

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Stefanie Geissler

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Barevnost bylinných nálevů

Bakalářská práce

2021

Stefanie Geissler

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Stefanie Geissler**
Osobní číslo: **C17386**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Téma práce: **Barevnost bylinných nálevů**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování

1. Zpracovat teoretickou rešerši na téma přípravy bylinných nálevů (pouze vybrané byliny), jejich pěstování, uchování a vlivu na zdraví. Zjistěte i další využití bylinných nálevů/extraktů v potravinářství. Použijte dostupné databáze odborných a recenzovaných periodik (knih).
2. Připravte bylinné nálevy vybraných bylin a zjistěte jejich změny barevnosti v závislosti na zvolených skladovacích podmínkách.
3. Výsledky vyhodnoťte pomocí odpovídajících statistických metod a kriticky diskutujte Vaše zjištění.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.**
Katedra analytické chemie

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Michaela Frühbauerová**
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem *Barevnost bylinných nálevů* jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 6.6. 2021

Stefanie Geissler v. r.

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, doc. Ing. Liboru Červenkovi, Ph.D., za odborné vedení a dohled, za pomoc a za rady při zpracování této práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na bylinné nálevy. V první části práce byla vypracována rešerše věnující se jejich přípravě, skladování, pěstování a vlivu na zdraví. V experimentální části byly připraveny nálevy z vybraných bylin jejich extrakcí horkou vodou. Nálevy byly následně skladovány za různých podmínek. Byl sledován vliv skladovacích podmínek na barevnost těchto extraktů pomocí metody spektrofotometrie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Byliny, bylinné nálevy, byliny a vliv na zdraví, extrakce, barevnost, skladování

TITLE

The colour of herbal infusions

ANOTATION

This bachelor thesis is focused on herbal infusions. In the first part of the thesis scientific sources were examined in regards to preparation, storing, cultivating and the effects of herbal infusions in health. In the experimental part, herbal infusions were prepared from selected herbs by extraction with boiling water. The infusions were then stored in different conditions. The effect of these storing conditions on the colour of the infusions was observed using the spectrophotometry.

KEY WORDS

Herbs, herbal infusions, herbs and the effects on health, extraction, colour, storing

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ | 10 |
| ÚVOD..... | 13 |
| 1 Teoretická část | 14 |
| 1.1 Byliny..... | 14 |
| 1.1.1 Bez černý..... | 14 |
| 1.1.1.1 Pěstování..... | 15 |
| 1.1.1.2 Účinné látky a aplikace..... | 15 |
| 1.1.2 Heřmánek pravý | 16 |
| 1.1.2.1 Pěstování..... | 16 |
| 1.1.2.2 Účinné látky a aplikace..... | 17 |
| 1.1.3 Chmel otáčivý..... | 18 |
| 1.1.3.1 Pěstování..... | 18 |
| 1.1.3.2 Účinné látky a aplikace..... | 19 |
| 1.1.4 Kopřiva dvoudomá | 20 |
| 1.1.4.1 Pěstování..... | 21 |
| 1.1.4.2 Účinné látky a aplikace..... | 21 |
| 1.1.5 Máta peprná..... | 22 |
| 1.1.5.1 Pěstování..... | 22 |
| 1.1.5.2 Účinné látky a aplikace..... | 23 |
| 1.1.6 Meduňka lékařská..... | 24 |
| 1.1.6.1 Pěstování..... | 24 |
| 1.1.6.2 Účinné látky a aplikace..... | 25 |
| 1.1.7 Měsíček lékařský | 26 |
| 1.1.7.1 Pěstování..... | 26 |
| 1.1.7.2 Účinné látky a aplikace..... | 27 |
| 1.1.8 Pampeliška lékařská | 27 |
| 1.1.8.1 Pěstování..... | 28 |
| 1.1.8.2 Účinné látky a aplikace..... | 29 |
| 1.1.9 Řebříček obecný | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 1.1.9.1 Pěstování..... | 30 |
| 1.1.9.2 Účinné látky a aplikace..... | 31 |
| 1.1.10 Šalvěj lékařská..... | 32 |
| 1.1.10.1 Pěstování..... | 33 |
| 1.1.10.2 Účinné látky a aplikace..... | 33 |
| 1.2 Bylinné nálevy | 34 |
| 1.3 Extrakce..... | 35 |
| 1.3.1 Nernstův rozdělovací zákon | 35 |
| 1.3.2 Extrakce v systému kapalina-kapalina | 36 |
| 1.3.3 Extrakce tekutinou v nadkritickém stavu | 36 |
| 1.3.4 Extrakce tuhých látek kapalinou (Soxhletova extrakce) | 38 |
| 1.4 Barevnost..... | 39 |
| 1.4.1 Barevný systém | 39 |
| 1.4.2 Měření barevnosti..... | 42 |
| 2 Experimentální část | 43 |
| 2.1 Použité byliny..... | 43 |
| 2.2 Použité zařízení | 43 |
| 2.3 Příprava bylinných nálevů..... | 44 |
| 2.4 Měření barevnosti..... | 44 |
| 2.5 Statistická analýza | 44 |
| 3 Výsledky a diskuze..... | 46 |
| 3.1 Hvězdnicovité rostliny | 48 |
| 3.1.1 Heřmánek pravý | 49 |
| 3.1.2 Měsíček lékařský | 50 |
| 3.1.3 Pampeliška lékařská | 52 |
| 3.1.4 Řebříček obecný | 54 |
| 3.2 Hluchavkovité rostliny | 56 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 3.2.1 Máta peprná | 56 |
| 3.2.2 Meduňka lékařská..... | 58 |
| 3.2.3 Šalvěj lékařská..... | 60 |
| 3.3 Pižmovkovité rostliny | 63 |
| 3.3.1 Bez černý | 63 |
| 3.4 Konopovité rostliny..... | 65 |
| 3.4.1 Chmel otáčivý..... | 65 |
| 3.5 Koprivovité rostliny | 66 |
| 3.5.1 Kopriva dvoudomá | 66 |
| 4 Závěr | 69 |
| 5 Použitá literatura | 70 |

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 - Bez černý, květ | 14 |
| Obrázek 2 - Bez černý, plod | 14 |
| Obrázek 3 - Heřmánek pravý | 16 |
| Obrázek 4 - Chmel obecný | 18 |
| Obrázek 5 - Chmelnice | 18 |
| Obrázek 6 - Kopřiva dvoudomá | 20 |
| Obrázek 7 - Máta peprná | 22 |
| Obrázek 8 - Meduňka lékařská | 24 |
| Obrázek 9 - Měsíček lékařský | 26 |
| Obrázek 10 - Pampeliška lékařská | 28 |
| Obrázek 11 - Řebříček obecný | 30 |
| Obrázek 12 - Řebříček obecný, planý | 30 |
| Obrázek 13 - Šalvěj lékařská | 32 |
| Obrázek 14 - Fázový diagram CO ₂ | 37 |
| Obrázek 15 - Soxhletův extraktor | 38 |
| Obrázek 16 - Prostorový model Lab | 41 |
| Obrázek 17 - zleva doprava: heřmánek pravý květ sušený cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 49 |
| Obrázek 18 – zleva doprava: měsíček lékařský květ sušený cca 2 g, skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním, 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 51 |
| Obrázek 19 – zleva doprava: pampeliška lékařská kořen sušený cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; po skladování 40 ml a 25 ml; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 52 |
| Obrázek 20 - zleva doprava: řebříček obecný sušená nat' cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; po skladování 40 ml a 25 ml; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 54 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 21 - zleva doprava: máta peprná sušená nat' cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 57 |
| Obrázek 22 - zleva doprava: meduňka lékařská sušená nat' cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 59 |
| Obrázek 23 - zleva doprava: šalvěj lékařská sušená nat' cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 60 |
| Obrázek 24 - zleva doprava: bez černý sušené květy cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 63 |
| Obrázek 25 - zleva doprava: chmel otáčivý sušené šišťice cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 65 |
| Obrázek 26 - zleva doprava: Kopřiva dvoudomá sušená nat' s listy cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm ³ | 67 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 - Barevné spektrum bílého světla | 39 |
| Tabulka 2 - Hodnoty barevnosti pro heřmánek pravý uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 50 |
| Tabulka 3 - Hodnoty barevnosti pro měsíček lékařský uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 52 |
| Tabulka 4 - Hodnoty barevnosti pro pampelišku lékařskou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 54 |
| Tabulka 5 - Hodnoty barevnosti pro řebříček obecný uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 55 |
| Tabulka 6 - Hodnoty barevnosti pro mátu peprnou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 58 |

| | |
|---|----|
| Tabulka 7 - Hodnoty barevnosti pro meduňku lékařskou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 60 |
| Tabulka 8 - Hodnoty barevnosti pro šalvěj lékařskou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 62 |
| Tabulka 9 - Hodnoty barevnosti pro bez černý uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 64 |
| Tabulka 10 - Hodnoty barevnosti pro chmel otáčivý uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 66 |
| Tabulka 11 - Hodnoty barevnosti pro kopřivu dvoudomou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami..... | 68 |

Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf 1 - Barevné složky a^* a b^* čerstvých nálevů všech deseti bylin; \times = hvězdnicovité, Δ = hluchavkovité..... | 46 |
| Graf 2 – Složka jasu L^* čerstvých nálevů všech deseti bylin; \times = hvězdnicovité, Δ = hluchavkovité..... | 47 |
| Graf 3 – Celková sytost C^* čerstvých nálevů všech deseti bylin; \times = hvězdnicovité, Δ = hluchavkovité..... | 47 |
| Graf 4 – Odstín h° čerstvých nálevů všech deseti bylin; \times = hvězdnicovité, Δ = hluchavkovité..... | 48 |

ÚVOD

Pojem byliny je spojován s rostlinami, které mají příznivý vliv na zdraví, a jako koření obohacují pokrmy. Účinky a užití mohou být jak preventivní, tak léčivé, anebo ochucující. V dnešní době existuje široké rozmezí různých druhů bylin. Některé je možné pěstovat doma či na záhonku, jiné jsou pěstovány daleko a přivážejí se z celého světa. Trvalo velmi dlouho získat základní poznatky o jednotlivých bylinách, hlavně v tom rozsahu, v jakém jsou dnes k dispozici. Lidé z různých kultur a oblastí Země od počátku zkoumali rostlinstvo v blízkém okolí svého výskytu. Je zcela zřejmé, že hlavním úkolem bylo zajistit potravu pro rodinu, avšak se přišlo na to, že s přidáním některých rostlin je jídlo chutnější, stravitelnější a zároveň má léčivé vlastnosti. Začalo různé zkoušení a pozorování jak nemocných, tak chorých zvířat, která se po požití určité byliny zotavila. Lidé sbírali, sušili, drtili, žvýkali, přikládali a vařili nejrůznější části rostlin ze svého okolí¹. Vědomost a znalost bylin a jejich účinků byla ze začátku předávána ústně z generace na generaci, později již psanou verzí.

Mnohé dnes známé byliny pocházejí z tropických a subtropických oblastí. Patří tam hlavně Čína, Indie, Egypt nebo Mezopotámie (území odpovídající dnešnímu Iráku, severovýchodní Sýrii, jihovýchodnímu Turecku a jihozápadnímu Iránu). V Evropě byl obor léčení a lékárenství hned z počátku středověku hlavně v rukou klášterů. Přírodní léčitelství a pěstování bylin na klášterní zahradě se stalo oblastí jeptišek a mnichů benediktinů. Značná část mnichů měla také na starost opisování starých rukopisů antických herbářů. Jako první začali podle arabských receptů připravovat léčivé tinktury. Přidáním aromatických bylin do vína, aby usnadnili trávení, se stali prvními výrobci likérů. Jeden známý bylinný likér do dnes nese jméno „Benediktinka“².

Celosvětová spotřeba čaje a bylinných nálevů se neustále zvyšuje. Rostoucí spotřeba je spojena s vlastnostmi podporujícími zdraví, s trendem zdravého životního stylu a také s předpokladem minimálních nebo žádných vedlejších účinků při konzumaci ve velkém množství ve srovnání se syntetickými látkami.

Tato bakalářská práce je zaměřena na bylinné nálevy vybraných deseti bylin. Cílem studie je jejich příprava a vliv skladování. Konkrétní pozornost je věnována barevnosti nálevů a jejím případným změnám během skladování.

1 Teoretická část

1.1 Byliny

Do bakalářské práce byly vybrány následující byliny: Bez černý, heřmánek pravý, chmel otáčivý, kopřiva dvoudomá, máta peprná, meduňka lékařská, měsíček lékařský, pampeliška lékařská, řebříček obecný a šalvěj lékařská. Výběr jednotlivých bylin byl ovlivněn jejich dostupností, a to jak na trhu, tak v zahradách i loukách v České republice. Zároveň se jedná o široce známé byliny představující typické zástupce bylinných čajů. Také v mé rodině hrají tyto byliny velkou roli. Některé ze zmíněných bylin jsou pěstované na naší zahradě. Po sklizení jsou sušeny a následně používány ve formě čajů. Kromě nálevů je několik bylin také různě zpracováváno na sirupy a med.

1.1.1 Bez černý

Bez černý, také *Sambucus nigra* L., je rostlina, která byla již používána po tisíciletí. Latinské jméno *Sambucus* pochází z řeckého sambucu, což znamená hudební nástroj. Římané a Řekové totiž z dutých větví vyráběli flétny³. Ve středověku byla bezu v různých kulturách připisována kouzelná moc⁴. Z bylinářských spisů klášterního léčitelství lze vidět, že byl bez používán jako univerzální medicína⁵.



Obrázek 1 - Bez černý, květ⁵

Černý bez patří do čeledi pižmovkovitých (*Adoxaceae*)⁶ a do rodu bezu (*Sambucus*). Je to všeobecně známý keř, který dorůstá až 10 m.

Větve jsou široce rozložené a jsou vyplněny bílou vatovitou dřevinou. Kůra mladých větví je



Obrázek 2 - Bez černý, plod²

hladká, zelená a později šedá až hnědá. Listy stojí vstřícně a jsou lichozpeřené. Skládají se z vejčitých, zašpičatělých a pilovitých lístků. Drobné žlutobílé květy jsou uspořádány do bohatých vrcholů, viz. Obrázek 1, které příjemně voní. Plody tvoří červenofialové peckovice, také známé jako bezinky, jak je znázorněno na Obrázku 2, které jsou velikostně podobné hrachu a obsahují dvě až tři pečičky. Rostlina kvete od května do června a plody

dozrávají v září^{4,7}. Evropa, Asie a severní Afrika jsou běžným domovem pro planý bez černý. Typicky roste na krajích lesů, potoků a okolo cest⁵.

1.1.1.1 Pěstování

Černému bezu nejlépe vyhovují slunná místa a suchá půda. Nevyžaduje velkou péči a vysévá se sám. Při pěstování je nicméně důležité občas vyřezat starší větve, což se provádí na podzim. Květy jsou sbírány za suchého počasí v květnu až červenci, a to dříve, než začnou opadávat. Je sbíráno celé květenství, vždy s co nejkratší hlavní stopkou. Před sušením jsou silné stonky odstraňovány. Plody jsou sbírány po dozrání, to znamená v srpnu až září. Aby květy nezhnědly, je nutné usušit je v co nejkratší době, a to nejlépe další den po sběru při maximálně 40 °C. Pokud je květ sušen zavěšený na provaze, nebo rozprostřený na sítu, tak na stinném a větraném místě. Květy nikdy nejsou sušeny na přímém slunci. Správně usušené bezové květy mají světle žlutou barvu a typické aroma. Usušené květy jsou skladovány v dobře utěsněných nádobách nebo papírových pytlích, chráněné před vlhkostí. Plody lze sušit na slunci, a to na provazech, položené na sítěch či lískách, nebo umělým teplem při teplotě do 50 °C. Po usušení je třeba plody přečistit na sítěch a odstopkovat. Správně usušené bezinky se neslepují a nebarví ruce^{4,7}.

1.1.1.2 Účinné látky a aplikace

Květy bezu černého obsahují éterický olej, flavonoidy, hořčiny, třísloviny a slizovité látky. Plody obsahují také flavonoidy, cukry, ovocné kyseliny, vitamin C a kyselinu listovou^{5,8}.

Všechny části této rostliny, zejména bezinky a bezové květy, jsou zdrojem rostlinných fytochemikálií, což jí dává vysokou komerční hodnotu. V Evropě jsou bezinky používány v potravinářském průmyslu k výrobě koláčů, želé, džemů, zmrzlin, jogurtů a různých alkoholických nápojů. Kvůli vysoké antioxidační kapacitě černého bezu je v poslední době věnována významná pozornost této bylině a jejímu použití jako přírodnímu konzervantu nebo doplňku stravy v mikroenkapsulované formě⁹. Její antioxidační vlastnosti mohou být také užitečné k prevenci některých nemocí, jako je rakovina, Alzheimerova choroba a Parkinsonova choroba. Obsažené polyfenoly lze získat pomocí různých extrakčních metod¹⁰.

Bezový ovocný džus a květinové nálevy se tradičně používají k léčbě příznaků běžného nachlazení a chřipky. Slizovité látky mají zklidňující vliv na sliznice dýchacích cest a ulehčují odkašlávání¹¹. Je prokázáno, že bezinky zmírňují příznaky respiračních poruch během

chřipkové infekce. S ohledem na účinnost bezu černého při léčbě příznaků nachlazení a chřipky byly v poslední době bezové produkty navrženy jako potenciální doplňková léčba při onemocnění Covid-19. U tohoto onemocnění byly pozorovány antivirové vlastnosti výtažků z ovoce a květů. Z výsledků studií lze usoudit, že bez černý obsahuje inhibiční vlastnosti proti vstupu viru SARS-CoV2, další vědecké ověření je však stále zapotřebí^{12,13}.

Kromě zmíněných antioxidačních a antivirových aktivit jsou také prokázány antikarcinogenní, imunostimulační, antialergické a antibakteriální vlastnosti⁹.

1.1.2 Heřmánek pravý

Heřmánek pravý, také známý pod latinským názvem *Matricaria chamomilla* L. nebo *Chamomilla recutita*, je léčivá rostlina, která byla dobře známá již ve starověku. Od středověku se začala používat i ve střední Evropě a bývala nedílnou součástí klášterních zahrad¹¹.



Heřmánek patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) a do rodu heřmánku (*Matricaria*). Rostlina je vzpřímená, rozvětvená a silně aromatická. Jednoletá bylina je 10 až 50 cm vysoká, s větvenou lodyhou a se střídavými listy. V zemi má tenký kořen. Květy jsou u hvězdnicovitých rostlin uspořádané do úborů. Jednotlivé úbory vyrůstají na konci stopek a jsou složeny z trubkovitých žlutých květů vyrůstajících z dutého lůžka a z obvodových bílých květů jazykovitého tvaru. Heřmánek pravý kvete od konce května do září⁷. Roste prakticky po celém světě podél cest, na pustých místech a jako plevel na polích, nebo loukách⁵. Obecný vzhled lze vidět na Obrázku 3.

Obrázek 3 - Heřmánek pravý⁵

1.1.2.1 Pěstování

Bylina je velmi nenáročná na pěstování, kromě hodně kyselých a zamokřených nebo písčitých půd lze heřmánek pěstovat všude. Nejlépe ji však vyhovuje humusová půda s dostatečným obsahem vápníku. Pěstuje se ze semene a seje se na povrch půdy, protože klíčí na světle. Heřmánek lze vysévat do řádků vzdálených 40–60 cm, nebo do hnízd ve sponu 40×40 cm, a to podle půdních podmínek. Výsev se provádí buď na jaře (březen-duben), na podzim (srpen-

září) nebo na zimu (od října), dle oblasti a půdních podmínek. Při výšce 5 cm se začíná s okopáváním a při 15 cm plečkováním.

Při jarním výsevu lze sklízet od konce června až do září. Podzimní výsev se sklízí od května do července a zimní výsev se pohybuje mezi červnem a červencem. Během sklizně jsou sbírány heřmánkové úbory pomocí hřebenů, při velkoprodukcí strojem na heřmánek. Bylinu lze sklízet dvakrát až maximálně čtyřikrát ročně. Po sklizni se heřmánek suší rychle na hustých sítích nebo lískách, a to ve stínu a na suchých místech. Při sušení umělým teplem se suší do 40°C. Není vhodné heřmánek při sušení převracet, jelikož se snadno drolí a tím ztrácí kvalitu⁷.

1.1.2.2 Účinné látky a aplikace

Hlavními biologicky aktivními sloučeninami v heřmánku jsou oxidy bisabolol, chamazulen, α -bisabolol a spathulenol. Existují dva typy éterického oleje, které jsou charakterizovány jako bohaté na oxidy bisabololu nebo na α -bisabolol¹⁴. Bylina je také bohatá na flavonoidy a kumariny^{8,15}.

Suché květy heřmánku jsou velmi žádané pro použití v bylinném čaji. Roční spotřeba květů heřmánku je několik tisíc tun. Rostlina má uklidňující, dezinfekční, protizánětlivé a antimikrobiální účinky (např. účinné proti *Escherichia coli*, nebo *Salmonella thyphimurium*)^{16,17}. Používá se pro podporu sekrece v žaludku, při křečích, zánětlivých onemocněních zažívacího traktu, proti vředům, při poruchách menstruace, ale také pro léčbu kašle a nachlazení. Užívání bylinných čajových přípravků eliminovalo koliku u 57 % kojenců účastnících se výzkumu¹⁵. Čaj lze u dětí také používat jako podporu ke spánku. Heřmánkový čaj konzumovaný s jídlem by mohl přispět k prevenci rozvoje hyperglykémie a diabetických komplikací¹⁴.

Heřmánkový olej je používán jak ve farmacii, tak v potravinářském průmyslu, kosmetice a v parfémcech. V kosmetice se nachází v krémech, vlasových přípravcích a pleťových vodách. Vhodný je také při bolestech zubů a dásní, a proto se přidává do zubních past a ústních gelů. Olej heřmánku lze také najít v jemných likérech. Díky svým rozsáhlým farmakologickým a farmaceutickým vlastnostem má tak rostlina velkou ekonomickou hodnotu a je velmi žádaná v evropských zemích¹⁵.

1.1.3 Chmel otáčivý

Chmel je velmi známý jako hořká přísada do piva s příjemnou vůní. V Evropě byl chmel od 8. století používán při výrobě piva. Příznivé vlastnosti chmelu, které zlepšovaly chuť a zvyšovaly jeho trvanlivost, byly objeveny mnichy, podobně jako tomu bylo u jiných bylin. Zároveň se však jedná o starou léčivou rostlinu, jejíž účinky byly dlouho zapomenuté. Až okolo 11. století se opět chmel dostal do středu zájmu v oblasti lékařského využití^{1,5}.

Chmel obecný je známý pod latinským názvem *Humulus lupulus* L., patří do čeledi konopovitých (*Cannabiaceae*) a do rodu chmelu (*Humulus*). Rostlina je vytrvalá a z oddenku vyrůstá tenká lodyha dosahující délky až 7 m. Lodyha se otáčí kolem stromů nebo tyčí, a to vždy v pravotočivém směru. Listy chmelu jsou vstřícné, trojlaločné až sedmilaločné, široce kopinaté, u řapíku srdčitě vykrojené a na kraji jsou hrubě pilovité.



Obrázek 4 - Chmel obecný⁴

Květy jsou dvojdomé, což znamená, že jednotlivá rostlina vytváří buď samčí nebo samičí květy. Samčí květy vyrůstají v řídkých latách, samičí v malých nepravých klasech. Z klásků se vytvářejí chmelové vejčité šištice, jejichž šupiny obsahují žlázky. Obrázek 4 znázorňuje samičí květy a listy. Chmel kvete od července až do srpna. Bylina roste planě, pěstována je však v celé Evropě, západní Asii a Severní Americe. V agrikultuře se pěstuje pouze samičí rostlina^{4,8}.

1.1.3.1 Pěstování

Kvalitu chmelových rostlin ovlivňují ekologické podmínky stanoviště. Vhodné podmínky



Obrázek 5 - Chmelnice⁸

poskytují především oblasti mírného pásma severní polokoule. Z klimatických podmínek je chmel nejnáročnější na teplotu, vlhkost a světlo¹⁸. Chmel se pěstuje ve vzdušné, hlinitě písčité půdě na výslunném místě s ochranou před studeným větrem. Nutná je bohatá vlhká půda a častá zálivka. Chmel je možné pěstovat ze semene, nebo z kořenových řízků, které jsou pořízeny na jaře nebo na podzim. Vysazují se do hlíny po třech kusech, a to vzdálené kolem 45 cm. Oporu mladé rostliny zajišťují chmelnicové konstrukce s drátovými chmelovody, viz. Obrázek 5.

Samičí šišťice lze sklízet od srpna až do října, když jsou tvrdé a mají žlutozelenou barvu^{1,4}. Sušení chmele slouží ke konzervaci. Správné sušení a dokonalé balení má velký vliv na rychlost a stárnutí chmele během skladování. Očesané šišťice jsou sušeny ve speciálních chmelových sušárnách. Používají se k tomu komorové nebo pásové sušárny, při teplotě mezi 55 až 95 °C, podle typu sušárny. Usušený chmel se balí na krátké skladování do žoků a pro dlouhodobé skladování do příští sklizně do balotů¹⁸.

1.1.3.2 Účinné látky a aplikace

Chmel obsahuje hlavně hořčiny pryskyřičné látky jako humulon (α -hořké kyseliny) a lupulon (β -hořké kyseliny), dále éterický olej například myrcen a humulen, flavonoidy a minerální látky^{8,11}.

Chmel je rostlina, která se ve velké míře používá při výrobě piva. Chmelové hlávky a květenství samičí rostliny hrají důležitou roli jako ochucovadla a hořká činidla v pivovarnickém průmyslu, který využívá přibližně 98% světové produkce chmele. V současné době se na světě pěstuje 91 881 ha chmele, což představuje celkovou produkci 148 603 tun. Největším světovým producentem jsou USA, následují Etiopie a Čína. Evropa se svými předními zeměmi Německo, Česká republika a Polsko pokrývá 34,3% světové produkce chmele¹⁹.

Kromě pivovarského průmyslu je chmel používán proti nervozitě, neklidu, úzkostným stavům a poruchám spánku¹¹. Kromě toho chmel podporuje zažívání a pomáhá k rozvolnění při žaludečních křečích². Moderní studie prokázala, že alkoholický extrakt z chmelu může mít příznivý vliv při žaludečních zánětech a tím i zabránit vzniku vředů a rakoviny. Dále bylo zjištěno, že extrakty z chmelu inhibují růst bakterie *Helicobacter pylori*, což je gramnegativní bakterie, která napadá sliznici žaludku a vyvolává zánětlivé stavy nebo žaludeční vředy²⁰.

Léčivé vlastnosti chmelu jsou podporovány řadou studií a ukazují nejen protizánětlivé účinky ale také antioxidační, antimikrobiální, antimutagenní a protinádorové účinky. Chmelové metabolity, zejména hořké kyseliny, prokázaly příznivé zdravotní vlastnosti při léčbě rakoviny. Tyto látky mohou být použity během chemoterapie s cílem zlepšit imunitní odpověď proti nádorům a snížit vliv vedlejších účinků vyvolaných chemoterapeutickými léky²¹. Další ze studií se věnuje použití methanolového extraktu z chmelu v kontextu Alzheimerovy choroby a diabetes mellitus. Zdůrazňuje se, že za Alzheimerovo onemocnění je zodpovědný nedostatek acetylcholinu v mozku. Doposud neexistovala jednoznačná léčba Alzheimerovy choroby, ale

inhibitory acetylcholinesterázy jsou přijímány jako účinná činidla pro léčbu Alzheimerovy choroby. To samé platí pro cukrovku. V literatuře je jasně uvedeno, že inhibice α -amylázy spojená s α -glukosidázou by mohla významně snížit postprandiální zvýšení hladiny glukózy v krvi. Inhibice α -amylázy by tak mohla být užitečná strategie pro kontrolu hladiny glukózy v krvi u diabetes mellitus 2. typu. Methanolový extrakt z chmelu vykazuje antioxidační kapacitu a inhibiční vlastnost na enzymy. Lze vyvodit závěr, že chmel může být užitečný pro léčbu těchto nemocí²².

1.1.4 Kopřiva dvoudomá

Kopřiva dvoudomá je léčivou bylinou již od dávných dob a je jednou z přibližně 500 druhů rodu *Urtica*. Její pálivý účinek při dotyku je široce známý. Její rodový název je odvozen od uro, nebo urere, což znamená pálit nebo pálení. Existují záznamy o tom, že se římské vojsko v Anglii žihalo kopřivou. Důvodem údajně bylo, že na britské klima nebyli zvyklí a šleháním kopřivou se zahřívali. Díky tomu přinesly semena podobného druhu, římské kopřivy (*U. pilulifera*), do Anglie²³. Slovo dvoudomá znamená, že samčí a samičí květy rostou na různých jedincích¹.

Kopřiva dvoudomá, pod latinským názvem *Urtica dioica* L., patří do čeledi kopřivovité (*Urticaceae*) a do rodu kopřiva (*Urtica*)¹¹. Rostlina je vytrvalá s výškou až 150 cm. Lodyha kopřivy vyrůstá z podzemních oddenků, má intenzivně zelené listy se silně zoubkovanými okraji a se zřetelně viditelným žilkováním na spodním povrchu listů. Listy i stonky jsou pokryty žahavými a štětinovitými chlupy^{8,23}. Drobné žlutozelené květy má kopřiva uspořádané do hustých lat (hroznovité květenství)⁷. Kopřiva kvete od června do října. Bylina se vyskytuje po celém světě, v České republice například přirozeně v lese, na loukách, u břehů, v příkopech, kolem cest a plotů, nebo na kulturních půdách^{7,11,24}. Obecný vzhled viz. Obrázek 6.



Obrázek 6 - Kopřiva dvoudomá²³

1.1.4.1 Pěstování

Kopřivu je možné velmi snadno rozmnožovat semeny nebo kořenovými řízků, a to v libovolné půdě. Bylina však preferuje růst v půdě, která je bohatá na dusík²³. Semena lze zasévat na jaře. Kořenové řízků je vhodné odebírat na podzim, poté co nadzemní část rostliny uschne¹. Listy jsou sklizeny ještě před rozkvetem, to znamená na jaře nebo počátkem léta. Lze sbírat i celou nať, ale pouze mladé listnaté vrcholky v délce kolem 40 cm. Staré kopřivy, které mají květy, již nejsou sbírány. Listy i nať kopřivy se suší na stinném, dobře větraném místě. Lze dosušovat umělým teplem do 50 °C. Obracení během sušení je prováděno velmi opatrně, neboť se listy snadno drolí. Správně usušená kopřiva má tmavozelenou barvu⁷.

Skladovat by se bylina měla bez přístupu vzduchu, vlhkosti a dále za tmy. Bylina by neměla být vystavena přímému světlu. Jako vhodná trvanlivost je stanoveno 18 měsíců pro sušenou kopřivu. Čerstvá kopřivová šťáva může být konzervována po dobu 6 měsíců při použití 25% alkoholu a chlazení²³.

1.1.4.2 Účinné látky a aplikace

Kopřiva dvoudomá obsahuje vysoký podíl vitaminů A a C, kyseliny křemičité a minerálních látek, zejména vápníku, železa a draslíku^{11,25}. Je také potvrzená přítomnost flavonoidů, mastných kyselin, terpenů a bílkovin. Látky zodpovědné za efekt pálení jsou acetylcholin, histamin a serotonin²³. Rostlina a její extrakty vykazují antioxidační, antimikrobiální a antivirové účinky a působí proti vředům. Kromě zmíněných aktivit byla tato rostlina použita k léčbě různých nemocí a stavů anémie, dny, ekzémů, problémů močových cest, močového měchýře a ledvin²⁶. Kopřiva dvoudomá je používána v Severní Americe a Evropě k léčbě zánětlivých poruch, jako je osteoartrida. Bylo popsáno několik klinických studií prokazujících protizánětlivý terapeutický potenciál kopřivy²⁷.

Spolu s lékařskou aplikací si kopřiva udržuje v mnoha zemích bohatou historii jako potravina. Je řádně uznávána pro své použití při přípravě mnoha pokrmů, jako jsou polévky, omelety, těstoviny, rýžová jídla nebo saláty. Použití kopřivy při výrobě těstovin má za následek rychlejší zažívání β -karotenu v žaludku²⁸. Jedním z moderních trendů v potravinářském průmyslu je zvyšování nutriční hodnoty chleba tím, že se do něj zavádějí rostlinná semena, listy nebo jejich výtažek. Při jedné ze studií byl sledován vliv přidaných listů a jeho extraktů na chléb. Cílem bylo zlepšení nutriční vlastnosti konečného produktu. Kromě příznivých účinků na zdraví lze

očekávat, že produkty bohaté na antioxidanty mají delší trvanlivost. Bylo prokázáno, že vzorky chleba vykazovaly významnou antioxidační aktivitu. Zároveň bylo zjištěno, že samotné listy kopřivy snižovaly kvalitu chleba, zatímco extrakt kvalitu zlepšoval. Studie dospěla k závěru, že extrakt z kopřivy nahrazuje její listy v chlebu s vysokou prospěšností²⁶.

1.1.5 Máta peprná

Mátu lze zařadit mezi nejstarší léčivé rostliny. Její suché listy byly nalezeny ve 3000 let starých egyptských pyramidách. V antickém Římě a Řecku byla velmi oblíbená, avšak ve střední Evropě se stala populární teprve v 18. století¹¹. Existuje velké množství druhů máty, které se spolu snadno kříží. Samotná máta peprná byla poprvé nalezena v roce 1696 na poli v Anglii, kde byly pěstovány jiné druhy máty⁵.

Máta peprná je vytrvalá bylina, známa pod latinským názvem *Menthae piperita* L. Patří do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*) a rodu máta (*Mentha*). Je to kříženec máty vodní a máty klasnaté. Bylina je 50 až 80 cm vysoká s dlouhým plazivým oddenkem. Stonek je čtyřhranný a chlupatý. Listy jsou tmavě zelené a podlouhlé až kopinaté. Žebra listu obsahují spoustu žlázek, okraje jsou ostře pilovité. Květy jsou uspořádané do lichopřeslenů, ke konci jsou uspořádány do válcovitých klasů a mají růžovou až tmavě fialovou barvu. Obecný vzhled viz. Obrázek 7.



Obrázek 7 - Máta peprná⁸

Máta peprná kvete od června až do srpna a vyskytuje se po celém světě v pěstovaných kulturách, nebo méně, volně v přírodě. V České republice se nachází místy v příkopech, na březích a v okolí zahrad^{4,7}.

1.1.5.1 Pěstování

Mátu lze v malém pěstovat na zahrádkách, nebo v květináči. Ve velkém pomocí stolonů (podzemní výběžky) na poli. Mátu peprnou nelze pěstovat ze semene. Velmi dobře se rozmnožuje z kořenujících výběžků, které vyrůstají z oddenku. Máta vyžaduje teplejší a vlhčí podnebí a humózní půdu. Taková půda obsahuje velké množství organického materiálu.

Novodobé studie ukázaly, že přídavek pyrolyzovaných zbytků organické hmoty v podobě bio uhlí může mít za následek větší dostupnost živin N, P, K a S pro mátu peprnou²⁴. Rostlina se dobře zakořeňuje, protože půda je bohatá na živiny a účinně zadržuje vlhkost. Máta roste velmi rychle a její kořeny často dusí ostatní rostliny, je proto lépe pěstovat mátu oddělenou od ostatních. Vysazuje se ideálně na podzim (říjen-listopad) nebo na jaře (duben-květen). Mátové stolony se vkládají do cca 10 cm hlubokých pásů, které jsou 50–60 cm od sebe vzdálené.

Nať se sklízí buď nožem, srpem nebo nakládačem, a to většinou před, někdy i po vykvetení a při výšce okolo 25 cm. Obsah éterických olejů je v této době nejvyšší. Listy máty se otrhávají ještě před sušením. Po sklizni se pole přihnojí a dostatečně zalévá. Nať a listy máty se suší ve vrstvě 5–10 cm ve stínu a na vzdušných místech. Při sušení v sušárně teplota nesmí překročit 40 °C^{7,29}.

1.1.5.2 Účinné látky a aplikace

Jako hlavní složku obsahuje máta peprná éterický olej, který se skládá z těkavých látek mentolu a mentonu. Éterický olej také obsahuje methylacetát, menthofuran, eukalyptol, carvon a pulegon. Tyto látky jsou z chemického hlediska řazeny mezi monoterpeny. Dále máta obsahuje třísloviny, které jsou typické pro čeled' hluchavkovitých. Hlavní zástupce je kyselina rozmarýnová. Máta obsahuje flavonoidy, zejména eriocitrin, luteolin a hesperidin. Tato rostlina má významné antimikrobiální a antivirové účinky, silné antioxidační a protinádorové účinky a určitý antialergenní potenciál³⁰. Při vnitřním použití jako bylinný nápoj má máta spasmolytické a karminativní účinky a pomáhá při nevolnostech a křečích v žaludku³¹, střev nebo močového měchýře. Dále byly popsány studie týkající se dýchacích cest a analgetických účinků. Například byly zjištěny pozitivní efekty na astma, za pomoci inhalace esenciálních olejů z máty peprné^{32,33}. Také byl pozorován kladný vliv mentolu na pacienty trpící sinusitidou³⁴. Schopnost působit v trávicím traktu a v průduškách se připisuje hlavně éterickému oleji a jeho hlavní součástí mentolu. Na kůži a sliznicích vyvolává mátový olej pocit chladu a tím snižuje citlivost na bolest⁸. Máta peprná je také zkoumána v oblasti nanoemulzí. Ve spojení s tripolyglycerol monostearátem, kaseinem a β -karotenem byla připravena vysoce stabilní nanoemulze mátového oleje³⁵. Nanoemulze jsou speciálním typem emulzí s kapkami v oblasti velikostí nanometru, které mohou přispívat k lepší dostupnosti aktivních látek z potravin, které by jinak mohly zaniknout během skladování, nebo úpravy³⁶.

1.1.6 Meduňka lékařská

Meduňka je další ze známých starých bylin, které byly používány v antice. Pochází ze západní Asie a východního Středomoří. Ze Středomoří se dostala pomocí Arabů v 11. století do Španělska a odtamtud do Německa, kde jí mniši pěstovali v klášterních zahradách jako léčivou rostlinu, koření a aromatickou bylinu⁵. Protože meduňku mají velmi rády včely, dostala název *Melissa*, což znamená v řečtině včela.



Meduňku lze vyhledat pod latinským názvem *Melissa officinalis* L. Patří do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*) a rodu meduňky (*Melissa*)¹. Rostlina je vytrvalá, vzpřímená, silně rozvětvená a dorůstá až 80 cm. Meduňka má čtyřhrannou lodyhu, což je velmi typické pro hluchavkovité rostliny. Má mírně chlupaté a polodlouhé listy vejčitého tvaru, na okraji vroubkované. Květy uspořádané do lichopřeslenů jsou bílé nebo namodralé barvy. Charakteristické pro bylinu je příjemné citronové aroma. Meduňka lékařská kvete od června do července⁷. Ve střední Evropě neroste volně v přírodě, je ale pěstována na polích a zahradách⁵. Obecný vzhled lze vidět na Obrázku 8.

Obrázek 8 - Meduňka lékařská⁵

1.1.6.1 Pěstování

Meduňka vyžaduje chráněná a slunná místa nebo polostín. Nejvhodnější je půda hluboká, hlinitopísčité až hlinitá s vysokým obsahem živin. Rostlina se snadno množí ze semene nebo z kořenových řízků¹. Jarní výsev je prováděn nejdříve v druhé polovině května, aby vzešlé rostliny nezmrzly. Osivo se vysévá do řádků vzdálených od sebe zhruba 50 cm. Pokud se použijí sazenice, lze rostliny při výšce 2 cm přesazovat na množitelský záhon⁷. Alternativně je možné meduňku pěstovat modernější metodou, a to hydroponicky. Rostliny pěstované hydroponicky získávají živiny z vodného roztoku, ve kterém jsou ponořeny kořeny, nikoliv z půdy. Novodobé studie prokázaly, že hydroponický způsob pěstování je ekvivalentní k základním metodám pěstování s využitím půdního materiálu. Navíc je možné využít hydroponického pěstování k produkci meduňky s vyšším obsahem kyseliny kávové³⁷.

Nať meduňky se sklízí ještě před rozkvětem, což bývá koncem června až začátkem července. Na malých plochách lze bylinu sklízet i v srpnu, cca 15 cm nad zemí. Při pěstování ve velkém je sklízena za pomoci žacího stroje. V prvním roce je sklizeň nižší a v dalších letech se úroda navyšuje. Aby si meduňka ponechala svojí zelenou barvu a svoje typické citronové aroma, je třeba nať usušit co nejdříve. Meduňka je rozprostřena a následně sušena při teplotě do 35 °C nebo v malém množství ve stínu, za dostatečného proudění vzduchu⁷. Meduňka při sušení ztrácí velkou část vonných silic, proto se usušené listy uskladňují ve vzduchotěsných nádobách, aby se zachovaly všechny zbylé těkavé silice¹.

1.1.6.2 Účinné látky a aplikace

Nejúčinnější látkou meduňky je éterický olej s hlavními složkami citral, citronelal a geraniol. Mezi účinné látky patří také flavonoidy, triterpeny, polyfenoly a trísloviny (kyselina rozmarýnová)¹¹.

Bylina je široce používána jako zdroj vůní, ale také jako léčivý bylinný nápoj. Jsou prokázány antibakteriální, antioxidační, antipyretické, expektorantní a protizánětlivé účinky. V Evropě je Meduňka lékařská používána ke zmírnění nespavosti a stresu kvůli jejím spasmolytickým a sedativním vlastnostem. Kromě toho studie ukázaly, že meduňku lze účinně požívat při různých zdravotních problémech, jako například při jaterních onemocněních, ale také při Alzheimerově chorobě a diabetes mellitus 2. typu³⁷.

Jako běžná kulinářská bylina je meduňka užívána díky svému příjemnému esenciálnímu oleji s vůní po citronu k aromatizaci různých potravin a bylinných čajů. V poslední době se meduňka lékařská objevila jako slibná přísada do potravin, hlavně kvůli jejím silným antimikrobiálním a antioxidačním vlastnostem. Z důvodu nárůstu obav ohledně mikrobiální rezistence na standardní syntetické konzervanty a jejich nežádoucí zdravotní účinky při pravidelné konzumaci, se stále více zkoumá využitelnost léčivých rostlin jako bezpečných alternativních antimikrobiálních prostředků. Takto použité byliny by poskytovaly nejen výhodnou konzervační schopnost, ale také pozitivní vliv na zdraví. Moderní studie různých extraktů a vodných odvarů z meduňky odhalily pozoruhodné inhibiční účinky proti mikroorganismům, zejména proti kvasinkám a gramnegativním bakteriím (např. *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*). Bylo zjištěno, že účinky jsou srovnatelné nebo dokonce vyšší než u některých standardních antimikrobiálních látek³⁸.

1.1.7 Měsíček lékařský

Calendula officinalis L., taky známá jako měsíček lékařský, je tradiční léčivá rostlina, která se v Evropě pěstovala od 12. století, a to nejčastěji v klášterních zahradách³⁹. Květy a masti z měsíčku mají dlouholetou tradici v léčitelství, například byly použity pro vnější ošetření a záněty ran⁴⁰. Měsíček lékařský je pěstován ve velkém množství zemí, například v Egyptě, jižní Africe, Maďarsku, Rusku, Nizozemsku, Německu, USA a ve Velké Británii^{5,41}.

Měsíček lékařský je jednoletá až dvouletá bylina. Patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) a do rodu měsíček (*Calendula*)⁵. Rostlina je 20–50 cm vysoká, lodyhu má hranatou, listy střídavé, slabě lepkavé a celokrajné ve vejčité kopinatém tvaru. Květenství je tvořeno jednotlivými úbory. Úbory měří 3–7 cm a skládají se ze žlutých a oranžových jazykovitých květů^{7,8} jak lze vidět na Obrázku 9. Měsíček kvete od června do října. Po odkvětu se v úborech vytvářejí malé srpkovité nažky. V Evropě rostou dva druhy měsíčků, a to měsíček lékařský a měsíček rolní. Pěstují se na kulturních plochách nebo na zahradách, jen výjimečně zplaňuje⁵.



Obrázek 9 - Měsíček lékařský⁸

1.1.7.1 Pěstování

Měsíček lékařský lze pěstovat ve všech oblastech kromě horských poloh. Nejlépe se rostlině daří na humózních půdách s dostatečnými živinami a vlhkostí. Výsev se provádí na jaře buď do sponu 50×30 cm, nebo do řádků vzdálených 50 cm. Semena se vysévají 1–2 cm hluboko. Pro lékařské použití se využívají pouze oranžové květy. Pokud se v porostu vyskytne žlutý květ, ihned je odstraněn. Během růstu a vývoje je rostlina podle potřeby okopávána. Květy lze sklízet od června do října. Sklizeň probíhá manuálně, většinou jsou sklizeny celé květy i s kalichem. Odkvetlé květy sbírány nejsou, otrhávají se jen čerstvě rozkvetlé úbory. Květy se sklízají za suchého počasí, a to nejlépe v dopoledních hodinách.

Květy měsíčku lze sušit na sítěch nebo lískách ve vrstvě do 4 cm ve stínu a na dobře větraném místě. Pokud probíhá sušení umělým teplem, teplota by neměla překročit 50 °C. Na slunci se nesmí sušit, jelikož by květ ztratil svou barvu⁷. Nedávné studie prokázaly, že balení sušených květů měsíčku do mikroperforovaných fólií prokazuje výhodnou schopnost udržení aktivních

látek a ideální vlhkosti po delší dobu skladování, a tím tak lze docílit prodloužení trvanlivosti produktu⁴².

1.1.7.2 Účinné látky a aplikace

Účinné látky v měsíčku jsou saponiny, karotenoidy, flavonoidy, hořčiny, mastné kyseliny a stopy silice^{3,5}. Měsíček lékařský může být široce používán jako protizánětlivý, antibakteriální a antivirový prostředek⁴¹. Výzkum v oblasti antibakteriálních účinků poukazuje na slibný potenciál měsíčku lékařského. Cílem této studie bylo posoudit antimikrobiální aktivitu methanolových a ethanolových extraktů okvětních lístků měsíčku lékařského proti klinickým patogenům. Výsledky naznačují, že extrakty z methanolu a ethanolu měly velmi dobrou antimikrobiální perspektivu. Oba extrakty vykazovaly i antifungální aktivitu, která je srovnatelná se standardním antibiotikem, flukonazolem. Další výzkum objevil, že měsíček může chránit před rakovinou prostaty. Bylinný čaj vyrobený z měsíčku může zlepšit příznaky kolitidy, duodenálních vředů a gastroduodenitidy⁴³. Měsíček tudíž vykazuje jak protirakovinné, tak gastroprotektivní vlastnosti⁴². Vodné a alkoholové extrakty měsíčku jsou tradičně používány k léčbě drobných zánětů kůže a při hojení ran. Jedna ze studií prokázala, že lipofilní a hydrofilní extrakty připravené z květů měsíčku mohou mít vliv na zánětlivou fázi a novou tvorbu tkáně⁴⁰.

Bylina má vysokou ekonomickou hodnotu a je široce používána v kosmetice, parfémcech, farmaceutických přípravcích i v potravinách. Rostlinu lze například použít jako barvivo, a to jak v potravinářském průmyslu, tak v kosmetice nebo textilu na barvení vlny, bavlny, a hedvábí⁴³. Měsíček obsahuje primárně dvě skupiny pigmentů, a to flavonoidy a karotenoidy, které jsou používány jako žlutá a oranžová barviva. Hlavně v potravinách získávají přírodní barviva značnou pozornost, protože několik syntetických barviv vyvolalo alergické, toxické a karcinogenní účinky⁴¹.

1.1.8 Pampeliška lékařská

Pampeliška lékařská je léčivá bylina, která je využívána déle než 1000 let¹. Arabští medicí ji používali v 11. století k léčbě onemocnění jater a sleziny⁴⁴. Ve střední Evropě se podle záznamu začala využívat v pozdním středověku¹¹. V 19. století se v Británii z listů pampelišky vařil speciální druh piva a z květů se připravovalo pampeliškové víno.

Pampeliška lékařská je také známa pod názvem smetánka lékařská a latinsky pod *Taraxacum officinale* L. Rodové jméno *Taraxacum* je nejspíše odvozeno z řeckého slova taraxos, což znamená porucha zdraví³. Rostlina je až 40 cm vysoká, víceletá, patří do čeledi hvězdnicovitých



(*Asteraceae*) a do rodu pampeliška (*Taraxacum*)⁵. Listy tvoří přizemní růžice, které mají zubatý tvar. Kořen je dlouhý a houževnatý. Z prostředka listové růžice vyrůstá dutá lodyha zakončená jedním žlutým květem jazykovitého tvaru, ze kterého po odkvětu odlétávají nažky, jak je možné vidět na Obrázku 10. Nažky jsou semena, která se rozšiřují větrem. Stonek, kořen a listy obsahují hořkou bílou šťávu¹. Pampeliška kvete od května do září a je široce známá jako plevel na loukách, pastvinách, zahradách a v parcích. Je to vytrvalá rostlina, která odolává suchu i mrazu⁴⁴, a která se rozšířila po celém světě. Pro průmyslové zpracování je pěstována⁵.

Obrázek 10 - Pampeliška lékařská⁵

1.1.8.1 Pěstování

Pampeliška se zasévá na jaře a roste téměř v každé půdě. Přednost však dává vlhké půdě bohaté na humus a vápník^{1,44}. Od dubna před rozkvětem se sbírají listy a kořeny. Jednotlivé listy se odtrhávají, nebo pomocí nožů lze odřezávat od země celé listové růžice. V listech nesmí být přimíchány květní stvolky, ani zbytky kořenů. Kořeny se sklízí z dvouletých rostlin¹¹, vyrývají se rýčem nebo vykopávají motykou. Pampeliška je vždy sklízena i s natí, která se dodatečně odstraní. Síla kořenu je závislá na půdě. Na vlhčích místech lze vykopat silné kořeny, na suchých půdách jsou kořeny slabé. Před sušením je odřezávána nat', dále se odstraní hlína z kořene a zbytek je propírán ve vodě.

Listy pampelišky lze sušit ve vrstvě do 5 cm na stinném a vzdušném místě. Alternativní možností je sušit rostlinu na slunci. Pampeliškové listy usychají pomaleji, protože jsou prostoupeny mléčnicemi, a tak jsou víckrát obráceny. Správně usušené listy nesmí být tmavé, ale měly by si ponechat svoji zelenou barvu. Pampeliškový kořen je sušen umělým teplem do 50 °C. Správně usušený kořen se snadno láme. Na lomu je bílý a uprostřed žlutý⁷.

1.1.8.2 Účinné látky a aplikace

Účinné látky tvoří různé hořčiny, vitaminy, flavonoidy, triterpeny, důležité minerály jako draslík, karotenoidy, aminokyseliny a polysacharidy (např. inulin)⁵.

Je prokázáno, že pampeliška vykazuje protizánětlivé, antibakteriální a protinádorové účinky. Zároveň bylo zjištěno, že polysacharidy z kořenů mohou chránit játra před poškozením⁴⁵. Studie zaměřené na přírodní sloučeniny obsažené v pampelišce prokázaly, že tyto látky mohou vykazovat jak antioxidační, tak antikoagulační účinky a mohou být prospěšné při prevenci a léčbě kardiovaskulárních onemocnění. Široké využití pampelišky v medicíně potvrzuje také studie zaměřená na cukrovku. Ve zmíněné studii byl zkoumán probiotický nápoj ze sušených listů pampelišky s vysokou hladinou kyseliny kávové. Právě kyselina kávová je rovněž podnětem pro účinný způsob prevence, nebo dokonce léčby cukrovky. Kyselina kávová může účinně stimulovat sekreci inzulínu z β -buněk pankreatu⁴⁶, čímž snižuje hladinu glukózy v krvi. Studie zaměřená na extrakt z listů pampelišky prokázala pozitivní vliv na zánět tlustého střeva. Zmíněný extrakt by tak mohl poskytnout alternativní protizánětlivé léky pro chronická onemocnění střev. Přídavek bylinných čajů na základě pampelišky do stravy má potenciál ke snížení rizika vzniku rakoviny. Nedávné studie uvádí, že jak vodné, tak methanolové extrakty pampelišky prokázaly protinádorové aktivity v buňkách⁴⁴.

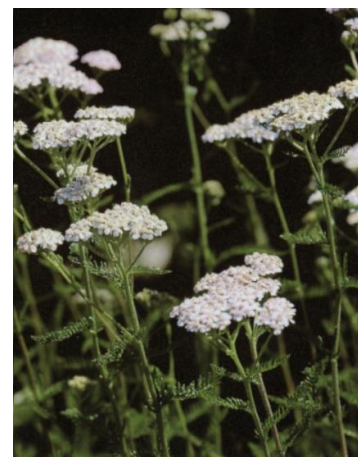
Také v oblasti potravinářství nachází pampeliška široké využití. Například v populárních pokrmech ve Francii a Vietnamu se mladé listy pampelišky konzumují jako saláty, a to samostatně nebo v kombinaci s jinými rostlinami. Příprava takových produktů, jako jsou likéry nebo marmelády, je v Itálii běžnou praxí. Díky svému bohatému obsahu na minerály může čaj z pampelišky napomáhat k prevenci osteoporózy a k posílení zubů. Minerální analýza deseti druhů komerčně dostupného čaje ukazuje, že 3,5 šálku pampelišky poskytuje dobrý zdroj draslíku. V sušené formě jsou listy oblíbenou součástí mnoha dietních nápojů a bylinných piv typických pro Anglii a Kanadu. Pražené kořeny pampelišky lze také vypít jako kávu. Káva z pampelišky je doporučována zejména diabetikům kvůli přítomnosti komplexního sacharidu⁴⁴.

1.1.9 Řebříček obecný



Řebříček obecný, také známý pod latinským jménem *Achillea millefolium* L., má mnoha starých lidových jmen, která dokazují dlouhou tradici jeho používání. Rodové jméno *Achillea* dostal podle řeckého hrdiny Achilla, který se v léčebných účincích řebříčku dobře vyznal. Udává se, že během trojské války Achilles zastavoval krvácení u svých vojáků tak, že na jejich rány přiložil listy řebříčku¹. Druhové jméno *millefolium* se vztahuje ke stavbě listů a znamená tisícilistý. Lidový název „dědkův pepř“ naznačuje, že řebříček kdysi nahrazoval šňupací tabák³.

Obrázek 11 - Řebříček obecný⁵ Rostlina patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) a do rodu řebříček (*Achillea*). Bylina je vytrvalá, aromatická a zhruba 50 až 80 cm vysoká. Listy řebříčku jsou čárkovitě kopinaté, peřenodílné a mají šedo zelenou barvu, jak lze vidět na Obrázku 11. Drobné květní úbory jsou uspořádané do bohatého květenství bílé nebo narůžovělé barvy. Řebříček kvete od června do září⁷. Roste na okrajích cest, loukách, pastvinách a rychle se šíří plazivým oddenkem, viz. Obrázek 12. Rostlina je rozšířená v Evropě, Asii a v Severní Americe⁸.



Obrázek 12 - Řebříček obecný, planý¹¹

1.1.9.1 Pěstování

Bylina je nenáročná na pěstování a dokáže se přizpůsobit skoro každému typu půdy. Nejlépe se řebříčku však daří na středně bohatých půdách a přímém slunci. Řebříček obecný lze pěstovat ze semen nebo z kořenových řízků, zasazených na jaře nebo na podzim. Semena jsou vysévána ve vzdálenosti kolem 30 cm na povrch půdy a udržují se vlhká až do doby, kdy vyklíčí¹.

Používané části rostliny jsou květy a nať. Květ řebříčku je odstříháván nůžkami v době počátečního rozkvětu, nikdy nejsou sbírány zahnědlé nebo odkvétající květy. Moderní studie odhalila, že sběr při fázi kvetení zajistí vysoké množství kvalitního éterického oleje a tím i nejvyšší antioxidační aktivitu⁴⁷. Stopka květů by měla být co nejkratší. Kvetoucí nať lze odřezat pomocí srpu nebo nože v maximální délce 35 cm. Spodní část sbírané natě nesmí být dřevnatá.

Květ je sušen ve vrstvě do 5 cm na dobře větraném a slunném místě. Usušený květ je balen do papírových pytlů. Nať lze sušit svázanou a zavěšenou na vzdušném místě nebo na lískách. Dřevnaté části, zbytky kořenů a nahnědlé květy jsou odstraněny. Dbá se na dokonalé sušení, jelikož nať jinak rychle plesniví⁷.

1.1.9.2 Účinné látky a aplikace

Řebříček obsahuje silici s azulenem, alkaloidy, saponiny, aminokyseliny, kyselinu salicylovou, flavonoidy, kumariny a polysacharidy.

Řebříček obecný patří mezi nejrozšířenější a nejpoužívanější léčivé rostliny na světě. Široké uplatnění nachází řebříček v oblasti léčivých i kosmetických přípravků, ale také v potravinách⁴⁷. Známý je především tím, že vyvolává pocení a snižuje horečku³. Uplatňuje se také jako amarum, jelikož obsahuje přírodní hořké látky, a tak stimuluje sekreci trávicích šťáv a podporuje chuť k jídlu¹¹. Alkaloidy, které se získávají z listů rostliny, mají analgetickou a protizánětlivou aktivitu. Rostlina vykazuje antioxidační, antibakteriální, gastroprotektivní, karminativní, antiseptické a expektorační účinky⁴⁸. Bylina se tak tradičně používá v medicíně vnitřně k léčbě poruch zažívacího traktu, menstruačních nepravidelností, zmírnění menstruačních křečí a bolestí. Zvenčí je alkoholový extrakt řebříčku používán ve formě obkladů a koupelí na léčbu zánětů kůže a sliznic. Kromě toho je známá aplikace čerstvé, popř. sušené byliny nebo čerstvě vymačkané šťávy z řebříčkových listů k zastavení krvácení z rány a podpoře hojení drobných ran a vředů⁴⁹. Extrakt z řebříčku se také hojně používá k léčbě jaterních onemocnění, kardiovaskulárních onemocnění a cukrovky⁴⁷.

V potravinářském průmyslu jsou od potravinářských složek čím dál více očekávány komplexnější vlastnosti, jako je například zpožděné uvolňování, vyšší stabilita, tepelná ochrana nebo vhodný sensorický profil. Používá se proto mikroenkapsulace, což je moderní proces, při kterém jsou malé částice pevných látek, kapalin nebo plynů obalované vhodnou látkou. Je možné například polyfenolické látky nebo antioxidanty z rostlin zapouzdřit a tím obohatit různé potraviny. V případě řebříčku byla provedena studie zaměřující se na čokolády obohacené různými mikroenkapsulovanými perličkami a jejich vlastnosti. Bylo připraveno několik druhů čokolád obohacených hydrogelovými perličkami s řebříčkovým extraktem, lyofilizovanými perličkami, koncentrovaným vodním extraktem řebříčku a lyofilizovaným vodním extraktem. Analýza obsahu polyfenolů prokázala jejich nejvyšší obsah v čokoládě modifikované

lyofilizovanými perličkami a koncentrovaným extraktem řebříčku. Právě čokolády obohacené pomocí lyofilizovaných perliček prokázaly nejvyšší potenciál v oblasti sensorické analýzy. Dobrovolníci při testování právě tyto čokolády označili za nejchutnější, s dobrou úrovní sladkosti a nejvýraznější bylinnou příchutí. Ostatní typy modifikovaných čokolád vykazovaly opačné efekty na sensorické vnímání. Byly označeny za hořké s potlačenou sladkostí a intenzitou⁵⁰.

Nanoemulze nebo mléčné gely jsou používány pro zlepšení stability antioxidačních aktivit a fenolických látek řebříčku po průchodu trávicím traktem. Výzkum prokázal, že mléčné gely řebříčku dokážou fenolické látky a antioxidační aktivity po zažívání udržet lépe než nanoemulze. Tento výzkum naznačuje, že okyselené mléčné gely by mohly být potenciální technikou k vývoji nových mléčných výrobků obohacených o fenolové sloučeniny⁵¹.

1.1.10 Šalvěj lékařská

Šalvěj je od antiky pokládána za symbol věčného života a byla také mnohostranně používána. Na příkaz Karla Velikého ji museli mniši pěstovat v klášterních zahradách. Lidé hleděli na šalvěj jako na univerzální léčivou bylinu a přisuzovali jí léčivou moc. Není divu, že dostala rodové jméno *Salvia*, což pochází z latinského výrazu pro léčení^{5,11}.



Šalvěj lékařskou lze najít pod latinským názvem *Salvia officinalis* L., patří do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*) a do rodu šalvěj (*Salvia*)¹. Šalvěj lékařská je aromatický, vytrvalý polokeř (spodní část je dřevnatělá a horní bylinná), který dorůstá až do výšky 70 cm. Bylina má čtvercovitou lodyhu. Listy jsou cca 5 cm dlouhé, oválné, jemně vroubkované až celokrajné. Barvu mají plstnatou sametově

Obrázek 13 - Šalvěj lékařská⁵

šedozelenou. Dva pyskaté modrofialové květy jsou uspořádané do lichopřeslenů a kvetou v červenci^{1,7}. Šalvěj pochází z oblasti Středomoří a v Čechách je pěstována na zahradách a na kulturních půdách⁵. Obecný vzhled viz. Obrázek 13.

1.1.10.1 Pěstování

Šalvěj preferuje slunná a chráněná místa. Vyžaduje půdy hlinité až písčité se živinami, hlavně vápnem. Bylinu lze rozmnožovat ze semene nebo řízků. Deseticentimetrové řízků se odřežou na podzim a připraví se na výsadbu na jaře. Ve velkém je bylina pěstována z přímých výsevů, v malém ze sazenic. Přímý výsev se provádí buď na začátku září, nebo v březnu až dubnu, a to do řádků vzdálených 50 cm a 1 cm pod povrch půdy. Sazenice se předpěstují v pařeništi koncem března a připravené sazenice se vysazují do sponu 50 × 50 cm. Kultura se udržuje v bezplevelném stavu.

U Šalvěje lze sbírat nať nebo listy. Listy je možné odtrhat rovnou, nebo po sušení strhávat od natě. Nesbírají se květy, a zdřevnatělé části. Rostlinu lze sklízet po celý rok, ale nejvíce aromatická bývá v srpnu³. Sklízí se za sucha, v prvním roce jednou, v dalších letech dvakrát až třikrát. Bylina se suší na stinném a dobře větraném místě ve slabé vrstvě do 5 cm. Při sklizni lze sušit ve velkém v sušárně při teplotě do 30 °C. Správně usušená bylina má světlezelenou barvu⁷.

1.1.10.2 Účinné látky a aplikace

Hlavní účinnou látkou je éterický olej, který se skládá z thujonu, cineolu a kafru. Další látky, které šalvěj obsahuje, jsou třísloviny (kyselina rozmarýnová), hořčiny, flavonoidy, steroidy a glykosidy^{8,11}.

Aromatické a léčivé rostliny se stávají čím dál víc středem vědeckého výzkumu pro použití biologicky aktivních složek v několika oblastech, jako jsou potraviny, aromaterapie, kosmetika a medicína. Šalvěj lékařská je jednou z nejužívanějších bylin a díky svému éterickému oleji má širokou škálu léčivých vlastností. Bylina byla použita při léčbě duševních a nervových poruch. Dále působí jako antidiabetikum, prokazuje protizánětlivé, spasmolytické, antiseptické a adstringentní účinky, což se vyžívá při nadměrném pocení¹¹. Zároveň ji lze přisuzovat antioxidantní, antimikrobiální, protinádorová, antimutagenní a antivirové vlastnosti.

Šalvěj se také používá při přípravě jídla jako koření. Dodá nejen chutné aroma, ale také pomáhá při zažívání. Díky antioxidačním účinkům éterického oleje je šalvěj využívána jako přírodní konzervant v potravinách, kosmetice a farmaceutických výrobcích⁵². V souvislosti s antioxidačními účinky byla prozkoumána i antimikrobiální aktivita jako například vůči

Escherichia coli v mase. Maso a masné výrobky jsou vhodným médiem pro růst mikroorganismů, zejména během doby skladování. Aby byla zajištěna mikrobiologická a chemická bezpečnost snadno se kazících potravin, jsou již roky používána chemicky syntetizovaná konzervační činidla (např. butylovaný hydroxyanisol). Některé z nich však byly prohlášeny za toxické a karcinogenní. Přišlo se k závěru, že nízká koncentrace šalvějového extraktu nebo éterického oleje, může rozmnožování *E.coli* bakterií v mase účinně a bezpečně zabránit, a tím lze prodloužit trvanlivost potraviny v chladárně o 8 dní⁵³.

Šalvěj a její éterický olej je také aktivně zkoumána v oblasti svých antioxidačních, protizánětlivých a antivirových aktivit. V jedné ze studií byl kladen důraz na vir ptačí chřipky H5N1 a jeho reakci na éterický olej ze šalvěje. Studie prokázala, že lze použít éterický olej šalvěje jako účinnou přírodní látku proti virovému onemocnění a dalším zánětům⁵⁴.

1.2 Bylinné nálevy

Bylinné nálevy jsou nejčastěji připravovány ze sušených částí rostlin, mohou však být také připraveny z čerstvých bylin. Na bylinný nápoj jsou používány například kořeny, listy, nať, květy, kůra, plod nebo semena. Tyto části rostlin jsou nejčastěji extrahované v horké, nebo vroucí vodě. Výsledný extrakt je konzumován ve formě čaje. Čaj se po vodě postupně stal nejrozšířenějším nápojem na světě. Více než dvě třetiny světové populace konzumují bylinné nálevy. V lidských kulturách byly po celém světě nalezeny různé druhy rostlin, které jsou konzumovány jako čaj⁵⁵.

Spotřeba bylinných nálevů je ovlivněna mnoha faktory. Existuje obecná shoda, že pití bylinných nálevů může prospívat zdraví, protože tyto nápoje jsou bohaté na přírodní látky, jako jsou například antioxidanty. Spotřebitelé oceňují tyto nápoje pro jejich širokou škálu přírodních látek a osvěžující chuť. V některých zemích je příprava a pití těchto nápojů hluboce zakořeněná v kultuře. Bylinné nálevy jsou také součástí kuchyně středomořských národů a posilují jejich obecnou sociální a rekreační hodnotu. V mnoha zemích jsou bylinné nápoje součástí gastronomie, konzumují se studené v létě a horké v zimě. Některé z rostlin používaných na výrobu čajů, zejména aromatické byliny, jsou také používány k obohacení a ochucení místních pokrmů, jako jsou polévky, masné pokrmy, saláty nebo sladkosti.

Podmínky postupů a příprav, jako je doba extrakce, teplota a světlo, ovlivňují sensorické vlastnosti čajů a bylinných nálevů⁵⁶.

1.3 Extrakce

Extrakce je separační metoda, která je založena na selektivním přechodu složek. Separace probíhá v soustavě mezi dvěma vzájemně nemísitelnými (respektive omezeně mísitelnými) fázemi, které mohou být v různých skupenstvích. Složky nebo látky, které jsou separovány, se rozdělují mezi tyto fáze na základě různé rozpustnosti v použitých rozpouštědlech. Cílem extrakce je selektivní oddělení látek od ostatních složek^{57,58}.

Extrakci lze provádět při teplotě kolem 25 °C, pro teplotně stabilní látky při zvýšené teplotě nebo při teplotě varu rozpouštědla. Jako extrakční činidla slouží například voda, roztoky anorganických kyselin či solí, organická rozpouštědla (polární-ethanol a nepolární-dichlormethan)⁵⁹ a oxid uhličitý v nadkritickém stavu⁶⁰.

Extrakční soustavy lze rozdělit podle skupenství stýkajících se fází, a to na extrakce plynem (plyn-kapalina), extrakce kapalinou (kapalina-kapalina), extrakce pevnou fází (tuhá fáze-kapalina), extrakce nadkritickou tekutinou a Soxhletova extrakce, což je extrakce tuhých látek kapalinou. V potravinářství se jedná nejčastěji o extrakci typu kapalina-tuhá fáze, protože potravinářský materiál je typicky považován za pevnou fázi. Proces, kde se voda využívá jako extrakční činidlo, je často nazýván vyluhování^{58,60}.

1.3.1 Nernstův rozdělovací zákon

Při extrakci látek je typicky využíván tříložkový systém. Vzájemná omezená mísitelnost kapalin je velmi důležitým faktorem, který ovlivňuje řadu technologických postupů průmyslových výrob. Mísitelnost ovlivňuje homogenitu reakčních směsí, a tím schopnost oddělení produktů od ostatních látek. Extrakce představuje velmi komplikovaný proces, nicméně pro přibližnou představu a první přiblížení bylo přistoupeno ke zjednodušenému popisu. Zjednodušení spočívá v následující představě: rozdělovaná složka (C) je separována mezi dvě dokonale nemísitelné fáze (A) a (B)⁶¹. Rozdělení látky mezi dvě heterogenní fáze se řídí Gibbsovým zákonem fází:

$$f + v = s + 2 \quad (1)$$

kde f představuje počet fází, v počet stupňů volnosti a s počet složek. Při extrakci se jedná o soustavu dvou fází, mezi kterými dochází k dělení jedné složky. Po dosazení do rovnice (1) je získán následující vztah:

$$2 + \nu = 1 + 2 \quad (2)$$

$$\nu = 1 \quad (3)$$

Systém má jeden stupeň volnosti, což znamená, že při konstantní teplotě a tlaku je koncentrace složky v jedné fázi určena a v druhé fázi již daná. Rozdělovací rovnováha je popsána Nernstovým rozdělovacím zákonem:

$$K = \frac{a_C^{(A)}}{a_C^{(B)}} \cong \frac{c_C^{(A)}}{c_C^{(B)}} \quad (4)$$

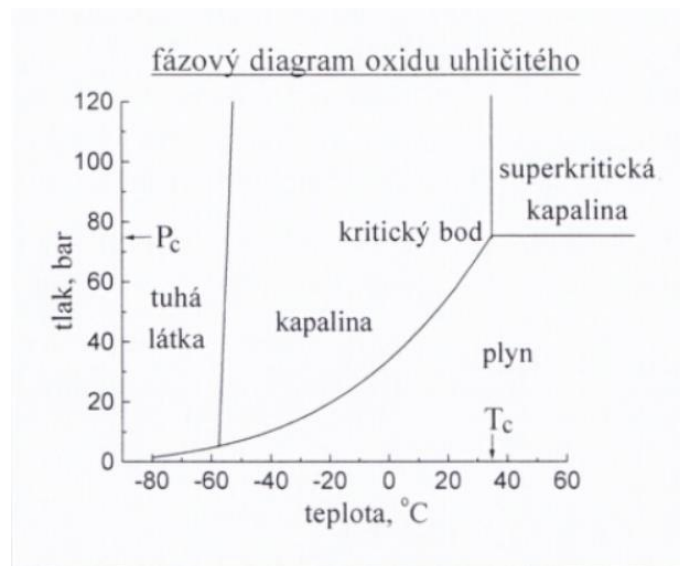
Kde K je rozdělovací koeficient, a jsou aktivity látky C v jednotlivých kapalinách (A , B), což se zhruba rovná koncentraci c látky C v jednotlivých kapalinách. Tento výraz je závislý pouze na teplotě. Nernstův rozdělovací koeficient je základní veličinou při popisech extrakčních procesů v systémech s dokonale nemísitelnými složkami^{58,61}.

1.3.2 Extrakce v systému kapalina-kapalina

Extrakce v systému kapalina-kapalina (nebo také liquid-liquid extraction, LLE) je jednou z nejpoužívanějších a nejjednodušších metod extrakce⁶². Jedná se o extrakci, která je založena na rozdělovací rovnováze v soustavě dvou nemísitelných kapalin. Látka, která má být separována přechází z větší části do rozpouštědla, ve kterém je lépe rozpustná^{58,59}. Nejčastějším případem je extrakce z vodného roztoku do organického rozpouštědla^{57,63}. Extrakce je prováděna buď manuálně, a to protřepáváním obou kapalin v dělicích nálevkách, nebo v extraktorech. Tato metoda je vhodná pro stanovení netěkavých organických látek, jako například tenzidů, pesticidů a pro stanovení těžkých kovů^{57,63}. Látky iontové povahy, jako jsou kovy, dávají přednost vodné, polární fázi. Při extrakci z vodné do organické fáze je proto nutné ionty kovů převézt reakcí s chelatačním činidlem (např. hydroxychinolin, dimethylglyoxim pro Ni^{2+}) do formy chelátu bez náboje⁶³.

1.3.3 Extrakce tekutinou v nadkritickém stavu

Extrakce tekutinou v nadkritickém stavu (také jako supercritical fluid extraction, SFE) představuje moderní a vysoce účinnou metodu, hlavně pro organické látky. Extrakčním činidlem je látka při teplotě a tlaku nad kritickým bodem. Nejčastěji se používá oxid uhličitý, což u CO_2 představuje teplotu nad 31 °C a při tlaku $7,38\text{ MPa}$ ⁶⁰, viz. Obrázek 14.



Obrázek 14 - Fázový diagram CO₂⁵⁸

Tento nadkritický, nebo superkritický stav je dosažen překonáním kritických hodnot teploty a tlaku. V superkritickém stavu mizí rozdíl mezi kapalnou a plynnou fází. To znamená, že plyn nelze zkapalnit zvýšením tlaku a kapalinu nelze odpařit zvýšením teploty. Výsledná nadkritická tekutina může mít některé vlastnosti typické kapalině a některé typické pro plyny. Tekutina je charakterizována nízkou viskozitou, vysokými rozpouštěcími schopnostmi a vysokými difúzními koeficienty, což poskytuje ideální podmínky pro rychlé extrakce⁵⁸. Regulací tlaku a teploty lze měnit míru extrakce a hustotu nadkritické kapaliny. Extrakční vlastnosti superkritických tekutin lze také upravovat přidávkou dalších látek. Při extrakci polárních látek pomocí CO₂, který je nepolární, se přidává k nadkritické tekutině polární rozpouštědlo (např. methanol, voda). Po skončení extrakce lze superkritický CO₂ od hotového extraktu snadno odpařit^{59,60,63}.

Výhody extrakci nadkritickou tekutinou CO₂:

- Kritický bod u CO₂ je snadno dosažitelný
- Změnou teploty a tlaku lze měnit rozpouštěcí sílu CO₂ a tím řídit selektivitu extrakci
- Plyn je netoxický, bezpečný a levný
- CO₂ lze velmi snadno odpařit
- Nadkritický CO₂ je velmi málo viskózní, a proto rychle proniká do vzorku

V potravinářství, a to hlavně při výrobě nápojů byla extrakce nadkritickou tekutinou použita poprvé. Klasické příklady, kde se používá extrakce s nadkritickou tekutinou je extrakce kofeinu z kávy, čímž se získá bezkofeinová káva nebo při výrobě chmelových extraktů¹⁹, při výrobě extraktů z různých koření, ale také při odstraňování cholesterolu z vaječných žloutků⁶⁰.

1.3.4 Extrakce tuhých látek kapalinou (Soxhletova extrakce)

Soxhletova extrakce představuje kontinuální proces extrahování tuhé látky kapalinou. Tuhá fáze neboli vzorek, je umístěna do patrony, která je z papíru pro jednorázové použití, nebo z keramiky pro více použití. Baňka je doplněna vhodným rozpouštědlem, ve kterém se dobře rozpouští složka, která má být oddělena. Následně je baňka zahřívána k varu rozpouštědla a jeho páry stoupají postranní trubicí kolem střední části extraktoru do chladiče, kde kondenzují. Rozpouštědlo kape na vzorek v patroně, kde se tato část extraktoru postupně plní zkondenzovaným rozpouštědlem a zároveň se plní i v přepadové trubicí (přepadový sifon). Pokud hladina stoupne k nejvyšší části přepadové trubice, přeteče roztok do baňky. Baňka nyní obsahuje rozpouštědlo obohacené o rozpuštěnou látku. Těkávé rozpouštědlo je poté opět přivedeno k varu a následně kondenzuje (destilace). Tento proces je mnohokrát opakován,

dokud požadovaná látka není vyextrahována v dostatečném množství. Výhodou této metody je, že extrakce probíhá vždy s čistým rozpouštědlem a v baňce se hromadí netěkavé složky, které byly vyextrahovány ze vzorku. Na konci extrakce se rozpouštědlo vydestiluje a je získána pouze žádaná složka, popř. složky. Obecné schéma Soxhletova extraktoru lze vidět na Obrázku 15. Hlavní využití Soxhletova extraktoru je při izolaci tuků z potravinářských výrobků a při izolaci éterických olejů z květů rostlin⁵⁸.



Obrázek 15 - Soxhletův extraktor⁵⁸

1.4 Barevnost

Barva je jednou z důležitých organoleptických vlastností čaje a celkově velmi důležitý ukazatel na kvalitu potravin. Znalosti o barevných parametrech bylinných čajů jsou však omezené⁶⁴. Barevná analýza je spojena s antioxidační aktivitou, což je rychlý údaj pro kontrolu podmínek skladování. Antioxidační kapacita rostlin se po sklizni, v závislosti na technologickém zpracování a podmínkách skladování, však může změnit. Z těchto důvodů je změna barvy velmi důležitým a zjevným znamením jak v průběhu technologického procesu, tak při skladování⁶⁵.

Kolorimetrie je analytická metoda používaná k měření barevnosti. Koloristika jako vědní obor se věnuje teorii barevnosti látek, popisuje různé barvy, rozděluje jednotlivé typy barviva, dělí elektromagnetického záření a stanovuje podmínky osvětlování. Barva je definována jako vjem, kde výsledný barevný efekt je zprostředkováván lidským okem, které pozoruje objekt, na který dopadá světelné záření⁶⁶. Každý vnímá barvu odlišně, protože každé lidské oko má jinou citlivost. Z toho vyplývá, že vnímání barvy se u každého člověka liší. Při určování barevnosti látek je také rozhodující typ osvětlení a teplota. Aby bylo možné pozorování barevnosti sjednotit, používá se při hodnocení standardní osvětlení a měřicí přístroje, které jsou normované a vyhodnocují měřená data dle platných výpočetních vztahů⁶⁷.

1.4.1 Barevný systém

Barvy absorbují viditelné elektromagnetické záření, nebo také světlo, ve vlnovém rozsahu 380–780 nm⁶⁸. Bílé denní světlo obsahuje záření ve viditelné oblasti s vlnovými délkami v celém uvedeném rozsahu. Toto záření lze pomocí skleněného hranolu rozložit na jednotlivé barevné složky od fialové po červené, jak je vidět na Tabulce 1.

Tabulka 1 - Barevné spektrum bílého světla⁶⁶

| λ (nm) | Barva |
|----------------|----------|
| 380-440 | fialová |
| 440-500 | modrá |
| 500-560 | zelená |
| 560-590 | žlutá |
| 590-620 | oranžová |
| 620-780 | červená |

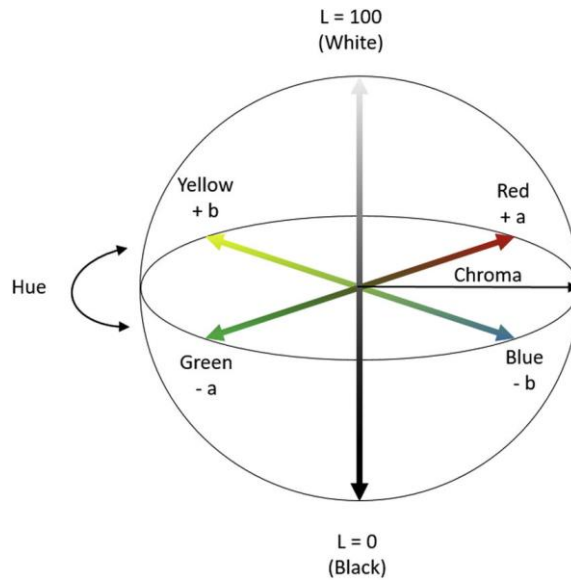
Barva předmětu je dána vlnovou délkou záření, které předmět odrazí. Jako příklad lze uvést situaci, když bílé světlo dopadne na červený předmět. Všechny složky bílého světla jsou tímto předmětem absorbovány, kromě červené. To znamená, že tento předmět odráží záření v červené části spektra. Základní barvy představují červená, zelená a modrá. Smícháním dvou základních barev lze získat barvu doplňkovou (komplementární – žlutá, purpurová a azurová) a kombinací různých úrovní těchto základních barev lze získat tisíce jemnější barevných odstínů^{66,68}. Z důvodu složitosti popisu barevnosti je nutný takový systém, který by byl nezávislý na individuálním hodnocením a který by byl srovnatelný na různých pracovištích a v různých laboratořích. Je proto důležité použití měřicích přístrojů, které jsou normovány a specificky nastaveny a popisují barevnost v číslech. Nejrozšířenějším a nepoužívanějším systémem k hodnocení barevnosti je trichromatický systém CIE (Comission International de l'Eclairage – mezinárodní komise pro osvětlování), kde se každá hodnota popisuje třemi hodnotami (trichromatickými složkami) X, Y, Z. Tento systém však vykazoval několik nevýhod, a tak byl rozšířen na systém CIE L^* , a^* , b^* (1976). Naměřené složky X, Y, Z jsou převáděny na souřadnice L^* , a^* , b^* , podle následujících vztahů (5), (6) a (7):

$$L^* = 116 \cdot \left(100 \cdot \frac{Y}{Y_0}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (5)$$

$$a^* = 500 \cdot \left[\left(\frac{X}{X_0}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{\frac{1}{3}}\right] \quad (6)$$

$$b^* = 200 \cdot \left[\left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_0}\right)^{\frac{1}{3}}\right] \quad (7)$$

Kde X_0, Y_0, Z_0 představují trichromatické složky normovaného zdroje světla. L^* definuje jas, kde hodnota 100 je bílá a hodnota 0 odpovídá černé. Dále a^* udává polohu mezi barvami červené a zelené, b^* mezi žlutou a modrou viz. Obrázek 16.



Obrázek 16 - Prostorový model Lab⁶⁹

Na Obrázku 16 je také vidět, že se jedná o prostory lineární, což znamená, že vzdálenost dvou bodů odpovídá jejich celkové barevné odchylce ΔE_{CIE^*} . Tuto celkovou barevnou diferencí mezi dvěma barvami lze vypočítat podle rovnice^{66,68}:

$$\Delta E_{CIE^*} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Kde číselné hodnoty, $0 \leq \Delta E_{CIE^*} \leq 0,5$ vyjadřují nepostřehnutelnou barevnou diferencí, $0,5 \leq \Delta E_{CIE^*} \leq 1,5$ sotva postřehnutelnou barevnou diferencí, $1,5 \leq \Delta E_{CIE^*} \leq 3$ postřehnutelnou barevnou diferencí a $\Delta E_{CIE^*} > 3$ velkou barevnou diferencí⁶⁶.

Úhel h° na osách chromatičnosti (a^* a b^*) představuje odstín, také hue v anglické terminologii, jednotlivých barev a lze jej vypočítat dle rovnice (9). Sytost barvy, na Obrázku 16 označované jako Chroma C^* , je znázorněna vzdáleností od středové osy⁶⁹ a vypočítává se podle vztahů⁶⁶ (10):

$$h^\circ = \text{arc tg } \frac{b^*}{a^*} \quad (9)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

1.4.2 Měření barevnosti

Existují dvě hlavní metody, kterými lze získat číselné údaje při měření barevnosti, a to kolorimetricky a spektrofotometricky. Kolorimetrická metoda je založena na měření za pomoci tří senzorů, které detekují odražené světlo od vzorku. Mikropočítač změří přímo trichromatické složky X, Y, Z, ze kterých vypočítá souřadnice L^* , a^* , b^* a celkovou barevnou diferencii ΔE_{CIE^*} . Nevýhoda je, že kolorimetry neumožňují komplexní analýzu barevnosti.

Druhá metoda využívá spektrofotometry. Při této metodě jsou využívány vícenásobné senzory k měření spektrální remise (odrazivosti) vzorku v celé oblasti viditelného světla. Spektrofotometr poskytuje velmi přesná měření a je vhodný pro komplexnější analýzu barvy⁶⁶. Právě spektrofotometrická metoda je jedna z nejvyužívanějších v oblasti analýzy potravin. Využití nalézá jak v analýze potravin⁷⁰, tak nápojů⁷¹.

2 Experimentální část

2.1 Použité byliny

| | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Bez černý | květ | Lbros s.r.o, ČR |
| Heřmánek pravý | květ | Lbros s.r.o, ČR |
| Chmel otáčivý | šištice | Lbros s.r.o, ČR |
| Kopřiva dvoudomá | nať s listy | Lbros s.r.o, ČR |
| Máta peprná | nať | Lbros s.r.o, ČR |
| Meduňka lékařská | nať | Lbros s.r.o, ČR |
| Měsíček lékařský | květ s kalichem | Lbros s.r.o, ČR |
| Pampeliška lékařská | kořen | Lbros s.r.o, ČR |
| Řebříček obecný | nať | Lbros s.r.o, ČR |
| Šalvěj lékařská | nať | Lbros s.r.o, ČR |

2.2 Použité zařízení

| | |
|------------------------------------|---|
| Laboratorní předvážka Kern 440–33 | Kern & Sohn GmbH, SRN |
| Laboratorní předvážka Kern 440–33N | Kern & Sohn GmbH, SRN |
| Spektrofotometr UltraScan VIS | Hunter Associates Laboratory, Inc., USA |
| Obvyklé laboratorní vybavení | |

2.3 Příprava bylinných nálevů

Pro přípravu bylinných nálevů byly naváženy 2 g sušených částí bylin na předvážkách do 400 ml kádinek. Pro každou bylinu byly takto naváženy 3 vzorky. Následně byla ve varné konvici zahřívána voda a po dosažení teploty varu bylo odměřeno 250 ml v odměrném válci a tento objem byl přelit do kádinky se vzorky. Extrakce bylin trvala 15 minut a po uplynutí dané doby byly byliny odstraněny filtrací pomocí jemného síta. Takto byly nachystané základní nálevy, jejichž jedna část byla ihned připravena k analýze barevnosti. Druhá část byla následně odměřena do skleněných lahviček o objemu 40 ml. Pro každý vzorek byly použity dvě lahvičky, kde jedna byla doplněna po celý objem a druhá na 25 ml. Vzorky doplněné na 40 ml představují nálev skladovaný bez přístupu vzduch, zatímco lahvičky s 25 ml vzorku obsahovaly navíc vzduch o objemu cca 19 cm³. Naplněné a uzavřené lahvičky byly přendány na stinné místo. Po vychladnutí byly přeneseny do chladničky. Vzorky v lahvičkách byly ponechány 6 dní v chladničce. Tento postup byl opakován pro všechny byliny.

2.4 Měření barevnosti

Měření barevnosti bylo provedeno na přístroji UltraScan VIS. Přístroj byl nejprve správně nastaven a standardizován. Standardizace byla provedena pomocí černé a bílé kachličky, které byly k přístroji podle návodu přiloženy. V posledním kroku standardizaci byla kyveta naplněna destilovanou vodou. Byla měřena celková transmitance za použití kyvety o optické dráze 10 mm. Podmínky měření byly: zdroj světla D65, barevný systém CIE $L^*a^*b^*$, 25 ml kyveta a rozsah vlnových délek 360–780 nm. Po standardizaci byl do kyvety naplněn vzorek až po okraj a bylo spuštěno měření. Takto byly analyzovány všechny tři nálevy pro každou bylinu. Výsledky jsou pro každou bylinu zpracovány ve formě aritmetického průměru a standardní odchylky.

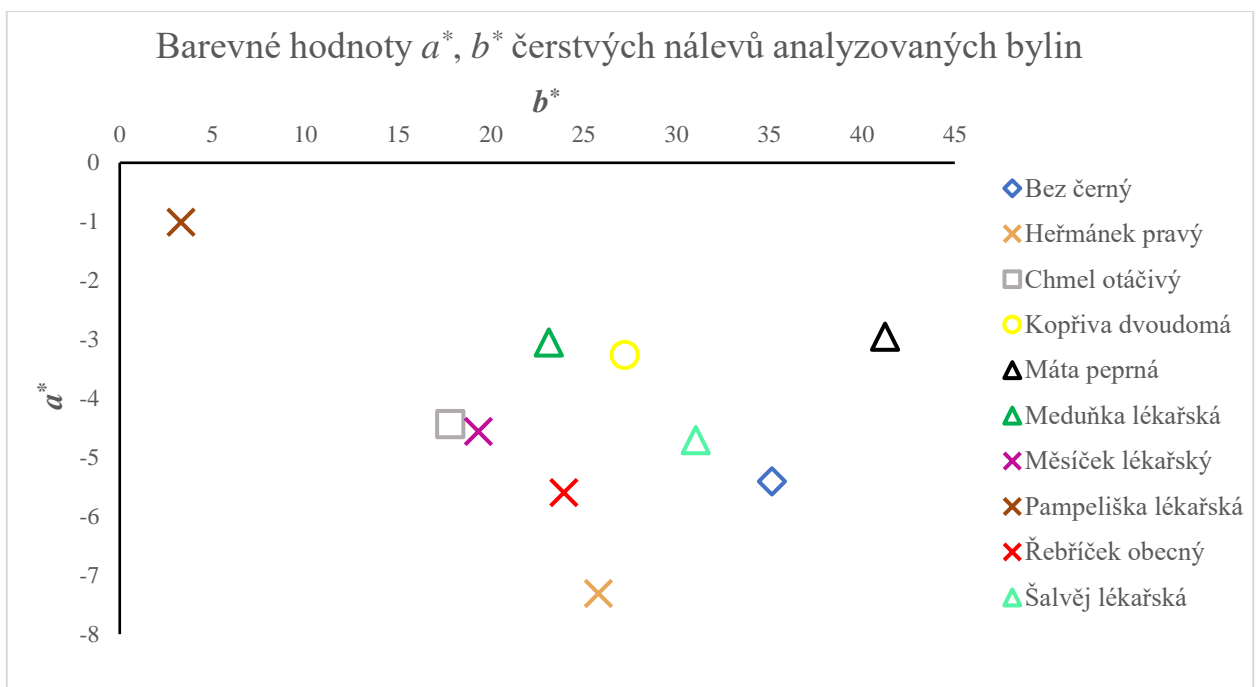
2.5 Statistická analýza

Jednotlivé parametry barevnosti pro každou bylinu byly porovnány pomocí studentova t-testu v programu MS Excel na hladině významnosti ($p < 0,05$). Výsledky tohoto testu jsou vyjádřeny pomocí indexů **A**, **B**. Čerstvé nálevy byly považovány za standard a byl jim přidělen index **A**. Nálevy skladované byly statisticky porovnány s tímto standardem, ale ne mezi sebou.

V případě, kdy výsledek t-testu při porovnání nálevů určil p-hodnotu menší než 0,05, byl daný vzorek považován za odlišný a byl mu přiřazen index **B**, v opačném případě index **A**.

3 Výsledky a diskuze

Výsledky měření barevnosti bylinných nálevů byly zpracovány a průměry barevných souřadnic L^* a^* b^* se směrodatnou odchylkou jsou přiloženy níže u jednotlivých bylin. Pro tato data byla provedena statistická analýza (studentův t–test). Níže uvedený Graf 1 zobrazuje barevné složky a^* a b^* pro čerstvé nálevy všech analyzovaných bylin. Vektor barevnosti a^* se u většiny nálevů pohyboval v rozmezí od -2,95 do -7,31 (zelená barva), vektor b^* v intervalu od 17,82 do 41,23 (málo až více žluté). Výjimku představoval nálev pampelišky lékařské ($a^* = -1,01$; $b^* = 3,30$), který byl nejméně zelený a nejméně žlutý.



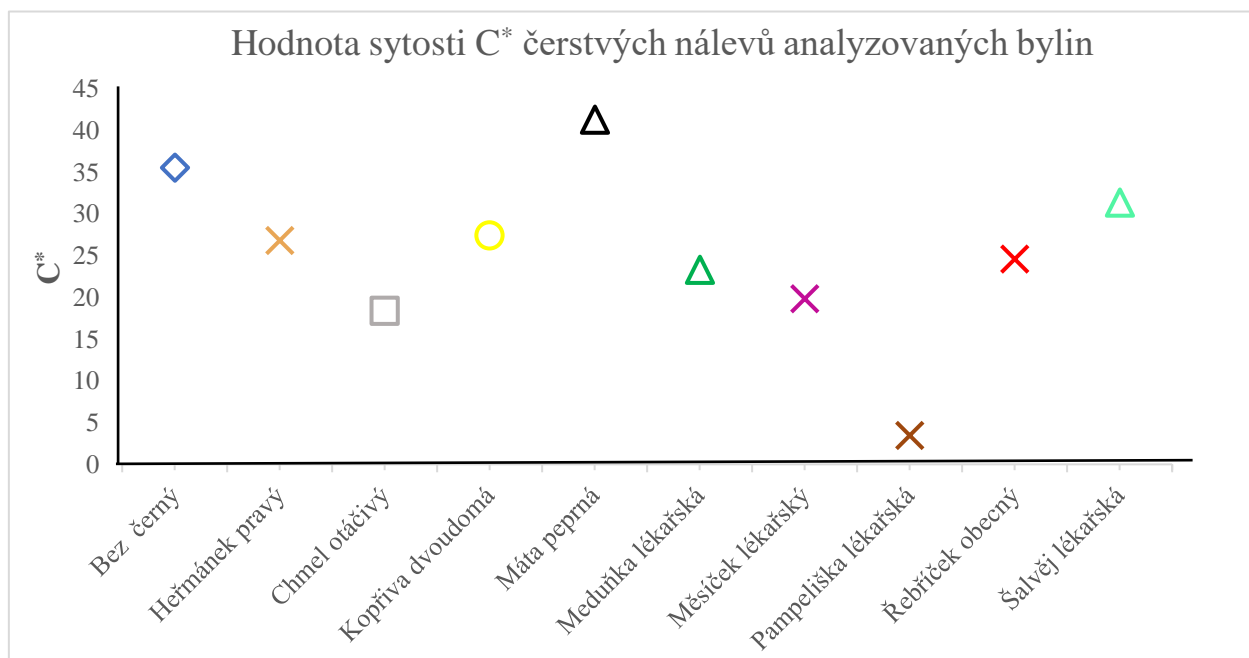
Graf 1 - Barevné složky a^* a b^* čerstvých nálevů všech deseti bylin; × = hvězdnicovité, △ = hluchavkovité

Většina nálevů se pohybovala ve světlejší oblasti složky L^* , jak je možné vidět z Grafu 2. Nejnížší hodnoty jasu se nacházely okolo 89,29 pro mátu peprnou a nejvyšší hodnoty, kromě pampelišky lékařské, dosahovaly 97,06. Pampeliška lékařská byla opět výjimkou s hodnotou jasu 99,31.



Graf 2 – Složka jasu L^* čerstvých nálevů všech deseti bylin; × = hvězdnicovité, Δ = hluchavkovité

Zjištěné hodnoty celkové sytosti čerstvých nálevů C^* jsou zobrazeny v Grafu 3 a pohybují se v rozmezí 18,37 až 41,34. Většina nálevů patří do této oblasti s výjimkou pampelišky lékařské, která vykazovala hodnotu 3,45, což odpovídá jejím nízkým hodnotám a^* a b^* .



Graf 3 – Celková sytost C^* čerstvých nálevů všech deseti bylin; × = hvězdnicovité, Δ = hluchavkovité

Při analýze odstínu byly patrné podobnosti mezi jednotlivými skupinami rostlin viz. Graf 4. Všechny byliny bez výjimky se nacházely v rozsahu odstínů 94,11° až 106,91°, což odpovídá odstínům olive až grass green.



Graf 4 – Odstín h° čerstvých nálevů všech deseti bylin; \times = hvězdicovité, Δ = hluchavkovité

Obecně lze říci, že se v bylinných extraktech nachází velké množství sloučenin, které ovlivňují jak jejich antioxidační vlastnosti, tak i vlastnosti barevné. Je velmi nepravděpodobné, že jedna jediná sloučenina je zodpovědná za veškeré barevné změny ve vzorku a spíše je usuzováno na vliv celé skupiny látek. Jako příklad skupiny látek, která je v mnoha studiích uváděna jako důvod různých barevných změn je možné uvést polyfenolické látky⁷².

3.1 Hvězdicovité rostliny

Pro lepší orientaci v textu byly výsledky měření rozděleny podle zastoupení bylin v čeledích. Skupiny zahrnují příbuzné rostliny s podobnými vlastnostmi jako jsou například stavba květu, typ plodů, postavení listů na stonku, ale také obsah některých látek. Z vybraných bylin do čeledi hvězdicovitých patří čtyři rostliny: heřmánek pravý, měsíček lékařský, pampeliška lékařská a řebříček obecný. Celkově je možné vidět, že všechny hvězdicovité rostliny vykazovaly nejvyšší hodnoty jasu L^* čerstvých nálevů a svými barevnými hodnotami a^* a b^* se nacházely převážně v zelené ($-a^*$) a žluté ($+b^*$) oblasti, viz. Graf 1 a 2.

3.1.1 Heřmánek pravý

Nálevy připravené z heřmánkového květu je spolu s použitými květy možné vidět na Obrázku 17. Lahvičky s nálevy jsou v párech 40 a 25 ml, a to před skladováním a po skladování.



Obrázek 17 - zleva doprava: heřmánek pravý květ sušený cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm³

Dle individuálního pozorování lze usoudit na mírnou změnu v tmavosti pro lahvičku s 25 ml. Ostatní rozdíly byly na první pohled velmi nepatrné.

Detailní změny, které nebyly na první pohled vidět vlastním pozorováním, jsou ale patrné z kolorimetrického měření. U vzorku heřmánku se hodnota L^* během skladování lehce snížila jak v lahvičce, která byla naplněna až po okraj, tak v lahvičce poloprázdné. Z tohoto vyplývá, že vzorek ztmavnul. Barevné hodnoty a^* a b^* se výrazně změnily, jak je možné vidět z Tabulky 2. Hodnoty barevné složky a^* vzorků po skladování vzrostly a tím vykazovaly méně zelené složky, zatímco hodnoty složky b^* poklesly. Také uvedené číslo ΔE potvrzuje, že během skladování došlo k výrazné barevné změně, která vysoko přesahuje hranici velké barevné difference ($\Delta E > 3,0$). Hodnota ΔE při porovnání skladovaných vzorků ukazuje, že nebyl prokázán vliv vzduchu na celkovou změnu barevnosti. Nálev heřmánku patří mezi jedny ze sytějších, jak je opět patrné z Tabulky 2. Samotná sytost C^* se během skladování také snižuje bez ohledu na typ skladování, což opět potvrzuje zanedbatelný vliv druhu testovaného skladování. Parametr h° je používán k označení barev pomocí úhlových rozměrů. Pro nálevy heřmánku h° během skladování klesá z hodnot $105,82 \pm 0,20$ na $103,26 \pm 0,30$ a $101,62 \pm 0,21$ pro zaplněnou lahvičku a poloprázdnou. Pokles v hodnotách odstínu je možné vysvětlit vyšším

obsahem fenolických látek⁷³. Ačkoliv se dané hodnoty liší, změna je malá a všechny vzorky spadají pod zhruba stejný odstín. Podle modelu HSV (Hue = odstín nebo barevný ton, Saturation = sytost, Value = hodnota jasu, která se mění podle sytost barvy) má každý odstín svůj název, kde 105° odpovídá odstínu grass green⁷⁴.

Tabulka 2 - Hodnoty barevnosti pro heřmánek pravý uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Heřmánek pravý | | |
|----------------|------------------|--------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 97,06±0,02 |
| | 40 ml | ^B 96,23±0,10 |
| | 25 ml | ^B 95,63±0,36 |
| a^* | Čerstvé | ^A -7,31±0,30 |
| | 40 ml | ^B -4,73±0,28 |
| | 25 ml | ^B -4,04±0,28 |
| b^* | Čerstvé | ^A 25,80±0,76 |
| | 40 ml | ^B 20,07±0,76 |
| | 25 ml | ^B 19,65±1,03 |
| C^* | Čerstvé | ^A 26,82±0,81 |
| | 40 ml | ^B 20,62±0,81 |
| | 25 ml | ^B 20,06±1,07 |
| h° | Čerstvé | ^A 105,82±0,20 |
| | 40 ml | ^B 103,26±0,30 |
| | 25 ml | ^B 101,62±0,21 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 6,34±0,30 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 7,12±0,31 |
| | 40 ml vs 25 ml | 1,06±0,07 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou (19,0 cm³); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.1.2 Měsíček lékařský

Nálevy měsíčku lékařského byly připraveny obdobně jako tomu bylo u heřmánku, a to navážením cca 2 g květu. Na Obrázku 18 je možné vidět květy, které byly použity a připravené nálevy, kde druhý obrázek znázorňuje vzorky před skladováním a třetí po skladování.



Obrázek 18 – zleva doprava: měsíček lékařský květ sušený cca 2 g, skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním, 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup

Na první pohled je možné vidět drobnou změnu barevnosti mezi čerstvými nálevy a nálevy skladovanými. Nicméně analýzou barevných souřadnic lze určit, že změna byla minimální. V případě hodnoty jasu L^* nedošlo u měsíčku k prakticky žádné změně, hodnoty se pohybují okolo 96,50, viz. Tabulka 3. Čerstvě připravený nálev byl více zelený a více žlutý ve srovnání se skladovanými vzorky ($p < 0,05$). V celkovém porovnání se dá říct, že ΔE je při srovnání čerstvého nálevu a skladovaného nálevu se 40 ml nejvyšší a odpovídá sotva postřehnutelné hranici. U skladovaného nálevu za přístupu vzduchu naopak nedošlo k téměř žádné barevné změně. Ani sytost a odstín se výrazně nezměnily. Měsíček je odstínově heřmánku velice podobný díky hodnotě h° , která se pohybuje zhruba okolo $102,5^\circ$. Z toho důvodu dostává stejný název, grass green⁷⁴.

Tabulka 3 - Hodnoty barevnosti pro měsíček lékařský uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Měsíček lékařský | | |
|------------------|------------------|-------------------|
| L^* | Čerstvé | $^A96,62\pm0,18$ |
| | 40 ml | $^A96,48\pm0,20$ |
| | 25 ml | $^A96,26\pm0,15$ |
| a^* | Čerstvé | $^A-4,56\pm0,19$ |
| | 40 ml | $^B-3,85\pm0,12$ |
| | 25 ml | $^B-4,11\pm0,14$ |
| b^* | Čerstvé | $^A19,32\pm0,10$ |
| | 40 ml | $^B17,82\pm0,31$ |
| | 25 ml | $^B18,76\pm0,22$ |
| C^* | Čerstvé | $^A19,85\pm0,08$ |
| | 40 ml | $^B18,23\pm0,28$ |
| | 25 ml | $^B19,21\pm0,18$ |
| h° | Čerstvé | $^A103,27\pm0,58$ |
| | 40 ml | $^A102,18\pm0,54$ |
| | 25 ml | $^A102,37\pm0,55$ |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | $1,67\pm0,24$ |
| | Čerstvé vs 25 ml | $0,80\pm0,14$ |
| | 40 ml vs 25 ml | $1,16\pm0,08$ |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou ($19,0 \text{ cm}^3$); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.1.3 Pampeliška lékařská

Nálevy pampelišky lékařské vykazují velmi světlou barvu, jak je možné vidět z Obrázku 19 a uvedené Tabulky 4.



Obrázek 19 – zleva doprava: pampeliška lékařská kořen sušený cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; po skladování 40 ml a 25 ml; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu- 19 cm^3

Sytost barvy a barevné složky a^* a b^* jsou velice nízké, zatímco složka jasu L^* je velmi vysoká. Změna celkové barevné difference ΔE je ve všech případech velmi malá, jak lze vidět v Tabulce 4. Hodnoty barevných složek byly podobné pro všechny vzorky bez ohledu na čerstvost nebo typ skladování ($p > 0,05$), ale složka jasu L^* byla odlišná. Rozdíl je velmi malý, až zanedbatelný a dá se tedy říci, že vliv skladování byl minimální. Čerstvý nálev vykazoval hodnoty h° kolem $106,91^\circ$, zatímco u skladovaných nálevů tato hodnota stoupla a vykazovala cca 110° . Odstínově lze pampelišku zařadit do skupiny grass green až green⁷⁴, nicméně nízké hodnoty barevných složek mohou tento údaj zkreslit.

Nevýrazné hodnoty barevných souřadnic lze vyvodit z nesprávné metody přípravy nálevu. Při přípravě nálevů pampelišky lékařské byl zvolen stejný postup jak u ostatních bylin, což pro sušený kořen nemusí být dostačující, protože nedochází k dokonalé extrakci látek. Aby mohlo dojít k lepší extrakci, měl by být kořen nejdříve rozdrcen, popř. nakrájen na jemnější částice. Existují ještě dva alternativní postupy přípravy, které jsou uvedeny na obalu výrobcem Lbros s.r.o. První způsob je vaření jedné čajové lžičky kořene ve 100 ml vody po dobu 5 až 10 minut a při druhé variantě jsou dvě lžičky pampeliškového kořene zality 250 ml studené vody a louhovány přes noc. Další den je kořen vařen k bodu varu a preceděn.

Tabulka 4 - Hodnoty barevnosti pro pampelišku lékařskou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Pampeliška lékařská | | |
|---------------------|------------------|---------------------|
| L^* | Čerstvé | $^A99,31 \pm 0,07$ |
| | 40 ml | $^B98,76 \pm 0,19$ |
| | 25 ml | $^B98,44 \pm 0,24$ |
| a^* | Čerstvé | $^A-1,01 \pm 0,18$ |
| | 40 ml | $^A-1,38 \pm 0,24$ |
| | 25 ml | $^A-1,45 \pm 0,29$ |
| b^* | Čerstvé | $^A3,30 \pm 0,39$ |
| | 40 ml | $^A3,70 \pm 0,14$ |
| | 25 ml | $^A3,79 \pm 0,19$ |
| C^* | Čerstvé | $^A3,45 \pm 0,42$ |
| | 40 ml | $^A3,95 \pm 0,21$ |
| | 25 ml | $^A4,06 \pm 0,27$ |
| h° | Čerstvé | $^A106,91 \pm 1,01$ |
| | 40 ml | $^A110,39 \pm 2,67$ |
| | 25 ml | $^A110,82 \pm 2,90$ |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | $0,81 \pm 0,01$ |
| | Čerstvé vs 25 ml | $1,12 \pm 0,18$ |
| | 40 ml vs 25 ml | $0,36 \pm 0,13$ |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou ($19,0 \text{ cm}^3$); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.1.4 Řebříček obecný

Při vyhodnocení vzorku řebříčku obecného lze barevnou změnu nálevů po skladování lehce poznat. Použitá nať a připravené nálevy jsou vyfoceny na Obrázku 20.



Obrázek 20 - zleva doprava: řebříček obecný sušená nať cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; po skladování 40 ml a 25 ml; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu- 19 cm^3

Po statistickém vyhodnocení a porovnání číselných hodnot jasu L^* , které se snížily, lze jednoznačně říct, že došlo ke ztmavnutí obou nálevu po skladování. Hodnoty b^* vykazují mírné odchylky, podle t-testu se však nejedná o příliš odlišná čísla a ke změně tedy téměř nedošlo. Při hodnocení celkové barevné difference lze uvést, že přestože u hodnot b^* nedošlo téměř k žádné barevné změně, vypočtené hodnoty vykazovaly ΔE větší než 3, a tím ukazují na velkou barevnou diferenci v obou typech skladování. Je tedy možné usoudit, že velké hodnoty ΔE jsou způsobeny složkami L^* a a^* . U hodnot a^* lze pozorovat nárůst, a to hlavně u skladované 40 ml lahvičky, kde hodnoty přešly z $-5,60 \pm 0,11$ na $-3,71 \pm 0,10$, podle Tabulky 5. Sytost barvy je obdobná heřmánku a po skladování se příliš nezměnila. Odstín čerstvého nálevu se pohybuje kolem 103° a tím se hodnota nachází v rozmezí hodnot uvedených bylin ze skupiny hvězdicovitých. Po skladování se tato hodnota ale zmenšila, a pohybovala se kolem $99,44^\circ$, a tím se přiblížila odstínu s názvem olive⁷⁴. Ve shrnutí lze říct, že barevnost nálevů řebríčku byla během skladování ovlivněna, zatímco samotný typ skladování měl méně výrazný vliv.

Tabulka 5 - Hodnoty barevnosti pro řebríček obecný uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Řebríček obecný | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 95,80±0,17 |
| | 40 ml | ^B 92,88±0,24 |
| | 25 ml | ^B 91,58±0,36 |
| a^* | Čerstvé | ^A -5,60±0,11 |
| | 40 ml | ^B -3,71±0,10 |
| | 25 ml | ^B -4,25±0,13 |
| b^* | Čerstvé | ^A 23,94±0,66 |
| | 40 ml | ^A 22,91±0,66 |
| | 25 ml | ^A 24,94±0,57 |
| C^* | Čerstvé | ^A 24,59±0,67 |
| | 40 ml | ^A 23,21±0,66 |
| | 25 ml | ^A 25,30±0,56 |
| h° | Čerstvé | ^A 103,17±0,11 |
| | 40 ml | ^B 99,20±0,30 |
| | 25 ml | ^B 99,68±0,39 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 3,63±0,12 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 4,54±0,20 |
| | 40 ml vs 25 ml | 2,47±0,12 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou ($19,0 \text{ cm}^3$); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.2 Hluchavkovité rostliny

Druhy této rodiny jsou snadno rozpoznatelné podle čtvercových stonků a protilehlých listů. Většina druhů patřících do čeledi hluchavkovitých jsou aromatické a obsahují éterické oleje. Aromatické éterické oleje jsou většinou přítomny v listech, lze je však najít ve všech nadzemních částech rostlin⁷⁵.

Z vybraných bylin patří do této skupiny máta peprná, meduňka lékařská a šalvěj lékařská. Obecně lze říct, že barevné hodnoty a^* všech tří nálevů se po skladování posunuly ze záporné oblasti do kladné a tím vykazovaly jako jediné malý obsah červené složky. Ve studii zaměřené na barevnost různých druhů potravin bylo v případě vína a džusů zjištěno, že složka jasu L^* byla nižší u nápojů s vyšším obsahem polyfenolických látek⁷². Nálevy hluchavkovitých bylin, které byly podrobeny studii v této bakalářské práci, vykazovaly nejnižší hodnoty složky jasu L^* , v porovnání k ostatním testovaným bylinám. Lze tedy usoudit, že právě polyfenolické látky, které jsou v samotných bylinách značně obsaženy, jsou odpovědné za tuto skutečnost.

Konkrétní sloučeniny ze skupiny polyfenolů, kterým je připisována odpovědnost za červené až fialové zabarvení, jsou anthokyany. Jejich barevnost je ovlivněna mnoha faktory, jako například pH, teplota, vystavení světlu a další⁷². Máta peprná a meduňka lékařská obsahují právě tyto látky, a je tedy možné poukázat na souvislost, mezi jejich přítomností v nálevech a barevnou změnou směrem do červené oblasti. Šalvěj lékařská nevykazuje přítomnost anthokyanů⁷⁶ a posunutí jejího nálevu do červené oblasti bude způsobeno jinou skupinou látek.

3.2.1 Máta peprná

Nálevy máty peprné byly připraveny z cca 2 g natě. Na Obrázku 21 je znázorněna jak sušená natě, tak její nálevy ve skleněných lahvičkách před skladováním a po skladování. Pouhým okem lze vidět barevnou změnu pro plnou a poloprázdnou lahvičku. Je jasné vidět, že nálev po skladování výrazně změnil barvu.



Obrázek 21 - zleva doprava: máta peprná sušená nať cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm³

Při analýze naměřených dat, viz. Tabulka 6, čísla jednoznačně naznačují, že u obou skladovaných nálevů se hodnoty jasu L^* výrazně snížily. Lze však podotknout, že hodnota jasu je u lahvičky se skladovaným 25 ml nálevem ještě o něco menší, než u 40 ml nálevu. Z tohoto plyne, že typ skladování má vliv na hodnotu jasu. Dále lze pozorovat, že i v případě barevné složky b^* došlo hlavně u skladovaného 25 ml nálevu k výrazné barevné změně, kde se hodnota $41,23 \pm 1,48$ zvýšila na $44,56 \pm 0,87$, a tím se ještě více posunula do žluté oblasti. Také hodnota a^* potvrzuje, že k barevné změně během skladování došlo. Barevné hodnoty a^* u obou skladovaných nálevů získaly kladné hodnoty a tím nálev vykazoval červenou složku. Po vyhodnocení ΔE , kde průměrné hodnoty ve všech případech přesáhly nejvyšší barevnou diferenci, lze říct, že samotné skladování nálevu máty peprné má velký vliv na barevné složky. Je však důležité dodat, že přístup vzduchu při skladování ještě více ovlivňuje barevné složení nálevu. Ze všech vybraných bylin vykazuje máta peprná v případě sytosti nejvyšší hodnotu. Samotná sytost po skladování ještě narostla, a to opět výrazněji u 25 ml nálevu. Při pohledu na odstín si lze povšimnout, že čerstvý nálev vykazuje $94,11^\circ \pm 0,57^\circ$, což je nejmenší hodnota odstínu ze všech studovaných rostlin. Po skladování i tento úhel výrazně klesl a tím dostává odstín nálevů název olive⁷⁴.

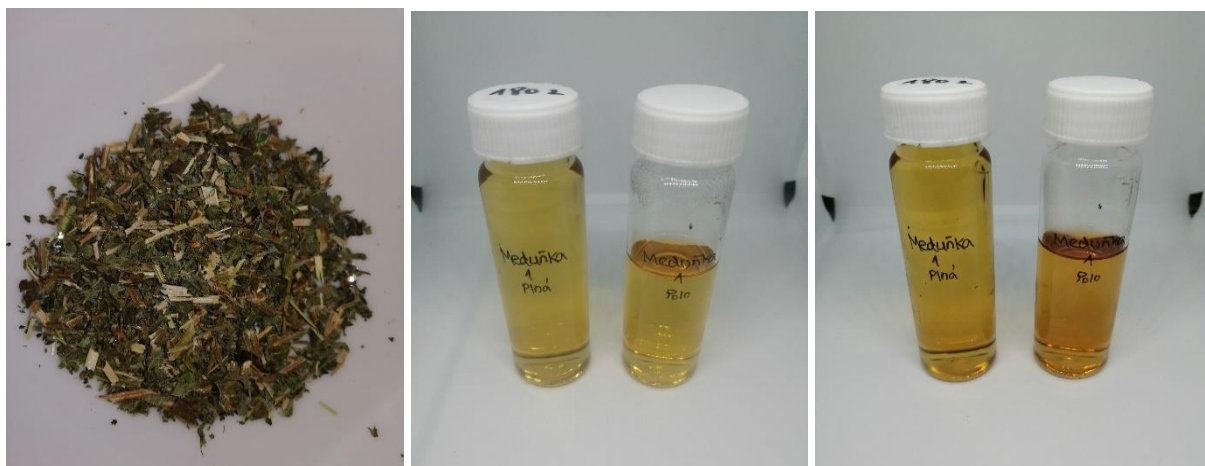
Tabulka 6 - Hodnoty barevnosti pro mátu peprnou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Máta peprná | | |
|-------------|------------------|-------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 89,29±0,60 |
| | 40 ml | ^B 85,81±0,56 |
| | 25 ml | ^B 83,81±0,37 |
| a^* | Čerstvé | ^A -2,95±0,31 |
| | 40 ml | ^B 0,20±0,33 |
| | 25 ml | ^B 1,20±0,24 |
| b^* | Čerstvé | ^A 41,23±1,48 |
| | 40 ml | ^A 42,14±1,29 |
| | 25 ml | ^B 44,56±0,87 |
| C^* | Čerstvé | ^A 41,34±1,46 |
| | 40 ml | ^A 42,14±1,29 |
| | 25 ml | ^B 44,58±0,88 |
| h° | Čerstvé | ^A 94,11±0,57 |
| | 40 ml | ^B 89,74±0,43 |
| | 25 ml | ^B 88,46±0,29 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 4,79±0,28 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 7,65±0,47 |
| | 40 ml vs 25 ml | 3,30±0,62 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou (19,0 cm³); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.2.2 Meduňka lékařská

Během přípravy nálevů meduňky lékařské byly použity cca 2 g sušené nati, podobně jako u máty peprné. Nálevy byly rozděleny do dvou skleněných lahvíček, kde jedna byla doplněna až po okraj a druhá ponechána poloprázdná. Také zde lze na první pohled pouhým okem poznat barevnou změnu mezi čerstvým a skladovaným nálevem.



Obrázek 22 - zleva doprava: meduňka lékařská sušená nat' cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm³

Po statistickém vyhodnocení barevných složek $L^*a^*b^*$ je zřetelně vidět, že u všech komponent jasně došlo k barevné změně během skladování, viz Tabulka 7. Hodnota jasu L^* poklesla, zatímco hodnoty barevných složek narostly. Je velice zjevné, že u skladovaných nálevů, kde byl umožněn přístup vzduchu, došlo k výraznějším změnám. Nejvýrazněji je tato skutečnost potvrzena celkovou barevnou diferencí, kde hodnoty opět ve všech případech přesahují nejvyšší hranici 3. Sytost barvy také stoupla na $27,35 \pm 0,75$ v případě vzorku s přístupem vzduchu. Odstín výrazně poklesl z cca $97,51^\circ$ na $88,55^\circ$ a nálev tím získává odstínově název olive⁷⁴.

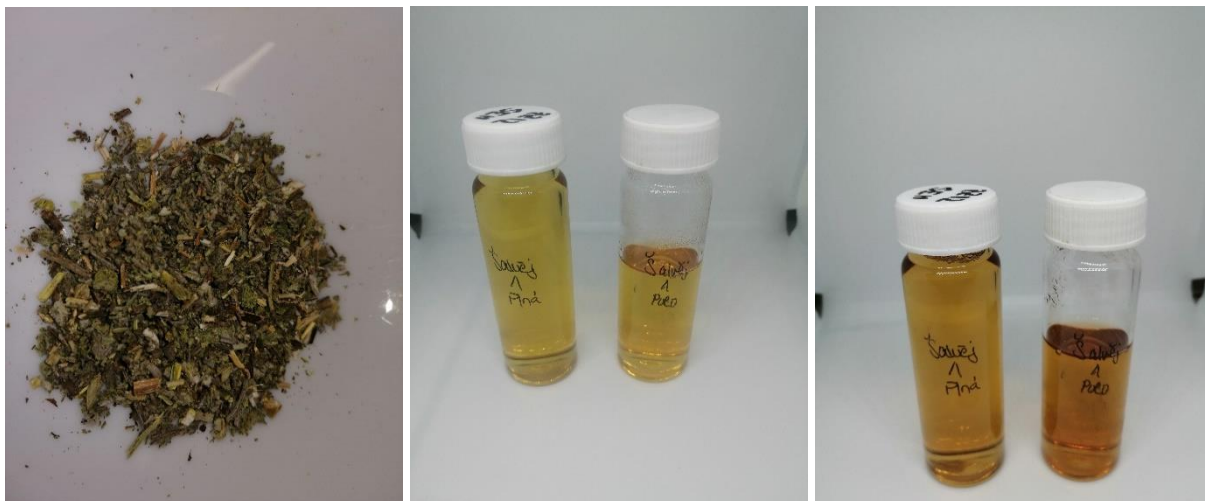
Tabulka 7 - Hodnoty barevnosti pro meduňku lékařskou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Meduňka lékařská | | |
|------------------|------------------|--------------------|
| L^* | Čerstvé | $^A94,18 \pm 0,08$ |
| | 40 ml | $^B92,28 \pm 0,55$ |
| | 25 ml | $^B89,82 \pm 0,77$ |
| a^* | Čerstvé | $^A-3,05 \pm 0,04$ |
| | 40 ml | $^B-1,17 \pm 0,48$ |
| | 25 ml | $^B0,70 \pm 0,50$ |
| b^* | Čerstvé | $^A23,12 \pm 0,24$ |
| | 40 ml | $^B25,25 \pm 0,57$ |
| | 25 ml | $^B27,34 \pm 0,74$ |
| C^* | Čerstvé | $^A23,32 \pm 0,24$ |
| | 40 ml | $^B25,28 \pm 0,55$ |
| | 25 ml | $^B27,35 \pm 0,75$ |
| h° | Čerstvé | $^A97,51 \pm 0,03$ |
| | 40 ml | $^B92,67 \pm 1,15$ |
| | 25 ml | $^B88,55 \pm 1,00$ |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | $3,42 \pm 1,00$ |
| | Čerstvé vs 25 ml | $7,14 \pm 1,19$ |
| | 40 ml vs 25 ml | $3,74 \pm 0,40$ |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou ($19,0 \text{ cm}^3$); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.2.3 Šalvěj lékařská

Připravené nálevy je možné vidět na Obrázku 23 spolu se sušenou šalvějovou natí. Příprava



Obrázek 23 - zleva doprava: šalvěj lékařská sušená nat' cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu- 19 cm^3

proběhla obdobně jako v předchozích případech, nicméně lze dodat, že nálev šalvěje patřil mezi nejvíce aromatické. Vizually lze barevnou změnu z obrázku jednoznačně poznat.

Po statistickém vyhodnocení v Tabulce 8 lze zřetelně pozorovat, že došlo ke změně prakticky u všech barevných souřadnic $L^*a^*b^*$. Dále lze vyčíst, že obzvláště u skladovaného 25 ml nálevu došlo k výraznější změně v porovnání se 40 ml nálevem. Hodnoty jasu klesaly, zatímco velikost barevné složky a^* stoupala, a tím přešla ze záporných hodnot do kladných, tedy do červené oblasti. Lze dodat, že 25 ml vzorek šalvěje vykazoval nejvyšší hodnotu červené složky. Také parametr b^* postupně narůstal, podle t-testu nebyly tyto rozdíly statisticky významné. Při hodnocení ΔE je jasně vidět, že při porovnání skladovaného a neskladovaného vzorku hodnoty opět přesahují nejvyšší hranici barevné difference ($\Delta E > 3,0$). Z toho vyplývá, že došlo k velké barevné změně. Dále je důležité dodat, že typ skladování měl významný vliv na změnu barevnosti během skladování a v porovnání s ostatními rostlinami je tento vliv u šalvěje největší. Vzorek šalvěje patří mezi velmi syté nálevy, kde se sytost v poloprázdné lahvičce v průběhu skladování ještě zvýšila, zatímco u plného vzorku se téměř nezměnila. Hodnota odstínu (h°) nálevu šalvěje se pohybovala kolem $98,64^\circ$, během skladování klesla na cca $85,85^\circ$. Nálev ze šalvěje lze odstínově zařadit do skupiny s názvem olive⁷⁴.

Tabulka 8 - Hodnoty barevnosti pro šalvěj lékařskou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

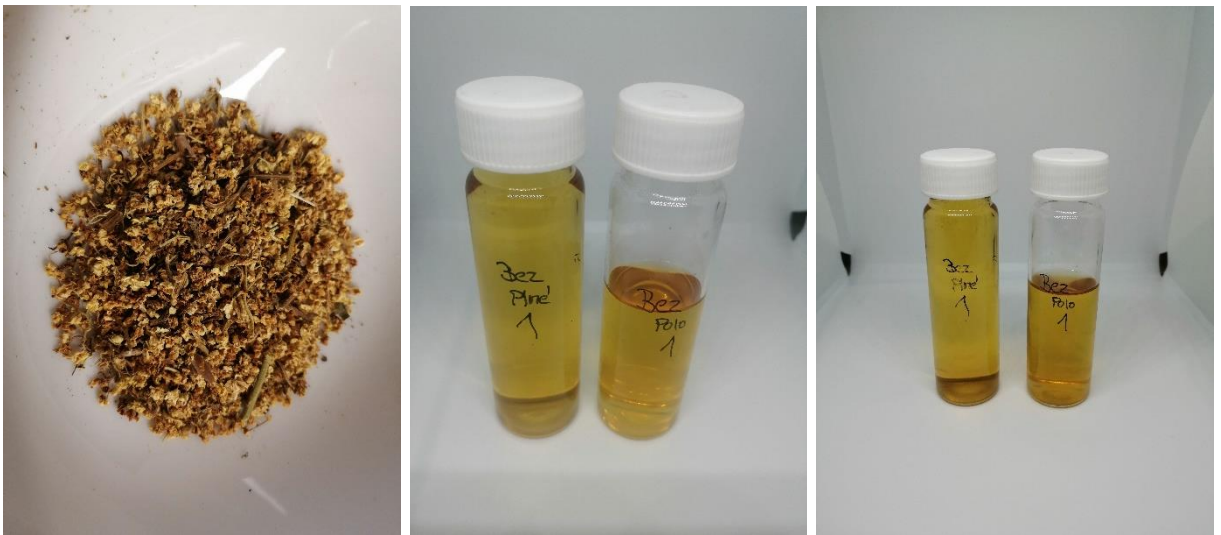
| Šalvěj lékařská | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 93,02±0,31 |
| | 40 ml | ^B 88,45±0,66 |
| | 25 ml | ^B 84,84±0,94 |
| a^* | Čerstvé | ^A -4,71±0,12 |
| | 40 ml | ^B 0,33±0,41 |
| | 25 ml | ^B 2,54±0,48 |
| b^* | Čerstvé | ^A 31,03±1,19 |
| | 40 ml | ^A 31,94±1,12 |
| | 25 ml | ^B 34,84±1,32 |
| C^* | Čerstvé | ^A 31,39±1,18 |
| | 40 ml | ^A 31,95±1,12 |
| | 25 ml | ^B 34,94±1,35 |
| h° | Čerstvé | ^A 98,64 ±0,31 |
| | 40 ml | ^B 89,44±0,71 |
| | 25 ml | ^B 85,85±0,64 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 6,88±0,52 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 11,58±0,79 |
| | 40 ml vs 25 ml | 5,14±0,56 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „**40 ml**“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „**25 ml**“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou (19,0 cm³); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.3 Pižmovkovité rostliny

3.3.1 Bez černý

Černý bez patří do čeledi pižmovkovitých a k přípravě nálevu byly použity květy, které lze na Obrázku 24 spolu s připravenými nálevy vidět. Na první pohled barevnou změnu nelze rozpoznat.



Obrázek 24 - zleva doprava: bez černý sušené květy cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm³

Podle hodnot, které jsou uvedeny v Tabulce 9 je patrné, že složka jasu L^* klesla, a to výrazněji u skladovaného nálevu s 25 ml. Studie, které posuzují vliv skladování na barevnost bezových nápojů, poukazují na tento pokles složky L^* . Jako důvod je uváděna degradace pigmentů přítomných v bezu černém. Jedním z těchto pigmentů může být anthokyan⁷⁷. Při pohledu na naměřené hodnoty a^* a b^* je možné říci, že i tady došlo k barevné změně, kde byly zjištěny vyšší hodnoty. Hodnoty a^* se při porovnání čerstvého a obou skladovaných nálevu lišily, zatímco typ skladování už tuto hodnotu nijak neovlivnil. U hodnoty b^* je patrné, že ke změně došlo hlavně u skladovaného vzorku s 25 ml. Také studentův t-test tuto skutečnost potvrzuje. Při testu byly porovnávány čerstvé nálevy se skladovanými, kde v případě vzorku s přístupem vzduchu byly naměřené hodnoty vyhodnoceny za odlišné, zatímco vzorky bez přístupu vzduchu byly vyhodnoceny jako stejné. Při pohledu na ΔE lze říct, že typ skladování má u vzorku bezu druhý největší vliv na barevné složení, hned po šalvěji lékařské. Sytost C^* během skladování narostla z $35,57 \pm 1,50$ na $37,08 \pm 2,67$ a $40,75 \pm 2,35$ a tím patří vzorek mezi nejsytější ze všech

testovaných nálevů. Hodnoty h° během skladování postupně klesly na cca $94,78^\circ$, a tak lze nálevy bezu černého zařadit do skupiny odstínu s názvem olive⁷⁴.

Tabulka 9 - Hodnoty barevnosti pro bez černý uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

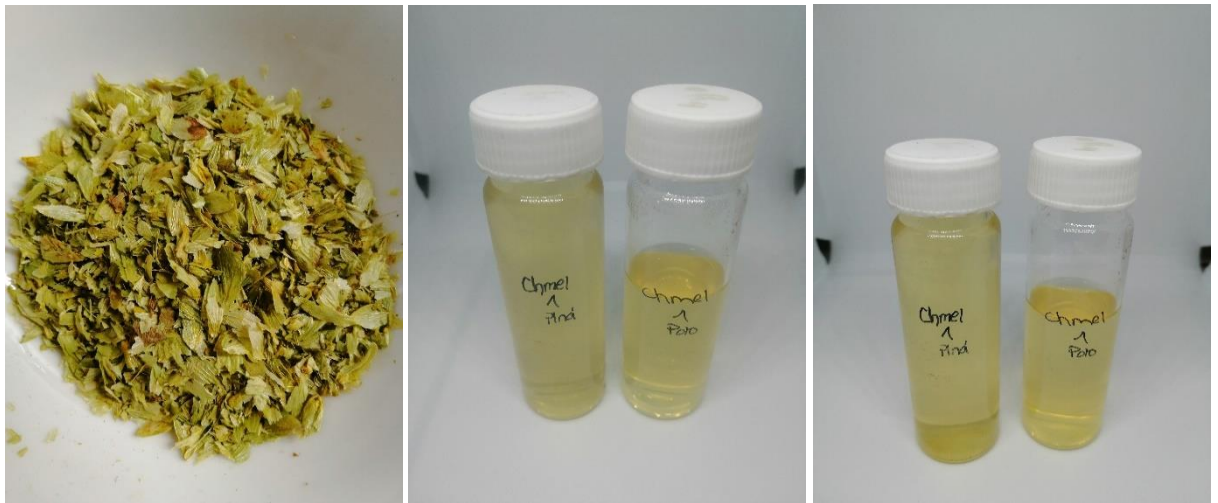
| Bez černý | | |
|------------|------------------|-------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 93,15±0,31 |
| | 40 ml | ^B 91,34±1,01 |
| | 25 ml | ^B 89,55±1,12 |
| a^* | Čerstvé | ^A -5,41±0,07 |
| | 40 ml | ^B -3,51±0,19 |
| | 25 ml | ^B -3,38±0,26 |
| b^* | Čerstvé | ^A 35,15±1,50 |
| | 40 ml | ^A 36,91±2,71 |
| | 25 ml | ^B 40,60±2,38 |
| C^* | Čerstvé | ^A 35,57±1,50 |
| | 40 ml | ^A 37,08±2,67 |
| | 25 ml | ^B 40,75±2,35 |
| h° | Čerstvé | ^A 98,75±0,26 |
| | 40 ml | ^B 95,46±0,72 |
| | 25 ml | ^B 94,78±0,64 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 3,27±1,34 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 6,85±1,28 |
| | 40 ml vs 25 ml | 4,11±1,86 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou ($19,0 \text{ cm}^3$); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.4 Konopovité rostliny

3.4.1 Chmel otáčivý

Chmel otáčivý patří do rodiny konopovitých a při přípravě nálevu byly použity sušené šišťice. Při pohledu na Obrázek 25 nelze poznat barevnou změnu mezi neskladovanými a skladovanými nálevy.



Obrázek 25 - zleva doprava: chmel otáčivý sušené šišťice cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm³

Hodnoty jasu L^* se ve všech případech pohybovaly kolem 96,50, jak je zjevné z Tabulky 10. Po statistické analýze byl parametr a^* skladovaných nálevů vyhodnocen za odlišný od čerstvých nálevů. Stejně byly vyhodnoceny hodnoty b^* , kde vzorek bez přístupu vzduchu byl vyhodnocen jako odlišný a vzorek s přístupem vzduchu jako stejný vzhledem k čerstvému nálevu. Jelikož se hodnoty barevných složek lišily pouze mírně, lze považovat změnu za zanedbatelnou a barevnost za stálou. Celková barevná diference ΔE vykazuje ve všech případech číselnou hodnotu pod 1,5, což znamená, že téměř nedošlo k barevné změně a lze usoudit, že skladování nemá vliv na barevné složení $L^*a^*b^*$. Při pohledu na sytost a úhel h° , nelze poznat značný rozdíl. Jelikož úhel vzorku chmelu vykazuje hodnotu kolem 103° , vykazuje chmel odstín s názvem grass green⁷⁴. Celkově se tedy dá říci, že během skladování nedošlo k žádné výrazné barevné změně nálevů chmelu otáčivého. Tuto skutečnost je možné přisoudit konzervačním schopnostem chmelu, které jsou široce popisované v literatuře a jsou důvodem používání chmelu v pivovarském průmyslu.

Tabulka 10 - Hodnoty barevnosti pro chmel otáčivý uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Chmel otáčivý | | |
|---------------|------------------|--------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 96,30±0,11 |
| | 40 ml | ^A 96,40±0,20 |
| | 25 ml | ^A 96,22±0,36 |
| a^* | Čerstvé | ^A -4,44±0,09 |
| | 40 ml | ^B -3,97±0,02 |
| | 25 ml | ^B -3,96±0,04 |
| b^* | Čerstvé | ^A 17,82±0,32 |
| | 40 ml | ^B 17,00±0,37 |
| | 25 ml | ^A 17,63±0,67 |
| C^* | Čerstvé | ^A 18,37±0,33 |
| | 40 ml | ^B 17,45±0,35 |
| | 25 ml | ^A 18,06±0,67 |
| h° | Čerstvé | ^A 104,00±0,12 |
| | 40 ml | ^B 103,14±0,31 |
| | 25 ml | ^B 102,66±0,36 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 0,98±0,17 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 0,70±0,17 |
| | 40 ml vs 25 ml | 0,69±0,52 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „40 ml“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „25 ml“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou (19,0 cm³); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

3.5 Kopřivovité rostliny

3.5.1 Kopřiva dvoudomá

Listy a nať kopřivy dvoudomé byly naváženy a následně byly připraveny nálevy, kde jedna část, která byla skladována, byla naplněna do lahvíček až po okraj a druhá nechána s přístupem vzduchu. Na Obrázku 26 lze vidět cca 2 g sušených listů a natí kopřivy dvoudomé a její nálevy neskladované a skladované. Posouzením barevnosti pouhým okem lze říct, že vzorek po skladováním ztmavl, a to nehledě na to, jestli se jednalo o plnou lahvičku nebo poloprázdnou.



Obrázek 26 - zleva doprava: Kopřiva dvoudomá sušená nat' s listy cca 2 g; skleněné lahvičky 40 ml a 25 ml před skladováním; 40 ml a 25 ml po skladování; 40 ml = zamezený přístup vzduchu, 25 ml = umožněný přístup vzduchu-19 cm³

U obou skladovaných nálevů hodnoty jasu jednoznačně klesly, a tím vzorek postupně získal tmavší vzhled. Jak již bylo zmíněno u hluchavkovitých bylin, je možné předpokládat vzájemný vztah mezi hodnotami jasu L^* a obsahu polyfenolických látek. Hodnoty a^* se pohybují v zelené oblasti. V průběhu skladování obsah zelené složky poklesl, a to z hodnoty cca -3,27 na hodnotu kolem -2,60. Ze studií, které byly zaměřeny na nálevy připravené z listu kopřivy dvoudomé, lze vyvodit, že mírný pokles zelené složky může být způsoben degradací chlorofylu⁷⁸. Provedením t-testu byly hodnoty barevné složky b^* v případě 40 ml vzorků v porovnání se standardem číselně vyhodnoceny za stejné, zatímco 25 ml vzorky za odlišné. Nicméně rozdíl v hodnotách složky b^* se pohyboval v řádu jednotek. Hodnoty ΔE při porovnání čerstvého vzorku se skladovanými vzorky výrazně přesahují nejvyšší barevnou diferenci. Z toho plyne, že barevné složení nálevu je velmi ovlivněno skladováním, ale typ skladování již takovou významnost nemá. Podle Tabulky 11 je patrné, že se sytost barvy během skladování lehce změnila, zatímco se úhel h° významně nezměnil a pohybuje se v rozmezí 95°–96°, což odpovídá odstínu olive až grass green⁷⁴.

Tabulka 11 - Hodnoty barevnosti pro kopřivu dvoudomou uvedeny jako průměry se směrodatnými odchylkami

| Kopřiva dvoudomá | | |
|-------------------------|------------------|-------------------------|
| L^* | Čerstvé | ^A 90,51±0,53 |
| | 40 ml | ^B 85,58±0,51 |
| | 25 ml | ^B 84,40±0,37 |
| a^* | Čerstvé | ^A -3,27±0,08 |
| | 40 ml | ^B -2,64±0,30 |
| | 25 ml | ^B -2,66±0,35 |
| b^* | Čerstvé | ^A 27,22±0,86 |
| | 40 ml | ^A 28,69±1,19 |
| | 25 ml | ^B 29,70±1,09 |
| C^* | Čerstvé | ^A 27,42±0,84 |
| | 40 ml | ^A 28,82±1,16 |
| | 25 ml | ^B 29,82±1,06 |
| h° | Čerstvé | ^A 96,86±0,39 |
| | 40 ml | ^B 95,27±0,76 |
| | 25 ml | ^B 95,15±0,84 |
| ΔE | Čerstvé vs 40 ml | 5,19±0,26 |
| | Čerstvé vs 25 ml | 6,63±0,15 |
| | 40 ml vs 25 ml | 1,56±0,24 |

Popis tabulky: Vzorky označené jako „**40 ml**“ jsou skladované a mají zamezený přístup vzduchu. Vzorky označené jako „**25 ml**“ jsou také skladované a je umožněna přítomnost vzduchu nad kapalinou (19,0 cm³); Indexy – čerstvé nálevy jsou standard, index **A** znamená statistickou shodu se standardem, index **B** znamená statistickou neshodu se standardem

4 Závěr

Tato bakalářská práce byla zaměřena na bylinné nálevy deseti vybraných bylin, jejich přípravu a případnou změnu barevnosti během skladování. V první části práce byla vypracována teoretická rešerše týkající se vhodných podmínek pěstování a skladování, vlivu na zdraví, a také různého použití vybraných bylin.

Ve druhé, experimentální části byly připraveny bylinné nálevy a byla zjišťována změna barevnosti v závislosti na dvou typech skladování. První typ skladování představoval naplnění bylinného nálevu do skleněné lahvičky až po okraj, a tím došlo k omezení přístupu vzduchu. Druhý typ skladování zahrnoval naplnění skleněné lahvičky do poloviny, a tím byl umožněn přístup vzduchu. Obě lahvičky byly skladovány v chladničce, a to po dobu 6 dní. Při měření barevnosti bylo zjištěno, že u většiny nálevů došlo během skladování k barevné změně. Nejvýrazněji byla tato skutečnost pozorovatelná u hluchavkovitých rostlin, kam patří máta peprná, meduňka lékařská a šalvěj lékařská, zároveň ale také u heřmánku pravého, bezu černého a kopřivy dvoudomé, které už do této skupiny nepatří. Všechny bylinné nálevy vyjmenovaných bylin vykazovaly hodnoty celkové barevné difference ΔE při porovnání čerstvého nálevu se skladovanými výrazně větší než 3, což představuje nejvyšší hranici barevné difference a poukazuje na velmi výrazné barevné změny během skladování. Šalvěj lékařská vykazovala ze všech bylin nejvyšší hodnoty ΔE . Pro plnou lahvičku bylo vypočteno ΔE $6,88 \pm 0,52$ a pro poloprázdnou $11,58 \pm 0,79$. Zároveň bylo zjištěno, že u šalvěje lékařské a bezu černého měl typ skladování největší vliv na barevnost nálevů, kde skladování za přístupu vzduchu značně ovlivnilo barevné složky $L^*a^*b^*$. Máta peprná spolu s bezem černým vykazovala nejvyšší hodnoty sytosti C^* , kde během skladování bylo dále možné pozorovat stoupající trend sytosti barvy. Při vyhodnocování výsledků vykazovaly hluchavkovité rostliny výjimečnou vlastnost, a to, že jejich záporné hodnoty a^* během skladování přešly do kladných, a tím jako jediné vykazovaly přítomnost červené složky.

V oblasti potravinářského průmyslu je barva jedna z hlavních vlastností, které ovlivňují vnímání kvality potravin spotřebitelem. Z tohoto důvodu je velmi důležité barevné parametry znát a pozorovat jejich změny v různých podmínkách.

5 Použitá literatura

- 1 CASTLEMAN, Michael. *Velká kniha léčivých rostlin: klasický průvodce nejlepšími přírodními léčivy představující ty nejlepší - časem i vědou prověřené - léčivé rostliny*. Praha: Columbus, 2004. ISBN 80-724-9177-6.
- 2 *Život s bylinkami: pro kuchyň, zdraví a krásu*. Praha: Svojtka & Co., 2008. ISBN 978-80-7352-786-0.
- 3 HARDING, Jennie. *Tajemný svět bylin: užitečný rádce pro pěstování a používání bylinek*. [Praha]: Slovart, 2005. ISBN 80-720-9707-5.
- 4 HRUŠKA, Blahoslav. *Jak se léčit rostlinami*. 3. upr. vyd. Praha: Volvox Globator, 1996. Verbena. ISBN 80-720-7027-4.
- 5 MAYER, Johannes Gottfried, Bernhard UEHLEKE a Kilian SAUM. *Bylinky z klášterní lékárny: více než 100 léčivých rostlin : přesné receptury pro úspěšné domácí použití*. Vyd. 2. Praha: Knižní klub, 2010. ISBN 978-80-242-2810-5.
- 6 BASAS-JAUMANDREU, Josep a F. Xavier C. DE LAS HERAS. Allelochemicals and esters from leaves and inflorescences of *Sambucus nigra* L. *Phytochemistry Letters*. 2019, 30, 107-115. ISSN 18743900. Dostupné z: doi:10.1016/j.phytol.2019.01.030
- 7 MIKEŠOVÁ, Iveta a Monika LUTOVSKÁ. *Léčivé rostliny: o sběru a pěstování*. Praha: Dokořán, 2004. ISBN 80-865-6968-3.
- 8 JINDROVÁ, Jana. *Léčivé rostliny*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010. Ottův průvodce přírodou. ISBN 978-80-7360-588-9.
- 9 DOMÍNGUEZ, Rubén, Leilei ZHANG, Gabriele ROCCHETTI, Luigi LUCINI, Mirian PATEIRO, Paulo E.S. MUNEKATA a José M. LORENZO. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*. 2020, 330. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.127266
- 10 MARISA RIBEIRO, A., Berta N. ESTEVINHO a F. ROCHA. Microencapsulation of polyphenols - The specific case of the microencapsulation of *Sambucus nigra* L. extracts - A review. *Trends in Food Science and Technology*. 2020, 105, 454-467. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2019.03.011
- 11 *Léčivé bylinky a esence: zdraví a harmonie z přírody*. Praha: Svojtka & Co., 2008. ISBN 978-80-7352-886-7.

- 12 BORODUSKE, Anete, Kaspars JEKABSONS, Una RIEKSTINA, Ruta MUCENIECE, Nils ROSTOKS a Ilva NAKURTE. Wild *Sambucus nigra* L. from north-east edge of the species range: A valuable germplasm with inhibitory capacity against SARS-CoV2 S-protein RBD and hACE2 binding in vitro. *Industrial Crops and Products*. 2021, 165. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2021.113438
- 13 HARNETT, Joanna, Kerrie OAKES, Jenny CARÈ, et al. The effects of *Sambucus nigra* berry on acute respiratory viral infections: A rapid review of clinical studies. *Advances in Integrative Medicine*. 2020, 7(4), 240-246. ISSN 22129588. Dostupné z: doi:10.1016/j.aimed.2020.08.0017
- 14 RAAL, Ain, Anne ORAV, Tõnu PÜSSA, Catri VALNER, Birgit MALMISTE a Elmar ARAK. Content of essential oil, terpenoids and polyphenols in commercial chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) teas from different countries. *Food Chemistry*. 2012, 131(2), 632-638. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2011.09.042
- 15 SINGH, Ompal, Zakia KHANAM, Neelam MISRA a ManojKumar SRIVASTAVA. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. *Pharmacognosy Reviews*. 2011, 5(9). ISSN 0973-7847. Dostupné z: doi:10.4103/0973-7847.79103
- 16 TREBEN, Maria. *Moje léčivé rostliny*. Praha: Eminent, 2010. ISBN 978-80-7281-413-8.
- 17 PARHAM, Shokoh, Anousheh Zargar KHARAZI, Hamid Reza BAKHSHESHI-RAD, Hadi NUR, Ahmad Fauzi ISMAIL, Safian SHARIF, Seeram RAMAKRISHNA a Filippo BERTO. Antioxidant, Antimicrobial and Antiviral Properties of Herbal Materials. *Antioxidants*. 2020, 9(12). ISSN 2076-3921. Dostupné z: doi:10.3390/antiox9121309
- 18 BASAŘOVÁ, Gabriela. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
- 19 CARBONE, Katya, Valentina MACCHIONI, Greta PETRELLA a Daniel Oscar CICERO. Exploring the potential of microwaves and ultrasounds in the green extraction of bioactive compounds from *Humulus lupulus* for the food and pharmaceutical industry. *Industrial Crops and Products*. 2020, 156. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2020.112888
- 20 SANGIOVANNI, Enrico, Marco FUMAGALLI, Laura SANTAGOSTINI, et al. A bio-guided assessment of the anti-inflammatory activity of hop extracts (*Humulus lupulus* L. cv. Cascade) in human gastric epithelial cells. *Journal of Functional Foods*. 2019, 57, 95-102. ISSN 17564646. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jff.2019.03.041

- 21 SALVIATI, Emanuela, Elena CIAGLIA, Eduardo SOMMELLA, et al. Immunomodulatory activity of *Humulus lupulus* bitter acids fraction: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Functional Foods*. 2019, 61. ISSN 17564646. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jff.2019.103469
- 22 KESKIN, Ş., Y. ŞİRİN, H.E. ÇAKIR a M. KESKIN. An investigation of *Humulus lupulus* L: Phenolic composition, antioxidant capacity and inhibition properties of clinically important enzymes. *South African Journal of Botany*. 2019, 120, 170-174. ISSN 02546299. Dostupné z: doi: 10.1016/j.sajb.2018.04.017
- 23 UPTON, Roy. Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine. *Journal of Herbal Medicine*. 2013, 3(1), 9-38. ISSN 22108033. Dostupné z: doi:10.1016/j.hermed.2012.11.001
- 24 SADOWSKA, Urszula, Iwona DOMAGAŁA-ŚWIĄTKIEWICZ a Andrzej ŻABIŃSKI. Biochar and Its Effects on Plant–Soil Macronutrient Cycling during a Three-Year Field Trial on Sandy Soil with Peppermint (*Mentha piperita* L.). Part I: Yield and Macro Element Content in Soil and Plant Biomass. *Agronomy*. 2020, 10(12). ISSN 2073-4395. Dostupné z: doi:10.3390/agronomy10121950
- 25 SHONTE, T.T. a H.L. DE KOCK. Descriptive sensory evaluation of cooked stinging nettle (*Urtica dioica* L.) leaves and leaf infusions: Effect of using fresh or oven-dried leaves. *South African Journal of Botany*. 2017, 110, 167-176. ISSN 02546299. Dostupné z: doi:10.1016/j.sajb.2016.11.010
- 26 ĐUROVIĆ, Saša, Milena VUJANOVIĆ, Marija RADOJKOVIĆ, et al. The functional food production: Application of stinging nettle leaves and its extracts in the baking of a bread. *Food Chemistry*. 2020, 312. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2019.126091
- 27 JOHNSON, Tyler A., Johann SOHN, Wayne D. INMAN, Leonard F. BJELDANES a Keith RAYBURN. Lipophilic stinging nettle extracts possess potent anti-inflammatory activity, are not cytotoxic and may be superior to traditional tinctures for treating inflammatory disorders. *Phytomedicine*. 2013, 20(2), 143-147. ISSN 09447113. Dostupné z: doi:10.1016/j.phymed.2012.09.016
- 28 MARCHETTI, Nicola, Gianpiero BONETTI, Vincenzo BRANDOLINI, Alberto CAVAZZINI, Annalisa MAIETTI, Giuseppe MECA a Jordi MAÑES. Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional food additive in egg pasta: Enrichment and bioaccessibility

- of Lutein and β -carotene. *Journal of Functional Foods*. 2018, 47, 547-553. ISSN 17564646. Dostupné z: doi:10.1016/j.jff.2018.05.062
- 29 HAGENOUW, Renate. *Bylinky*. Čestlice: Rebo, 2006. Příručka začínajícího zahrádkáře. ISBN 80-723-4512-5.
- 30 MCKAY, Diane L. a Jeffrey B. BLUMBERG. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.). *Phytotherapy Research*. 2006, 20(8), 619-633. ISSN 0951418X. Dostupné z: doi:10.1002/ptr.1936
- 31 GORDON, Andrea a Abigail LOVE. Chapter 54 - Nausea and Vomiting in Pregnancy. RAKEL, David. *Integrative medicine*. 4. Elsevier, 2018, s. 542-549. ISBN 9780323358682. Dostupné z: doi: 10.1016/B978-0-323-35868-2.00054-2.
- 32 KIM, Mi Hye, Sang Jun PARK a Woong Mo YANG. Inhalation of Essential Oil from *Mentha piperita* Ameliorates PM10-Exposed Asthma by Targeting IL-6/JAK2/STAT3 Pathway Based on a Network Pharmacological Analysis. *Pharmaceuticals*. 2021, 14(1). ISSN 1424-8247. Dostupné z: doi:10.3390/ph14010002
- 33 ALPASLAN, Duygu, Tuba Erşen DUDU a Nahit AKTAŞ. Synthesis and characterization of novel organo-hydrogel based agar, glycerol and peppermint oil as a natural drug carrier/release material. *Materials Science and Engineering: C*. 2021, 118. ISSN 09284931. Dostupné z: doi:10.1016/j.msec.2020.111534
- 34 BUCKLE, Jane. *Clinical Aromatherapy*. London: Churchil Livingstone, 2016. ISBN 978-0-7020-5440-2.
- 35 XIE, Hujun, Yutong ZHANG, Mengna CAO, et al. Fabrication of PGFE/CN-stabilized β -carotene-loaded peppermint oil nanoemulsions: Storage stability, rheological behavior and intelligent sensory analyses. *LWT*. 2021, 138. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2020.110688
- 36 ACEVEDO-FANI, Alejandra, Laura SALVIA-TRUJILLO, María Alejandra ROJAS-GRAÛ a Olga MARTÍN-BELLOSO. Edible films from essential-oil-loaded nanoemulsions: Physicochemical characterization and antimicrobial properties. *Food Hydrocolloids*. 2015, 47, 168-177. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2015.01.032
- 37 SON, Yang-Ju, Jai-Eok PARK, Junho KIM, Gyhye YOO a Chu Won NHO. 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*. 2021, 163. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2021.113313

- 38 ABDEL-NAIME, W.A., J.R. FAHIM, U.R. ABDELMOHSEN, M.A. FOUAD, K.O. AL-FOOTY, A.A. ABDEL-LATEFF a M.S. KAMEL. New antimicrobial triterpene glycosides from lemon balm (*Melissa officinalis*). *South African Journal of Botany*. 2019, 125, 161-167. ISSN 02546299. Dostupné z: doi:10.1016/j.sajb.2019.07.004
- 39 VĚTVIČKA, Václav a Erich VÁCLAV. *Mahagon, měsíček a špenát: exotické rostliny v našem životě*. Třebíč: Akcent, 2009. ISBN 978-80-7268-676-6.
- 40 NICOLAUS, Christoph, Susanne JUNGHANNS, Anja HARTMANN, Renato MURILLO, Markus GANZERA a Irmgard MERFORT. In vitro studies to evaluate the wound healing properties of *Calendula officinalis* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*. 2017, 196, 94-103. ISSN 03788741. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2016.12.006
- 41 KHALID, Khalid A. a Jaime A. TEIXEIRA DA SILVA. Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. *Scientia Horticulturae*. 2010, 126(2), 297-305. ISSN 03044238. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scienta.2010.07.023
- 42 FADDA, Angela, Amedeo PALMA, Emanuela AZARA a Salvatore D'AQUINO. Effect of modified atmosphere packaging on overall appearance and nutraceutical quality of pot marigold held at 5 °C. *Food Research International*. 2020, 134. ISSN 09639969. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodres.2020.109248
- 43 EFSTRATIOU, Efstratios, Abdullah I. HUSSAIN, Poonam S. NIGAM, John E. MOORE, Muhammad A. AYUB a Juluri R. RAO. Antimicrobial activity of *Calendula officinalis* petal extracts against fungi, as well as Gram-negative and Gram-positive clinical pathogens. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2012, 18(3), 173-176. ISSN 17443881. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ctcp.2012.02.003
- 44 LIS, Bernadetta a Beata OLAS. Pro-health activity of dandelion (*Taraxacum officinale* L.) and its food products – history and present. *Journal of Functional Foods*. 2019, 59, 40-48. ISSN 17564646. Dostupné z: doi:10.1016/j.jff.2019.05.012
- 45 WANG, Libo, Lianyu LI, Jingyu GAO, Jing HUANG, Yu YANG, Yaqin XU, Shuang LIU a Wenqing YU. Characterization, antioxidant and immunomodulatory effects of selenized polysaccharides from dandelion roots. *Carbohydrate Polymers*. 2021, 260. ISSN 01448617. Dostupné z: doi:10.1016/j.carbpol.2021.117796
- 46 HUANG, Yanmei, Peng WU, Jian YING, Zhizhong DONG a Xiao Dong CHEN. Mechanistic study on inhibition of porcine pancreatic α -amylase using the flavonoids from

- dandelion. *Food Chemistry*. 2021, 344. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.128610
- 47 FARHADI, Nasrin, Khyrollah BABAEI, Sara FARSARAEI, Mohammad MOGHADDAM a Abdollah GHASEMI PIRBALOUTI. Changes in essential oil compositions, total phenol, flavonoids and antioxidant capacity of *Achillea millefolium* at different growth stages. *Industrial Crops and Products*. 2020, 152. ISSN 09266690. Dostupné z: doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112570
- 48 IJAZ, Fariha, Haq NAWAZ, Muhammad Asif HANIF a Paulo Michel Pinheiro FERREIRA. Yarrow. *Medicinal Plants of South Asia*. Elsevier, 2020, 2020, 685-697. ISBN 9780081026595. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-102659-5.00050-1
- 49 TADIĆ, Vanja, Ivana ARSIĆ, Jelena ZVEZDANOVIĆ, Ana ZUGIĆ, Dragan CVETKOVIĆ a Sava PAVKOV. The estimation of the traditionally used yarrow (*Achillea millefolium* L. *Asteraceae*) oil extracts with anti-inflammatory potential in topical application. *Journal of Ethnopharmacology*. 2017, 199, 138-148. ISSN 03788741. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jep.2017.02.002
- 50 ĐORĐEVIĆ, Verica, Bojana BALANČ, Ana BELŠČAK-CVITANOVIĆ, et al. Trends in Encapsulation Technologies for Delivery of Food Bioactive Compounds. *Food Engineering Reviews*. 2015, 7(4), 452-490. ISSN 1866-7910. Dostupné z: doi:10.1007/s12393-014-9106-7
- 51 VILLALVA, M., L. JAIME, E. ARRANZ, Z. ZHAO, M. CORREDIG, G. REGLERO a S. SANTOYO. Nanoemulsions and acidified milk gels as a strategy for improving stability and antioxidant activity of yarrow phenolic compounds after gastrointestinal digestion. *Food Research International*. 2020, 130. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2019.108922
- 52 EL EUCH, S. Kammoun, D.B. HASSINE, S. CAZAUX, N. BOUZOUITA a J. BOUAJILA. *Salvia officinalis* essential oil: Chemical analysis and evaluation of anti-enzymatic and antioxidant bioactivities. *South African Journal of Botany*. 2019, 120, 253-260. ISSN 02546299. Dostupné z: doi:10.1016/j.sajb.2018.07.010
- 53 DANILOVIĆ, Bojana, Natalija ĐORĐEVIĆ, Bojana MILIĆEVIĆ, Branislav ŠOJIĆ, Branimir PAVLIĆ, Vladimir TOMOVIĆ a Dragiša SAVIĆ. Application of sage herbal dust essential oils and supercritical fluid extract for the growth control of *Escherichia coli* in

- minced pork during storage. *LWT*. 2021, 141. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2021.110935
- 54 ABOU BAKER, Doha H., Ryszard AMAROWICZ, Ahmed KANDEIL, Mohamed A. ALI a Eman A. IBRAHIM. Antiviral activity of *Lavandula angustifolia* L. and *Salvia officinalis* L. essential oils against avian influenza H5N1 virus. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2021. ISSN 26661543. Dostupné z: doi:10.1016/j.jafr.2021.100135
- 55 THEUMA, Marilyn a Everaldo ATTARD. From herbal substance to infusion: The fate of polyphenols and trace elements. *Journal of Herbal Medicine*. 2020, 21. ISSN 22108033. Dostupné z: doi:10.1016/j.hermed.2020.100347
- 56 ROCHA, C., A.P. MOURA a L.M. CUNHA. Consumers' associations with herbal infusions and home preparation practices. *Food Quality and Preference*. 2020, 86. ISSN 09503293. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodqual.2020.104006
- 57 KUCHARŤ, Miroslav. *Farmaceutický encyklopedický slovník*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-876-4.
- 58 PERTILE, Eva a Vladimír ČABLÍK. *Instrumentální metody analýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1049-2.
- 59 KUBÁŇ, Vlastimil a Petr KUBÁŇ. *Analýza potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-036-7.
- 60 KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výroby: [technologie potravin]*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-086-6.
- 61 ČIČMANEC, Pavel, Martin HÁJEK, Helena DROBNÁ a Karel FROLICH. *Fyzikální chemie pro bakalářské studium*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016. ISBN 978-80-7560-006-6.
- 62 TEHRANIROKH, Masoomeh, Marcel VAN DEN BRONK, Peter SMITH, et al. Automated liquid-liquid extraction of organic compounds from aqueous samples using a multifunction autosampler syringe. *Journal of Chromatography A*. 2021, 1642. ISSN 00219673. Dostupné z: doi:10.1016/j.chroma.2021.462032
- 63 OPEKAR, František. *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. Praha: Karolinum, 2002. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0553-8.

- 64 JIN, Liang, Xiao-Bai LI, Dan-Qing TIAN, et al. Antioxidant properties and color parameters of herbal teas in China. *Industrial Crops and Products*. 2016, 87, 198-209. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2016.04.044
- 65 JIMÉNEZ-ZAMORA, Ana, Cristina DELGADO-ANDRADE a José A. RUFÍÁN-HENARES. Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of selected plants used for infusion. *Food Chemistry*. 2016, 199, 339-346. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2015.12.019
- 66 ŠULCOVÁ, Petra. *Vlastnosti anorganických pigmentů a metody jejich hodnocení*. Vyd. 2. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-057-6.
- 67 PRCHAL, Václav a Naděžda FASUROVÁ. *Návody pro Praktikum z koloristiky a kolorimetrie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2007. ISBN 978-80-214-3454-7.
- 68 DUŠEK, Libor. *Organické pigmenty*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-719-4635-4.
- 69 LY, Bao Chau K., Ethan B. DYER, Jessica L. FEIG, Anna L. CHIEN a Sandra DEL BINO. Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry. *Journal of Investigative Dermatology*. 2020, 140(1), 3-12.e1. ISSN 0022202X. Dostupné z: doi:10.1016/j.jid.2019.11.003
- 70 BAŞ, S. Dağdeviren a R. GÜRKAN. Selective extraction and enrichment of 5-hydroxymethylfurfural from honey, molasses, jam and vinegar samples prior to sensitive determination by micro-volume UV-vis spectrophotometry. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021, 95. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2020.103664
- 71 SAFDARIAN, Mehdi, Payman HASHEMI a Alireza GHIASVAND. A fast and simple method for determination of β -carotene in commercial fruit juice by cloud point extraction-cold column trapping combined with UV-Vis spectrophotometry. *Food Chemistry*. 2021, 343. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.128481
- 72 SANT'ANNA, Voltaire, Poliana Deyse GURAK, Ligia Damasceno FERREIRA MARCZAK a Isabel Cristina TESSARO. Tracking bioactive compounds with colour changes in foods – A review. *Dyes and Pigments*. 2013, 98(3), 601-608. ISSN 01437208. Dostupné z: doi:10.1016/j.dyepig.2013.04.011
- 73 HARBOURNE, Niamh, Jean Christophe JACQUIER a Dolores O'RIORDAN. Optimisation of the extraction and processing conditions of chamomile (*Matricaria*

- chamomilla* L.) for incorporation into a beverage. *Food Chemistry*. 2009, 115(1), 15-19. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2008.11.044
- 74 *The Dimensions of Colour* [online]. Sydney: Briggs, 2007 [cit. 2021-6-1]. Dostupné z: <http://www.huevaluechroma.com/>
- 75 CAROVIĆ-STANKO, K., M. PETEK, M. GRDIŠA, J. PINTAR, D. BEDEKOVIĆ, M. HERAK ĆUSTIĆ a Z. SATOVIC. Medicinal plants of the family *Lamiaceae* as functional foods – a review . *Czech Journal of Food Sciences*. 2016, 34(5), 377-390. ISSN 12121800. Dostupné z: doi:10.17221/504/2015-CJFS
- 76 KHIYA, Zakaria, Mouhcine HAYANI, Abderrahmane GAMAR, et al. Valorization of the *Salvia officinalis* L. of the Morocco bioactive extracts: Phytochemistry, antioxidant activity and corrosion inhibition. *Journal of King Saud University - Science*. 2019, 31(3), 322-335. ISSN 10183647. Dostupné z: doi:10.1016/j.jksus.2018.11.008
- 77 WALKOWIAK-TOMCZAK, Dorota, Janusz CZAPSKI a Karolina MŁYNARCZYK. Assessment of colour changes during storage of elderberry juice concentrate solutions using the optimization method. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2015, 15(3), 299-309. ISSN 16440730. Dostupné z: doi:10.17306/J.AFS.2016.3.29
- 78 SHONTE, T.T. a H.L. DE KOCK. Descriptive sensory evaluation of cooked stinging nettle (*Urtica dioica* L.) leaves and leaf infusions: Effect of using fresh or oven-dried leaves. *South African Journal of Botany*. 2017, 110, 167-176. ISSN 02546299. Dostupné z: doi:10.1016/j.sajb.2016.11.010