lines of aqueous fermented and lipophilic quince (*Cydonia oblonga* Mill.) preparations. *Food Chem Toxicol*, 50(11): 4130-4135.
- Paciolla, C. (2019). Vitamin C in Plants: From Functions to Biofortification, *Antioxidants* 8, 519.
- Papáček, M., & Slipka, J. (1997). *Úvod do odborné práce: pro posluchače studia učitelství biologie*. Č. Budějovice. Jihočeská univerzita.
- Papp, N., Bartha, S., Boris, G., & Balogh, L. (2011). Traditional uses of medicinal plants for respiratory diseases in Transylvania. *Natural Product Communications*, 6(10), 1934578X1100601012.

- Parhiz, H., Roohbakhsh, A., Soltani, F., Rezaee, R., & Iranshahi, M. (2015). Antioxidant and anti-inflammatory properties of the citrus flavonoids hesperidin and hesperetin: an updated review of their molecular mechanisms and experimental models. *Phytotherapy Research*, 29(3), 323-331.
- Pérez-Burillo, S., Giménez, R., Rufián-Henares, J. A., & Pastoriza, S. (2018). Effect of brewing time and temperature on antioxidant capacity and phenols of white tea: Relationship with sensory properties. *Food Chemistry*, 248, 111-118.
- Peterson, J. J., Dwyer, J. T., Jacques, P. F., & McCullough, M. L. (2012). Associations between flavonoids and cardiovascular disease incidence or mortality in European and US populations. *Nutrition reviews*, 70(9), 491-508.
- Petkova, N., Denev, P., Ivanov, I., & Pavlov, A. (2015). Polyphenols content and antioxidant activities in infusion and decoction extracts obtained from *Fragaria ananassa* L. leaves. *Sci. Bull. Ser. F. Biotechnol*, 19, 145-8.
- Phillips, R. N. (2005). *Knihá knih o menopauze*. Fortuna Print.
- Pilát, A., & Ušák, O. (1988). *Kapesní atlas rostlin*. 6. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Pires, T. C., Caleja, C., Santos-Buelga, C., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2020). *Vaccinium myrtillus* L. fruits as a novel source of phenolic compounds with health benefits and industrial applications-a review. *Current pharmaceutical design*, 26(16), 1917-1928.
- Pitot, H. C. (1993). The molecular biology of carcinogenesis. *Cancer*, 72(S3), 962-970.
- Poewe, W., Seppi, K., Tanner, C. M., Halliday, G. M., Brundin, P., Volkman, J., ... & Lang, A. E. (2017). Parkinson disease. *Nature reviews Disease primers*, 3(1), 1-21.
- Prahalathan, P., Saravanakumar, M., & Raja, B. (2012). The flavonoid morin restores blood pressure and lipid metabolism in DOCA-salt hypertensive rats. *Redox Report*, 17(4), 167-175.
- Preez, R. D. (2000). The agribusiness in sustainable natural African plant products. *Neltropika Bulletin*, (309), 11-14.

Rahman, A. ur. (2022). *Studies in Natural Products Chemistry: Bioactive Natural Products*.

Rasool, M., Malik, A., Qureshi, M. S., Manan, A., Pushparaj, P. N., Asif, M., & Sheikh, I. A. (2014). Recent updates in the treatment of neurodegenerative disorders using natural compounds. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.

Rätsch, C. (2001). *Léčivé rostliny antiky*. Volvox Globator.

Ravikumar, C. (2014). Review on herbal teas. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(5), 236.

Raz, R., Chazan, B., & Dan, M. (2004). Cranberry juice and urinary tract infection. *Clinical infectious diseases*, 38(10), 1413-1419.

Ren, J. (2019). Recent progress regarding kaempferol for the treatment of variol disease, *Experimental and Therapeutic Medicine* 18.

Reuland, D. J., McCord, J. M., & Hamilton, K. L. (2013). The role of Nrf2 in the attenuation of cardiovascular disease. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(3), 162-168.

Rimpapa, Z., Toromanovic, J., Tahirovic, I., Šapčanin, A., & Sofic, E. (2007). Celkový obsah fenolů a antokyanů v jedlém ovoci z Bosny. *Bosenský časopis základních lékařských věd*, 7 (2), 119.

Ritchie, J. C. (1955). *Vaccinium vitis-idaea* L. *Journal of Ecology*, 43(2), 701-708.

Rivera, D., Castro, O., Rios, S., Selma, S., Mendez, F., Verde, A., & Cano, F. (1997). Las variedades tradicionales de frutales de la cuenta del Segura: Frutos, secos, oleaginosos, frutales de hueso, almendros y frutales de pepita. *Ediciones de la Universidad de Murcia* 126–133.

Roach, F. A. (1985). *Cultivated Fruits of Britain: Their Origin and History*. Blackwell, Oxford.

- Robards, K., & Antolovich, M. (1997). Analytical chemistry of fruit bioflavonoids. A review. *Analyst*, 122(2), 11R-34R.
- Rodriguez-Mateos, A., Istas, G., Boschek, L., Feliciano, R. P., Mills, C. E., Bobby, C., & Heiss, C. (2019). Circulating anthocyanin metabolites mediate vascular benefits of blueberries: insights from randomized controlled trials, metabolomics, and nutrigenomics. *The Journals of Gerontology: Series A*, 74(7), 967-976.
- Rohwer, J. G. (2006). *Tropické rostliny*. Knižní klub.
- Rop, O., & Hrabě, J. (2009). *Nealkoholické a alkoholické nápoje*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- Rose, P. M., Cantrill, V., Benohoud, M., Tidder, A., Rayner, C. M., & Blackburn, R. S. (2018). Application of anthocyanins from blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruit waste as renewable hair dyes. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(26), 6790-6798.
- Ross, I. A. (2005). *Medicinal plants of the world, volume 3: Chemical constituents, traditional and modern medicinal uses*. Humana Press Incorporated.
- Rover, M.R., & Brown, R.C. (2013). Kvantifikace celkových fenolů v bio-oleji metodou Folin–Ciocalteu. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 104, 366-371.
- Rubcov, V. G. & Beneš, K. (Ed.). (1990). *Zelená lékárna* (3. vydání, ilustroval František SEVERA). Lidové nakladatelství.
- Růžičková, G. (2012). *Tradiční využívání planých rostlin: Kopřiva dvoudomá (Urtica dioica L.). Školící materiály pro cyklus vzdělávacích seminářů*. Mendelova univerzita v Brně.
- Şahin, S. (2013). Evaluation of antioxidant properties and phenolic composition of fruit tea infusions. *Antioxidants*, 2(4), 206-215.
- Sak, K. (2014). Site-specific anticancer effects of dietary flavonoid quercetin. *Nutrition and cancer*, 66(2), 177-193.

- Sakakibara, H., Honda, Y., Nakagawa, S., Ashida, H., & Kanazawa, K. (2003). Food Chem., 51, 571-581.
- Salvayre, R., Negre-Salvayre, A., & Camaré, C. (2016). Oxidative theory of atherosclerosis and antioxidants. Biochimie, 125, 281-296.
- Sanecki, K. N. (1998). Bylinky: [jak sázet, pěstovat, sklízet a zpracovávat vlastní úrodu bylinek. Svojtka & Co.
- Sariburun, E., Şahin, S., Demir, C., Türkben, C., & Uylaşer, V. (2010). Phenolic content and antioxidant activity of raspberry and blackberry cultivars. Journal of food science, 75(4), C328-C335.
- Seddon, J. M. (2007). Multivitamin-multimineral supplements and eye disease: age-related macular degeneration and cataract. The American journal of clinical nutrition, 85(1), 304S-307S.
- Seidemann, J. (1993). Chockberries a fruit little known till now. Deutsche Lebensmittel-Rundschau (Germany).
- Semwal, D. K., Semwal, R. B, Combrinck, S., & Viljoen A. (2016). Myricetin: A Dietary Molecule with Diverse Biological Activities. Nutrients, 8 (2): 90.
- Seong, G. U., Hwang, I. W., & Chung, S. K. (2016). Antioxidant capacities and polyphenolics.
- Shahidi, F., & Naczk, M. (2003). Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Press, Boca Raton, 558 s.
- Sharangi, A. B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (Camellia sinensis L). A review. Food research international, 42(5-6), 529-535.
- Sharangi, A. B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (Camellia sinensis L). Food research international, 42(5-6), 529-535.

- Shinomiya, F., Hamauzu, Y., & Kawahara, T. (2009). Anti-allergic effect of a hot-water extract of quince (*Cydonia oblonga*). *Biosci Biotechnol Biochem.* 2009; 73(8): 1773-1778.
- Sidor, A., Drożdżyńska, A., & Gramza-Michałowska, A. (2019). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors-An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 89, 45-60.
- Silva, B., Andrade, P.B., Mendez, G.C., Seabra, G.C., & Ferreira, M.A. (2002). Study of the organic acids composition of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit and jam. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50 (8): 2313–2317.
- Singla, R. K., Dubey, A. K., Garg, A., Sharma, R. K., Fiorino, M., Ameen, S. M., & Al-Hiary, M. (2019). Natural polyphenols: Chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures. *Journal of AOAC International*, 102(5), 1397-1400.
- Skupien, K., & Oszmianski, J. (2007). The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agricultural and Food Science*, 16(1), 46-55.
- Slatina, J., & Táborská, E. (2004). Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy*, vol. 98, p. 239–245. Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *Pekinensis*) leaves. *Food Chemistry*, 199: 613-618.
- Slavík, B., & Štěpánková, J. (Eds.). (2011). *Květena České republiky*. Academia.
- Son, Y., Park, J., Kim, J., Yoo, G., & Nho, Ch. (2021). The changes in growth parameters, qualities, and chemical constituents of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) cultivated in three different hydroponic systems. *Industrial Crops and Products*, 163.
- Spilková, J. (2016). *Farmakognozie*. Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.
- Srnský, P. (2007). *První pomoc u dětí (2., přeprac. vyd)*. Grada.
- Stratil, P. (2007). *Fenolové látky v poživatinách a metody stanovení jejich antioxidační aktivity*. Habilitační práce, Mendelova univerzita.

- Stratil, P., & Kubáň. V. (2018). Reaktivní kyslíkové radikály, přírodní antioxidanty a jejich účinky na zdraví. Théta.
- Strigl, A. W., Leitner, E., & Pfannhauser, W. (1995). Die schwarze Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*) als natürliche Farbstoffquelle. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 91(6), 177-180.
- Sung, M. K., & Park, M. Y. (2013). Nutritional modulators of ulcerative colitis: clinical efficacies and mechanistic view. *World journal of gastroenterology: WJG*, 19(7), 994.
- Svítek, M. (2006). Pěstujeme citrusy v našich podmínkách (Vol. 74). Grada Publishing as.
- Šerá, M. (2010). Nové genotypy muchovníků (*Amelanchier alnifolia*) a perspektivy jejich potravinářského využití v podmínkách ČR.
- Štěrba, O. (1986). *Pramen života*. 1. vyd. Praha: Panorama.
- Štulík, K. (2004). *Analytické separační metody*. Praha. Karolinum.
- Tabaszewska, M., & Nejgebauer-Lejko, D. (2020). The content of selected phytochemicals and in vitro antioxidant properties of rose hip (*Rosa canina* L.) tinctures. *NFS Journal*. 21, 50-56.
- Tahirović, I., Kožljak, M., Toromanović, J., Čopra-Janićijević, A., Klepo, L., Topčagić, A., & Demirović, H. (2014). Celkový obsah fenolů a antioxidační kapacita v nálevech různých bylinných čajů. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 42 (1), 51-55.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.
- Talero, E., Avila-Roman, J., & Motilva, V. (2012). Chemoprevention with phytonutrients and microalgae products in chronic inflammation and colon cancer. *Current pharmaceutical design*, 18(26), 3939-3965.
- Talon, M., Casuro, M., & Gmitter, F. (2020). *The Genus Citrus*. 1st Edition. Woodhead Publishing.

- Tanaka, T., & Tanaka, A. (2001). Chemical components and characteristics of black chokeberry. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Japan)*.
- Tavares, L., Fortalezas, S., Carrilho, C., McDougall, G. J., Stewart, D., Ferreira, R. B., & Santos, C. N. (2010). Antioxidant and antiproliferative properties of strawberry tree tissues. *Journal of Berry Research*, 1(1), 3-12.
- Tetera, V. (2006). *Ovoce Bílých Karpat. Základní organizace ČSOP Bílé Karpaty ve Veselí nad Moravou*.
- Tobyn, G., Denham, A., & Whitelegg, M. (2011). *The Western herbal tradition: 2000 years of medicinal plant knowledge*. Edinburgh: Elsevier, 379 s.
- Tomčíková, L. (1999). *Vybrané krytosemenné rostliny*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Tomková, M. (2008). *Obsah antioxidantních látek ve vybraných druzích ovocných a bylinných čajů [Diplomová práce]*. Vysoké učení technické v Brně. Chemická fakulta.
- Trepková, E., & Vonásek, F. (1997). *Vůně a parfémy: tajemství přitažlivosti*. Maxdorf.
- Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., Hollman, P., Chamalides, Ch., Foufa, E., Kaloudis, Tr., Krombout, D., Miskaki, Ph., Petrochilou, I., Poulima, E., Stafilakis, K., & Thephilou, D. (2000). *Food Chem.*, 70, 319-323.
- Turan, I., Demir, K., & Kilinc, K. (2018). Cytotoxic effect of *Rosa canina* extract on human colon cancer cells through repression of telomerase expression. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 8(6), 394-399.
- Ulusoy, G. H., & Sanlie, N. (2019). A minireview of quercetin: from its metabolism to possible mechanisms of its biological activities, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Úradníček, L. (2009). *Dřeviny České republiky (2., přeprac. vyd)*. Lesnická práce.
- Usda, A. (2004). *National Genetic Resources Program. Germplasm Resource Information Network–GRIN*. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland.

- Vagiri, M., & Jensen, M. (2017). Influence of juice processing factors on quality of black chokeberry pomace as a future resource for colour extraction. *Food chemistry*, 217, 409-417.
- Valcheva-Kuzmanova, S. V., & Belcheva, A. (2006). Current knowledge of *Aronia melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia medica*, 48(2), 11-17.
- Valter, K. (2001). *Vše o čaji pro čajomily* (3. aktualiz. vyd). Granit.
- Varila, T., Romar, H., Luukkonen, T., & Lassi, U. (2019). Physical activation and characterization of tannin-based foams enforced with boric acid and zinc chloride. *AIMS Materials Science*, 6(2).
- Veit, M. (2014). *Léčivá kosmetika z přírody: jak si vyrobit hojivé masti, oleje a esence*. Grada.
- Velíšek, J. (1999). *Chemie potravin*. OSSIS.
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin* (Vyd. 2. upr). OSSIS.
- Velíšek, J., & Cejpek K. (2008). *Biosynthesis of food components*. OSSIS.
- Velíšek, J., & Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin (Rozš. a přeprac. 3. vyd)*. OSSIS.
- Vermerris, W., & Nicholson R. L. (2006). *Phenolic compound biochemistry*. Springer, Dordrecht.
- Vogiatzoglou, A., Mulligan, A. A., Lentjes, M. A., Luben, R. N., Spencer, J. P., Schroeter, H., & Kuhnle, G. G. (2015). Flavonoid intake in European adults (18 to 64 years). *PloS one*, 10(5), e0128132.
- Vukovic, J., Mudnic, I., Modun, D., Brizic, I., Generalic, I., Katalinic, V., & Boban, M. (2009). Cardiovascular effects in vitro of aqueous extract of strawberry leaves. *Phytomedicine*, 16(5), 462-469.
- Wachendorf, V. (2007). *Čaj*. Slovart.
- Waisser, K. (2004). *Úvod do biologické aktivity organických sloučenin*. Gaudeamus.

- Wang, H. (1998). Antioxidative Phenolic Compounds from Sage. *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 46, s. 4869-4873.
- Wang, H., Provan, G. J., & Helliwell, K. (2000). Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis, *Trends in Food Science & Technology* 11, 152-160.
- Waterhaus, A. L. (2002). Determination of Total Phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, vol. 6, s. 321–329.
- Wawer, I. (2006). *The power of nature: Aronia melanocarpa*, 1st edition. London; Nature's Print. 1-168.
- Welch, C. R., Wu, Q., & Simon, J. E. (2008). Recent Advances in Anthocyanin Analysis and Characterization. *Current Analytical Chemistry*, 75-101.
- Williams, D. J. (2016). Organic acids in Kakadu plum (*Terminalia ferdinandiana*): The good (ellagic), the bad (oxalic) and the uncertain (ascorbic), 237-24.
- Woo, A. H., Von Elbe, J. H., & Amundson, C. H. (1980). Anthocyanin recovery from cranberry pulp wastes by membrane technology. *Journal of Food Science*, 45(4), 875-879.
- Xie, C., Kang, J., Chen, J. R., Nagarajan, S., Badger, T. M., & Wu, X. (2011). Phenolic acids are in vivo atheroprotective compounds appearing in the serum of rats after blueberry consumption. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(18), 10381-10387.
- Xu, Q., Chen, L., & Ruan, X. (2013). The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*). *Nature Genetics*, 45(1), 59-66.
- Yaman, C. (2020). Lemon balm and sage herbal teas: Quantity and infusion time on the benefit of the content. *Ciência e Agrotecnologia*, 44.
- Yan, Z., Zhong, Y., Duan, Y., Chen, Q., & Li, F. (2020). Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits. *Animal Nutrition*, 6(2), 115-123.
- Yeung, A. W. K., Tzvetkov N. T., & Zengin, G. (2019). The berries on the top. *Journal of Berry Research. Univ Hong Kong*, 9(1), 125-139.

Záruba, K. (2016). Analytická chemie. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.

Zentrich, J., & Janča, J. (2008). Herbář léčivých rostlin E-K. Eminent.

Žeravová, M. (2010). Evropský sortiment odrůd a genotypů kdouloně (*Cydonia oblonga*) a jejich potravinářský význam.

Zdroje obrázků

Brusnice borůvka. Web2.mendelu. Retrieved November 26, 2022, from https://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/systematika/ucebni_text/system/krytosemenn_e/dvoudelozne/brusnicovite/Vaccinium_myrtillus.html

Brusnice brusinka: První pomoc při problémech s močovým ústrojím. Leros. Retrieved November 26, 2022, from <https://www.leros.cz/brusnice-brusinka>

Citrus limon. Elho [online]. [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://www.elho.com/en/plants/citrus-x-limon-lemon-tree/>

Citrus Sinensis. PlantIn [online]. [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://myplantin.com/plant/5672>

Haw Stock fotografie: Růže šípková. Depositphotos. Retrieved November 25, 2022, from <https://cz.depositphotos.com/stock-photos/haw.html>

Ibišek súdánský: Čajům dává růžovou barvu i znamenitou chuť. Leros. Retrieved November 25, 2022, from <https://www.leros.cz/ibisek-sudansky>

Jacobs, K. L. Seascape: My Favorite Spring-to-Frost Strawberries. Retrieved November 26, 2022, from <https://www.agardenforthehouse.com/seascape-my-favorite-spring-to-frost-strawberries/>

Jahodář, L. Meduňka lékařská: *Melissa officinalis*. Oxalis. Retrieved November 25, 2022, from <https://oxalis.cz/cs/module/psproductingredience/detail/53-medunka-lekarska>

Kontryhel obecný. Český rozhlas. Retrieved November 25, 2022, from <https://temata.rozhlas.cz/kontryhel-obecny-7947600>

Kopřiva dvoudomá. Český rozhlas. Retrieved November 25, 2022, from <https://temata.rozhlas.cz/kopriva-dvoudoma-7947947>

Lípa srdčitá květ. Prodejna bylin. Retrieved November 25, 2022, from <https://www.prodejnabylin.cz/lipovy-kvet/>

Máta peprná: Svěží aroma pro léčbu a každodenní vzpruhu. Leros. Retrieved November 25, 2022, from <https://www.leros.cz/mata-peprna>

Mlčoch, Z. Heřmánek pravý – účinky, vliv na lidské zdraví: Rozdíl mezi heřmánkem a rmenem – obrázky. Bylinky pro všechny. Retrieved November 25, 2022, from <https://www.bylinkyprovsechny.cz/byliny-kere-stromy/byliny/61-hermanek-pravy-ucinky-vliv-na-lidske-zdravi>

Ostružiník maliník: Pro chuť sladkých malin i blahodárné účinky čaje. Leros. Retrieved November 26, 2022, from <https://www.leros.cz/malinik-obecny>

Quince Liqueur. Bramley and Gage. Retrieved November 26, 2022, from <https://www.bramleyandgage.com/quince/>

Ribes Nigrum – Stock snímky, obrázky a fotky. IStock. Retrieved November 26, 2022, from <https://www.istockphoto.com/cs/search/2/image?phrase=ribes+nigrum>

Stock royalty-free fotografie a obrázky Aronia. Vistacreate. Retrieved November 26, 2022, from <https://create.vista.com/cs/photos/aronia/>

Šalvěj lékařská. Web2.mendelu. Retrieved November 25, 2022, from https://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/systematika/ucebni_text/system/krytosemenn e/dvoudelozne/hluchavkovite/Salvia_officinalis.html

Šindelářová, H. Mateřídouška úzkolistá (Thymus serpyllum). Ordinance. Retrieved November 25, 2022, from <https://www.ordinace.cz/clanek/materidouska/>

Třešeň. Pixabay [online]. [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/t%C5%99e%C5%A1e%C5%88-ovoce-pr%C5%AFhledn%C3%A9-v%C4%9Btev-3402413/>

8 Seznam obrázků

Obr. 1 Heřmánek pravý

Obr. 2 Šalvěj lékařská

Obr. 3 Máta peprná

Obr. 4 Meduňka lékařská

Obr. 5 Mateřídouška obecná

Obr. 6 Růže šípková

Obr. 7 Kontryhel obecný

Obr. 8 Kopřiva dvoudomá

Obr. 9 Lípa srdčitá

Obr. 10 Ibišek súdánský

Obr. 11 Třešeň ptačí

Obr. 12 Pomerančovník čínský

Obr. 13 Citronovník

Obr. 14 Ostružiník maliník

Obr. 15 Jahodník velkoplodý

Obr. 16 Kdouloň

Obr. 17 Temnoplodec černoplodý

Obr. 18 Brusnice brusinka

Obr. 19 Brusnice borůvka

Obr. 20 Černý rybíz

Obr. 21 Obecná struktura flavonoidů

Obr. 22 Struktura 2H-chromenu a flavanu

- Obr. 23** Strukturní vzorec kvercetinu
- Obr. 24** Strukturní vzorec kemferolu
- Obr. 25** Strukturní vzorec myricetinu
- Obr. 26** Strukturní vzorec rutinu
- Obr. 27** Strukturní vzorce katechinu a čtyř hlavních katechinů čaje
- Obr. 28** Strukturní vzorec kondenzovaného tanninu
- Obr. 29** Strukturní vzorce některých hydroxybenzoových a hydroxyskořicových kyselin
- Obr. 30** Strukturní vzorec hydrolyzovaného tanninu
- Obr. 31** Základní strukturní vzorec lignanů
- Obr. 32** Základní strukturní vzorec stilbenů
- Obr. 33** Strukturní vzorce nejběžnějších antokyanů
- Obr. 34** Strukturní vzorec vitamínu C
- Obr. 35** Spektrofotometr
- Obr. 36** Kapalinový chromatograf
- Obr. 37** Kalibrační graf pro vitamin C
- Obr. 38** Průměrné hodnoty fenolických látek v ovocných čajích
- Obr. 39** Průměrné hodnoty fenolických látek v bylinných čajích
- Obr. 40** Grafické porovnání změny obsahů fenolických látek po 5 min a 30 min louhování
- Obr. 41** Vzájemný vztah mezi obsahy fenolických látek po 5 min a 30 min louhování
- Obr. 42** Chromatografický záznam měření kyseliny askorbové v šípkovém čaji
- Obr. 43** Průměrné hodnoty vitamínu C v ovocných čajích
- Obr. 44** Průměrné hodnoty vitamínu C v bylinných čajích

Obr. 45 Grafické porovnání změny obsahů vitamínu C po 5 min a 30 min louhování

Obr. 46 Vzájemný vztah mezi obsahy vitamínu C po 5 min a 30 min louhování

Obr. 47 Průměrné hodnoty celkových antokyanů v ovocných čajích

Obr. 48 Průměrné hodnoty celkových antokyanů v bylinných čajích

Obr. 49 Grafické porovnání změny obsahů antokyanů po 5 min a 30 min louhování

Obr. 50 Vzájemný vztah mezi obsahy antokyanů po 5 min a 30 min louhování

9 Seznam tabulek

Tab. I Nejběžnější typy fenolických látek v rostlinách seřazeny podle počtu uhlíků

Tab. II Nejběžnější antokyanidiny v rostlinách a barvy, které způsobují

Tab. III Seznam zakoupených čajů použitých pro analýzu

Tab. IV Celkový obsah fenolických látek v ovocných čajích

Tab. V Celkový obsah fenolických látek v bylinných čajích

Tab. VI Obsah vitamínu C v ovocných čajích

Tab. VII Obsah vitamínu C v ovocných čajích

Tab. VIII Celkový obsah antokyanů v ovocných čajích

Tab. IX Celkový obsah antokyanů v bylinných čajích