

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta

Faktory ovlivňující kvalitu a množství látek fenolické povahy v rodě *Mentha* L.

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D.

Vypracovala:

Ivana Životská

Lednice 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Faktory ovlivňující kvalitu a množství látek fenolické povahy v rodě *Mentha* L. vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne 9. 5. 2016



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Ivana Životská**
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Zahradnictví
Název tématu: **Faktory ovlivňující množství a kvalitu látek fenolické povahy v rodu Mentha L. (máta)**
Rozsah práce: 40 stran textu

Zásady pro vypracování:

1. Shromáždit aktuální literární podklady o vnitřních a vnějších faktorech ovlivňujících obsah a složení látek fenolické povahy ve vybraných druzích rodu Mentha L.
2. Podrobně se zabývat rozdělením, funkcí a chemismem fenolů, ve vztahu k léčivým rostlinám a především k taxonům rodu Mentha L.
3. Shromáždit informace z odborných článků, porovnat použité metodiky hodnocení fenolických látek.

Seznam odborné literatury:

1. HAJŠLOVÁ, J. – VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS, 2009. 644 s. ISBN 978-80-86-659-16-9.
2. RITZOULIS, C. – RHOADES, J. Introduction to the physical chemistry of foods. Boca Raton, FL. 2013. ISBN 9781466511767, 9781466511750. URL: [http://web2.mendelu.cz/cp_944_navody/web/eBooks%20&%20MyEBSCOhost%20\(CZ\)%20-%20KOMPLETNI%20MANUAL.PDF](http://web2.mendelu.cz/cp_944_navody/web/eBooks%20&%20MyEBSCOhost%20(CZ)%20-%20KOMPLETNI%20MANUAL.PDF).
3. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. ISSN 0021-8561.
4. NEUGEBAUEROVÁ, J. – KAFFKOVÁ, K. Evaluation of antioxidant potential of different taxa of genus *Mentha* L. [CD-ROM]. In Proceedings of the Seventh Conference on Medicinal and Aromatics Plants of Southeast European Countries. s. 151–157. ISBN 978-86-83141-15-9.
5. LAWRENCE, B. M. *Mint : the genus Mentha*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. 556 s. ISBN 978-0-8493-0779-9.
6. NEUGEBAUEROVÁ, J. – VÁBKOVÁ, J. – FOJTOVÁ, J. Složení silice v okrasných družích rodů *Mentha* L. a *Pulegium* Mill. *Zahradnictví*. 2010. sv. IX., č. 12, s. 36–37. ISSN 1213-7596.
7. KUBÁT, K. *Klíč ke kořteně České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 927 s. ISBN 978-80-200-0836-72010.
8. SLAVÍK, B. – CHRTEK, J. *Kořtena České republiky. : 6/*. 1. vyd. Praha: Academia, 2000. 770 s. ISBN 80-200-0306-1.
9. KAFFKOVÁ, K. – ČECHOVÁ, J. Možnosti overenia druhej pravosti taxónov rodu *Mentha* L. In NEUGEBAUEROVÁ, J. – KAFFKOVÁ, K. *18. odborný seminář s mezinárodní účastí Aktuální otázky pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012, s. 62–69. ISBN 978-80-7375-670-3.
10. NEUGEBAUEROVÁ, J. – KAFFKOVÁ, K. Variability of essential oil content of *Mentha* L. taxa. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012. sv. 60, č. 8, s. 187–190. ISSN 1211-8516.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2016

L. S.

Ivona Životská

Ivana Životská
Autorka práce

Robert Pokluda
doc. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Vedoucí ústavu



Jarmila Neugebauerová

Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D.
Vedoucí práce

Robert Pokluda
doc. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

Poděkování

Ráda bych poděkovala především své vedoucí bakalářské práce Ing. Jarmile Neugebauerové, Ph.D. za vedení, ochotu a čas věnovaný mé závěrečné práci. Dále velké poděkování patří i mé rodině, která mě podporovala při celém studiu a při psaní této práce.

Mentha x piperita



1. ÚVOD	8
2. CÍL PRÁCE.....	9
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1 Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny.....	10
3.2 Taxonomie rodu <i>Mentha</i> L.	11
3.2.1 Charakteristika čeledi <i>Lamiaceae</i>	11
3.2.2 Rod <i>Mentha</i> L.....	12
3.2.3 Druhy rodu <i>Mentha</i> L.....	12
3.3 Využití rodu <i>Mentha</i> L.....	16
3.4 Obsahové látky rodu <i>Mentha</i> L.	17
3.4.1 Silice.....	17
3.4.2 Fenolické látky	19
3.5 Pěstování <i>Mentha</i> L. a faktory ovlivňující látky fenolické povahy	35
3.5.1 Vliv délky kultivace na obsah látek fenolické povahy	35
3.5.2 Vliv způsobu pěstování (konvenční a ekologické).....	38
3.5.3 Vliv nadmořské výšky.....	39
3.5.4 Vliv půdní vlhkosti.....	40
3.5.5 Vliv hnojení	41
3.5.6 Vliv teploty.....	43
3.5.7 Vliv termínu sklizně.....	44
3.5.8 Vliv způsobu sušení.....	45
3.5.9 Vliv způsobu množení.....	46
3.5.10 Vliv škůdců a chorob.....	47
4. ZÁVĚR.....	49
5. SOUHRN	51
6. RESUME.....	51
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	53
8. SLOVNÍK POJMŮ.....	63

1. Úvod

Máta patří mezi nejpěstovanější a nejoblíbenější rostlinu, která v dřívějších dobách byla považována za symbol lásky a přátelství. Rod *Mentha* L. zahrnuje přibližně 25 druhů, které se pěstují pro potravinářský a farmaceutický průmysl, nebo jsou pro jejich vzhled a vůni zařazovány jako oblíbené trvalky do zahrad.

V současné době, která je charakterizována stresovým životním stylem, špatnou životosprávou, nečistotou ovzduší a jinými faktory negativně ovlivňujícími kvalitu našeho života, se v těle tvoří nežádoucí volné radikály. Ty mohou přispívat k srdečním onemocněním, mutacím buněk a ke vzniku rakoviny. Proti těmto volným radikálům působí antioxidanty, mezi něž se řadí fenolické látky.

Tyto fenolické látky jsou obsaženy v mátě a jsou známé díky svým antioxidačním účinkům. Vyskytují se převážně v rostlinné říši, a to z toho důvodu, protože pouze rostliny a mikroorganismy jsou schopny syntetizovat aromatické jádro, které je nutnou součástí fenolů.

Do skupin látek fenolických povah řadíme např. flavonoidy, kvercetiny, kyselinu rozmarýnovou, třísloviny aj. Nacházejí se v různých částech rostlin, převážně v plodech, listech a kořenech. Fenoly se tvoří za působení stresoru - poranění rostliny, napadení patogenem, nepříznivými klimatickými podmínkami, nedostatkem výživy, aj. Pro rostlinu jsou tedy velmi důležité, neboť jsou součástí jejich obranných mechanismů.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce s názvem “Faktory ovlivňující kvalitu a množství látek fenolické povahy v rodě *Mentha* L.“ bylo zabývat se rodem máta, popsat vybrané druhy, způsob pěstování a množení, především se však zabývat obsahovými látkami, rozdělením, funkcí a chemismem fenolů. Snahou bylo shromáždit aktuální informace z cizojazyčné literatury o vnitřních a vnějších faktorech, které ovlivňují obsah a složení látek fenolické povahy ve vybraných druzích mát.

3. Literární přehled

3.1 Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny

Rod *Mentha* můžeme zahrnout do léčivých, kořeninových a aromatických rostlin.

Léčivé rostliny, ať už plané, nebo pěstované, jsou takové rostliny, které slouží ve veterinární a humánní medicíně. Často se používají jako doplňky stravy, případně se využívá jejich aromatických složek v likérnictví, pivovarnictví, nebo kosmetice (Kocourková, Pluháčková, Habán, 2015).

V humánní a veterinární medicíně se používají:

- **přímo** - využívá rostliny, které jsou v usušeném stavu, přičemž se stabilizují obsahové látky. Další, méně častý způsob je využití rostlin v čerstvém stavu.
- **nepřímo** - pracuje s takovými rostlinami, které jsou využívány jako surovina pro výrobu léčiv, tzv. galenik.

Usušená, či jinak upravená léčivá rostlina se nazývá vegetabilní droga. Tento pojem zahrnuje jak celou rostlinu, tak pouze její určitou část (*folium*- list, *herba*- nať, *flos*- květ, *fructus*- plod, *radix*- kořen), anebo produkt látkové výměny (Neugebauerová, 2016).

Aromatické rostliny jsou speciální užitkové rostliny, které se zpracovávají pro získání aromatických látek. Jsou to obvykle silice, pryskyřice, kumariny a další látky. Mohou mít uklidňující, euforizující, narkotické a někdy až toxické účinky, např. tabák.

Kořeninové rostliny jsou takové rostliny, které se pěstují pro obsah specificky působících látek. Vyskytují se v nich např. aromatické látky, které mohou upravovat chuť, vůni a vzhled potravinářských výrobků či jídel (Kocourková, Pluháčková, Habán, 2015).

3.2 Taxonomie rodu *Mentha* L.

říše *Plantae* - rostliny

oddělení *Magnoliophyta* - rostliny krytosemenné

třída *Rosopsida* - vyšší dvouděložné rostliny

řád *Lamiales* - hluchavkotvaré

čeleď *Lamiaceae* - hluchavkovité

podčeleď *Nepetoidea*

rod *Mentha* - máta (Kühn, 1988; itis.gov, 2011)

3.2.1 Charakteristika čeledi *Lamiaceae*

Zástupci čeledi *Lamiaceae* (hluchavkovité) se řadí mezi rostliny jednoleté, dvouleté nebo vytrvalé. Dále se mohou vyskytovat jako keře, polokeře nebo stromy - u nás se nenacházejí. Většina těchto rostlin je známa pro výraznou aromaticnost a také pro obsah léčivých látek. Proto jsou tyto rostliny důležité ve fytoterapii, dále při výrobě parfémů, kosmetických přípravků a např. kořenících směsí. Běžně se vysazují i jako okrasné rostliny (Jirásek, Starý, 1986; Kremer, 2004).

Habitus rostlin

Lodyhy jsou obvykle čtyřhranné, jednoduché, nebo větvené. Na povrchu mají jednoduché a žlaznaté chlupy, ve kterých je uložen sekret (silice, pryskyřice atd.).

Listy jsou jednoduché, vstřícné, většinou křížmostojné bez palistů, řapíkaté nebo přisedlé.

Květy jsou drobné, souměrné, oboupohlavní a jsou uspořádané v lichopřeslenech. Ty jsou lákadlem zejména pro včely a motýly. Dvoupyský květ má důležitou funkci při opylování. Zatímco horní pysk chrání bliznu a prašníky, dolní slouží především pro přilet opylovače. Ten ve chvíli, kdy se předklání pro nektar, je shora poprášen pylem.

Koruna má dva pysky: horní, který je celokrajný a dolní trojlaločný, je složena z pěti laloků. Tyčinky bývají obvykle čtyři, buď stejně dlouhé, nebo dvě delší a dvě kratší. V některých případech může květ obsahovat pouze dvě tyčinky. Semeník je svrchní (Štěpánek, 2000).

Mezi významné rostliny této čeledi patří rody *Thymus* (mateřídouška), *Origanum* (dobromysl), *Salvia* (šalvěj), *Lamium* (hluchavka), *Melissa* (meduňka), *Marrubium*

(jablečník), *Betonica* (bukvice), *Hyssopus* (yzop), *Mentha* (máta), *Ocinum basilicum* (bazalka) aj. (Gromová, 1993).

3.2.2 Rod *Mentha* L.

Historie

Máta byla odedávna velmi ceněnou rostlinou. V Orientu ji vládci vkládali do svitků jako symbol přátelství a lásky. Bývalo zvykem, že matky rodily své děti do mátových podušek. Máta bývala nedílnou součástí svateb, kdy nevěsta a ženich byli ověšeni právě touto bylinou. I v Arábii byla velmi oblíbená, proto ji vládci často nosili u sebe, v neposlední řadě sloužila k odpuzování hmyzu. Židé považovali mátu za posvátnou bylinu, a proto ji pokládali s úctou na zem v synagogách. Naproti tomu v Řecku byla máta vnímána negativně. Řekové věřili, že je to bylina podsvětí, a že neblaze ovlivňuje plodnost a odvahu mužů (Bühning, 2010).

Mytologie

Podle legendy slovo *Mentha* pochází z řecké mytologie. Příběh vypráví o krásné nymfě Minthe, do které se zamiloval vládce podsvětí Hádes. Jejich láska však byla prozrazena a Hádova žárlivá manželka Persefona chystala krutou pomstu. Proto Hádes raději proměnil Minthe ve voňavou a krásnou bylinu - Mátu. Persefona ji i přesto v žárlivosti roztrhala na tisíc kousků. A tak prý vznikly různé druhy máty (Krulich, 2006).

3.2.3 Druhy rodu *Mentha* L.

Rod *Mentha* L. zahrnuje přibližně 25 různých druhů. Mezi nejčastěji zkoumané druhy z pohledu obsahových látek, patří:

***Mentha longifolia* L. - máta dlouholistá**

Máta dlouholistá má oddenek s podzemními výběžky. Lodyha je přímá nebo na bázi vystoupavá, ve střední a horní části šedochlupatá s hustými, jednoduchými, dolů zatočenými chlupy. Lodyha je v dolní části lysá, nebo oděná pouze na hranách. Čepel listu je podlouhlá až kopinatá, na bázi uťatá, nebo vykrojená, pilovitá s jednoduchými chlupy, nebo téměř lysá,

světle šedozelená. Na rubu je šedochlupatá až běloplstnatá. Žilnatina je na rubu mírně vyniklá. Květenství je hustý lichoklas. Listeny jsou drobné a čárkovité. Kalich je krátce trubkovitý, koruna je světle fialová až bělavě růžová. Plodem je tmavě hnědá až černohnědá tvrdka s výraznou síťnatou skulpturou.

Tento druh máty se vyskytuje na vlhkých, či střídavě vlhkých půdách, které jsou bohaté na živiny a jsou převážně zásadité, nejlépe jílovité se silnou příměsí skeletu.

Nachází se téměř na celém území České republiky. Zejména v termofytiku a mezofytiku. Pouze v jihozápadních a nejsevernějších Čechách jsou tyto máty vzácné (Štěpánek, 2000; Kubát, 2010).

***Mentha spicata* L. - máta klasnatá**

Máta klasnatá má oddenek s podzemními, lysými výběžky. Lodyha je přímá nebo na bázi vystoupavá, zpravidla v horní polovině větvená, šedochlupatá s hustými převážně dolů zahnutými jednoduchými chlupy, nebo je zdánlivě lysá. Střední a horní lodyžní listy jsou přisedlé, nebo krátce řapíkaté. Čepel je kopinatá, podlouhlá, nebo eliptická až vejčitě kopinatá, špičatá, na bázi uťatá až vykrojená, obvykle řídce ostře pilovitá. Na líci je hustě chlupatá jednoduchými, odstálými, zahnutými chlupy. Na rubu je hustě šedochlupatá s propletenými, neuspořádaně odstálými, jednoduchými chlupy, nebo mohou být listy zdánlivě lysé, s drobnými papilami. Žilnatina je na rubu mírně výrazná. Typ květenství je nepřiliš hustý lichoklas, který je na bázi často přetrhovaný. Listeny má drobné, čárkovité. Kalich je úzce zvonkovitý až trubkovitý. Korunu má světle růžovou až růžově fialovou. Plodem jsou tmavě hnědé až černohnědé tvrdky s naznačenou nebo výraznou síťnatou skulpturou (Štěpánek, 2000).

***Mentha arvensis* L. - máta rolní**

Máta rolní má oddenek s podzemními lysými výběžky, zřídka též nadzemními. Lodyha je přímá, nebo na bázi vystoupavá, často od báze bohatě větvená a hustě oděná dolů sehnutými jednoduchými chlupy. Střední a horní lodyžní listy jsou řapíkaté, čepel je vejčitá, nebo kopinatá až podlouhlá, tupá až špičatá. Žilnatina je na spodní straně mírně vyniklá. Kalich je široce zvonkovitý bez vyniklé žilnatiny. Koruna je světle fialová až světle růžová.

Často ji nacházíme na okrajích polí, vlhkých lesních cestách, pastvinách a zahradách (Kubát, 2010).

Do kultury nebyla nikdy zavedena, neboť silice má nepříznivé složení (Štěpánek, 2000).

Kříženci

Jednotlivé druhy máty se mezi sebou poměrně snadno kříží. Kříženci mezi druhy různé ploidní úrovně jsou sterilní a často nevytváří další dceřiné generace. Jsou ovšem velmi vitální a snadno se množí vegetativně. Naproti tomu kříženci druhů o stejné ploidní úrovni jsou velmi plodní, např. *Mentha x niliaca* Jacq.- máta hebká (Štěpánek, 2000).

Nejznámější kříženci druhů o různé ploidní úrovni:

***Mentha x piperita* L. – máta peprná**

(syn. *Mentha citrata*, *M. baudeliana*, *M. opitziana*)

Mentha x piperita ($2n = 72,96$) vznikla křížením máty vodní (*Mentha aquatica*) a máty klasnaté (*Mentha spicata*). Je vytrvalá aromatická bylina, která vytváří oddenek s podzemními výběžky až 80 cm dlouhými. Lodyha je bohatě větvená, čtyřhranná, vysoká 30-80 cm. Květy jsou růžovofialové, lichoklas je hustý, zkrácený, vejčitý až válcovitý, nebo kuželovitý, listeny jsou malé, čárkovité. Květní stopky jsou hustě oděné drobnými papilami. Tvrdky se zpravidla nevyvíjí a prašníky jsou obvykle zakrnělé. Rozmnožuje se pouze vegetativně, hlavně z výběžků, vyrůstajících z oddenků. Pěstuje se v zahradách, ale lze ji nalézt i ve vlhkých příkopech, na březích rybníků, ale i jinde (Kubát, 2010; Neugebauerová, 2016).

***Mentha x verticillata* L. - máta přeslenitá**

Máta přeslenitá ($2n = 84$) je křížencem máty vodní (*Mentha aquatica*) a máty rolní (*M. arvensis*). Tato vytrvalá rostlina má oddenek s podzemními nebo nadzemními plazivými výběžky. Lodyha je přímá, nebo na bázi vystoupavá a v horní části řídce až dosti hustě oděná jednoduchými chlupy. Čepel listu je vejčitá až vejčitě kopinatá a okraje jsou mělce pilovité (Štěpánek, 2010). Kalich je úzce zvonkovitý, někdy s vyniklou žilnatinou. Květenství je buď celé z oddálených lichopřeslenů, nebo se internodia mezi lichopřesleny směrem k vrcholu květenství zkracují a květenství je v horní části husté. Rozmnožuje se pouze vegetativně.

Tvrdky se obvykle nevyvíjejí. Nacházíme ji na březích vodních nádrží i toků, v rákosinách, na vlhkých pastvinách a loukách, v zamokřených příkopech podél komunikací. Je jeden z nehojnějších taxonů v ČR (Kubát, 2010).

Celosvětově významné máty:

***Mentha dalmatica* Tausch**

Máta dalmatská ($2n = 60$) vznikla křížením *M. arvensis* a *M. longifolia*. Je to vytrvalá rostlina. Lodyha je hustě chlupatá, lodyžní listy řapíkaté, na okrajích mělce ostře pilovité. Lichopřesleny navzájem oddálené v úžlabí listenů, květní stopky řídce chlupaté. Kalich je zvonkovitý, hustě oděný chlupy, koruna je světle fialově růžová. Tvrdky se nevyvíjí. Vyskytuje se na vlhkých stanovištích, v ČR roste jen omezeně (Štěpánek, 2000). Nachází se převážně v jihozápadní Evropě.

***Mentha cervina* L.**

Je vytrvalá rostlina, která má vystoupavé konce stonku, listy jsou přisedlé, kopinaté, celokrajné anebo s nevýraznými zuby. Kalich je uvnitř chlupatý, korunní trubka je rovná, bílá, nebo fialová. Nachází se na březích řek a na vlhkých místech. Vyskytuje se na Pyrenejském poloostrově, v Portugalsku a severní Africe (Gonçalves a kol., 2007).

***Mentha diemenica* Spreng.**

Vytrvalá nízká bylina, označována také jako 'Slender mint' (poznámka autorky) je vystoupavá. Nemá stolony, čepel listu je podlouhlá až kopinatá, její líc je lysý anebo mírně chlupatý. Okraje listu jsou pilovité. Květy jsou trubkovité až zvonkovité. Kalich je zbarvený do růžova a fialova. Vyskytuje se v Austrálii a v Tasmánii (Lawrence, 2007).

***Mentha requienii* Benth.**

Máta korsická je drobná půdopokryvná vytrvalá rostlina. Má poléhavé výhony, listy jsou do 7 mm dlouhé, oválného až vejčitého tvaru. Květy jsou v přeslencech, zbarvené do fialova. Vyskytují se na stinných, vlhčích místech. Celková výška rostliny je do 10 – 20 mm. Její přirozený výskyt je na Korsice, Sardinii a v Itálii (Bown, 2002).

3.3 Využití rodu *Mentha* L.

Obsahuje velmi cennou látku – mentol, který vyvolává pocit chladu a znecitlivění. Pomáhá při žaludečních problémech, uvolňování žaludečních křečí, bolestí jater, žlučníku, zlepšuje chuť k jídlu. Má také pozitivní vliv na impotenci a celkově uklidňuje a posiluje organismus.

Využívá se také proti svědivým vyrážkám, při bolestech zubů, ke kloktání pro zpříjemnění dechu. Dále se využívá při námaze, kdy tiší bolest kloubů a svalů, používá se jako přísada do léčebných bylinných koupelí, bývá také součástí bylinných čajů (Fialová, 2015).

Máta nepůsobí vždy pozitivně. Pokud bychom chtěli užívat mátu samostatně, je nutno léčebnou kúru vždy po 10 dnech na týden přerušit. Hlavně u malých dětí do 4 let by se mělo s mátou zacházet opatrně. Působí na hladké svalstvo dýchací soustavy, a proto se mohou objevovat problémy s dýcháním. Kojícím ženám může máta způsobit snížení produkce mateřského mléka (Fialová, 2015).

Všeobecně se využívá pro léčebné účely více druhů mát, avšak v Českém lékopise se z rodu *Mentha* zmiňuje pouze máta peprná. Oficinální drogy, popsané v Českém lékopise, 2009, jsou:

- *Menthae piperitae folium*-list máty peprné
- *Menthae piperitae herba*- nať máty peprné
- *Menthae piperitae etheroleum*- silice máty peprné

V potravinářském průmyslu je máta ceněna pro své aromatické a zdraví prospěšné látky. Sbíraná část máty se přidává do směsí bylinkových čajů a do potravin. Používá se pro dochucování cukrovinek, žvýkaček, alkoholu aj. Typickými druhy mát, které se běžně přidávají do likérů a jiného alkoholu jsou např. *Mentha spicata* a *Mentha requienii* (Gul in Aflatuni, 2005). V kosmetickém průmyslu se silice přidávají do masážních krémů, mýdel, antiperspirantů, dále do zubních past a ústních vod a to pro osvěžující a chladivý efekt obsaženého mentolu a mentonu. Nejpoužívanější silice jsou z *Mentha x piperita* a *Mentha canadensis*, která je nejbohatším zdrojem mentolu (Small, 2006; Fialová, 2015).

3.4 Obsahové látky rodu *Mentha* L.

Mentha x piperita obsahuje třísloviny, slizy, hořčiny, glykosidy, dále minerální látky (K, Ca, Na, P, Mg a Fe), vitamíny C, A, thiamin, riboflavin a niacin. Mezi nejvýznamnější látky z tohoto rodu patří silice a látky fenolické povahy. Obsah draslíku je 569 mg / 100 g čerstvých listů, obsah vitamínu C je 31,8 mg/100 g. Podrobněji v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Obsah vitamínů a minerálních látek v *Mentha x piperita* [mg/100 g]

draslík	569 mg
vápník	243 mg
hořčík	80 mg
fosfor	73 mg
sodík	31 mg
železo	5,08 mg
vitamín C	31,8 mg
niacin B3	1,706 mg
riboflavin B2	0,266 mg
thiamin B1	0,082 mg

Upraveno podle USDA

Vitamín C (kyselina askorbová) je velmi nestálý. V průběhu skladování, průmyslovém a kulinárním zpracování se jeho obsah v potravine mění. Celkové ztráty se pohybují zpravidla mezi 20 až 80 % a jsou způsobeny převážně oxidací a výluhem (Neugebauerová, Vábková, 2008).

3.4.1 Silice

Silice představují olejovitou směs těkavých látek. Synonymně jsou nazývány také éterickými oleji, esenciálními oleji či těkavými oleji. Tyto aromatické látky jsou uloženy v parenchymatických pletivech, ve velkých vakuolách idioblastech, nebo ve speciálních buněčných stavbách, např. žlázatých chlupech, nádržkách, kanálcích (Olšanský, 2006).

Vlastnosti

Silice jsou složeny z mnoha chemických sloučenin. Nejčastěji se zde vyskytují terpeny, nebo terpenové deriváty. V menším množství se zde nacházejí organické sloučeniny např. aldehydy, ketony, estery, alkoholy aj., které mají značný význam pro aromatické a chuťové vlastnosti rostliny (Tomko, 1999).

Silice jsou během skladování velice nestálé. Při delší úchově se složky mění a zhoršuje se jejich kvalita. V kontaktu s vodními parami těkají, rozpadají se, vypařují se a pryskyřičnatí. Mohou se odlišovat nejen chemicky, ale i vizuálně. Látka tmavne a zvyšuje se její hustota. Proto se doporučuje uchovávat silice v mrazničkách, kde se enzymové reakce zastaví (Bühning, 2010).

Využití

Silice mají široké použití. Často se přidávají do různých kosmetických přípravků. V terapii jsou využívána jako karminativa, expektorancia, diuretika, nervina, anthelmintika, korigencia a spasmolytika (Jirásek, Starý, 1989).

Metody získávání silic

- a) **extrakce organickými rozpouštědly:** Extrakce rostlinného materiálu do organických rozpouštědel (benzín, petroléter) (Blašík, 2008).
- b) **destilace vodní párou:** Jedná se o nejpoužívanější metodu pro získávání silic a zároveň tou nejméně šetrnou metodou kvůli poškozování "jemnějších" složek silic. Silice se vážou s vodní párou, při následném ochlazení kondenzují a zůstávají na hladině vody, odkud je lze stáhnout do kalibrované kapiláry a zjistit jejich kvantitu (Boško, 2015).

Silice se uchovávají ve zcela naplněných vzduchotěsných obalech, kde jsou chráněny před světlem a teplem (Český lékopis, 2009).

Silice máty peprné podle Českého lékopisu

Silice máty peprné (*Menthae piperitae etheroleum*) se získávají destilací vodní párou z čerstvé natě kvetoucí rostliny. Silice je bezbarvá, nažloutlá, nebo lehce zelenožlutá tekutina, charakteristické vůně a chladivé chuti.

Tabulka 2 : Složky v silici *Mentha x piperita*

limonen	1,0 % až 5,0
cineol	3,5 % až 14,0
menton	14,0 % až 32,0
mentofuran	1,0 % až 9,0
pulegon	nejvýše 4,0
isomenton	1,5 % až 10,0
mentylacetát	2,8 % až 10,0
mentol	30,0 % až 55,0

Český lékopis (2009)

Z tabulky vyplývá, že v silici máty peprné jsou nejvíce zastoupeny menton a mentol.

3.4.2 Fenolické látky

Fenolické látky se vyskytují ve značných koncentracích a jsou uloženy ve vakuolách. Je známo přes 4500 polymerů a stále jsou objevovány další. Nachází se v různých částech rostlin, převážně v plodech, listech, kořenech. Dávají rostlinám speciální vlastnosti např. zlepšení trvanlivosti dřeva, vůně, vzhledu a jsou příčinou barevnosti květů, plodů a někdy i listů (Míka a kol., 2001).

Tyto přírodní rostlinné pigmenty jsou rozšířeny zejména v rostlinné říši, jelikož pouze rostliny a mikroorganismy jsou schopny syntetizovat aromatické jádro, které je součástí těchto fenolických látek.

Variabilita chemických struktur těchto látek začíná od jednoduchých molekul s jedním aromatickým jádrem a končí u složitých, vysoce komplexních polymerů (např. lignin, třísloviny). Fenoly musí mít vždy alespoň jeden aromatický kruh a nejméně jednu hydroxylovou skupinu (Velíšek, Cejpek, 2008).

Vlastnosti fenolických látek

Fenolické látky se řadí mezi sekundární metabolity, které se na rozdíl od primárních metabolitů nepodílí přímo na růstu a vývoji rostliny (Croteau a kol., 2010).

Tyto látky jsou součástí většiny potravin. V rostlinných produktech se vyskytují jako látky vonné, látky chuťové či barviva. Nositelem trpké chuti jsou např. kondenzované třísloviny zvané flavolany, naopak mezi vonné fenoly patří kumariny (Velíšek, 2002).

Fenolické látky jsou v potravě převážně zastoupeny hydroxyskořicovými kyselinami, zejména ve formě esterů. Nejčastější je kyselina kávová a její estery, dále pak kyselina ferulová.

Podle Valentová (2012), mohou mít přírodní barviva, která se běžně objevují v potravinách a nápojích, odstíny bílé, přes žlutou až po červenou a modrou. Obzvláště bohaté na tyto látky jsou červená vína. V tabulce č. 3 jsou popsány vlastnosti fenolických kyselin.

Tabulka 3: Fenolické kyseliny a jejich charakteristické barvy v potravinách a nápojích

název kyseliny	potravina, nápoje	charakteristická barva
kyselina ferulová	celozrnné potraviny	žlutá
kyselina kávová	káva	hnědá
kyselina skořicová	špenát, hlávkový salát	zelená
kyselina gallová	víno červené, v menší míře i bílé	červená
kyselina ellagová	vlašské ořechy, maliny, ostružiny	fialová

Zpracováno podle Valentová (2012)

Rostliny se proti konzumaci býložravci brání vyšším obsahem fenolických látek. Tato obrana spočívá především v interakci mnohých fenolických látek s bílkovinami, které jsou vázány v ústech organismů. Společně vyvolávají vysrážení mukoproteinů ve slinách a následnou ztrátu viskozity. V důsledku tohoto jevu se suché sliznice při žvýkání potravy třou o sebe. Dostavuje se svíravý pocit, který není pro konzumenty příjemný. Obecně platí, že čím vyšší obsah fenolických látek, tím horší je chuť potraviny (Loučko, Macháčová, Moravcová, 2001).

Býložravci využívají pro lepší trávení velkomolekulové třísloviny. Tyto rostlinné fenolické sloučeniny se hydroxylovými skupinami vážou na bílkoviny a vytváří komplex, který působí proti nadýmání po pastvě. Samostatné třísloviny snižují příjem píče zvířetem a stravitelnost (Míka a kol., 2001).

V experimentu Fialová, Tekeřová, Grančai (2012) bylo hodnoceno množství celkových hydroxyskořicových derivátů (THD) a to v nadzemní i podzemní části máty. Při porovnávání hodnot THD v listech a podzemních částech byly zjištěné hodnoty velmi blízké. V listech bylo stanoveno 0,79 – 2,48 % THD, podzemní část obsahovala 0,96 – 2,18 % THD.

Faktory ovlivňující kvalitu a množství fenolických látek:

Životní prostředí rostliny je komplex vnějších faktorů, které rostlinu ovlivňují (Pavlová, 2012).

Fenolické látky a jejich obsah závisí na vnitřních a vnějších faktorech rostlin. Do vnitřních faktorů se řadí odrůdové vlastnosti a také samotný vývoj rostliny (ontogeneze). Mezi vnější faktory patří klimatické podmínky, způsob pěstování, hnojení, nadmořská výška, sklizeň, sušení drogy aj. Rostliny, které jsou vystavovány více stresovým faktorům např. nedostatek živin, přílišné zaplevelení, poškození škůdců, mají sklony k většímu vytváření sekundárních metabolitů obsahující látky fenolické povahy. Z toho důvodu mají volně rostoucí rostliny větší počet těchto sekundárních produktů (i větší antioxidační aktivitu), na rozdíl od rostlin pěstovaných ve specializovaných střediscích (Kouřimská a kol., 2014).

Faktory, které ovlivňují kvalitu a kvantitu sekundárních metabolitů jsou důležité z pěstebního a ekonomického úhlu pohledu. Pro maximální výnos je důležité znát nejvhodnější dobu sklizně, správnou dobu aplikace hnojiv, vhodné pěstební podmínky aj. (Pavarini a kol., 2012).

Využití

Význam fenolických látek spočívá především v použití v medicíně. Odhaduje se, že mohou mít okolo 40 různých farmakologických účinků (Míka a kol., 2001). Fenolické látky snižují propustnost a křehkost vlásečnic, proto se využívají jako léčiva proti kornatění tepen a proti nepravidelnosti krevního oběhu. Vyskytují se v geriatrických přípravcích a to z toho důvodu, že upravují a zlepšují metabolismus a podporují pružnost kapilár. Mimo jiné mají diuretické, antiseptické a spasmolytické účinky a regenerují poškozená játra.

Volné radikály a antioxidanty

Kyslík je pro naši existenci nepostradatelný. Pokud ovšem jeho sloučeniny ve formě volných radikálů přesáhnou potřebné množství pro správné fungování buněk, mohou tyto buňky naopak poškozovat (Štípek, 2010). Konkrétně mitochondrie v buňkách potřebují kyslík k maximální tvorbě energie. V případě nadměrného množství reaktivních sloučenin kyslíku, je organismus vystaven oxidačnímu stresu. A právě antioxidanty jsou látky, které chrání organismus před tímto druhem stresu (Kalač, 2003). Buňky si pro svou ochranu vytváří enzymatické látky, které volné radikály oslabují, neutralizují, nebo detoxikují. Na jednu jedinou buňku denně působí kolem deseti tisíc volných radikálů (Ortemberg, 2003).

Volné radikály jsou atomy, molekuly, nebo jejich fragmenty, které obsahují jeden a více nepárových elektronů a jsou schopny, byť krátkou dobu, samostatné existence. Tyto často velmi reaktivní látky, párují svůj nepárový elektron s elektronem, který odebírají jiné látky, čímž ji oxidují. Volné radikály mohou měnit nukleové kyseliny a přispívat tak k různým nežádoucím mutacím. Stávají se častým iniciátorem rakoviny a srdečních onemocnění. Jsou jimi např. peroxid vodíku (H_2O_2), oxid dusičitý (NO_2), ozon (O_3) aj. (Strejčková, 2013).

Volné radikály mají i pozitivní účinky. Denně si je náš organismus vytváří k potýkání se s cizorodými látkami a uplatňují se i při metabolických procesech a tvorbě energie. Potíže nastanou v případě, když se jich v těle vytvoří nadbytek (Kalač, 2003).

Příčinou vzniku nadměrného množství volných radikálů může být zamoření ovzduší, toxické nebo chemické látky, závislost na lécích, fyzický a psychický stres, kouření, nadměrné vystavování se slunečním paprskům, nevhodný jídelníček atd. (Ortemberg, 2003). Podle Mindell a Mundis (2006) je vyvolávajícím faktorem i konzumace uzeného masa.

Nové studie ukazují na rozdíly v populacích různých kontinentů, popř. států a nemoci v nich se vyskytující a zároveň apelují na zlepšení naší životosprávy a minimalizování stresů při každodenních situacích (Hampl, Lapčík, 1996).

Naše tělo s přibývajícím věkem vytváří stále méně přirozených antioxidantů a více volných radikálů. Zrychluje se proces stárnutí, tvoří se vrásky a objevují se různá chronická onemocnění. Proto je důležité konzumovat potraviny s antioxidanty. Správným výběrem potravy se mohou snížit rizika srdečních onemocnění a riziko rakoviny (Mindell a Mundis, 2006; Strejčková, 2013).

Silně působící antioxidanty chrání před infarktem a mozkovou příhodou, zpomalují průběh Alzheimerovy choroby, pomáhají při detoxikaci těla po užívání protirakovinných léků (chemoterapii), snižují hladinu cholesterolu a nebezpečí vzniku nádorů. Dále tlumí následky kouření, chrání zrak před degenerativními pochody atd.

Mezi potraviny a potravinové doplňky s velkým obsahem antioxidantů řadíme například zelený čaj, ostružiny, lékořici, dobromysl, výtažek z jinanu dvoulaločného (*Gingo biloba*) a jader hroznů (Mindell a Mundis, 2006).

Rod *Mentha* L. obsahuje mnoho látek, které se podílí na obranyschopnosti buněk před volnými radikály:

- Vitamín C (kyselina L-askorbová): je součástí antioxidačního ochranného mechanismu ve tkáních a buňkách. V mátě peprné je, podle údajů USDA, 31,8 mg/100 g.
- Superoxiddismutáza: enzym, který si vytváří sám organismus a využívá jej na neutralizaci volných radikálů, především peroxidu vodíku, aniž by se enzym sám stal nestabilní. Mimo jiné podporuje využití zinku, mědi a manganu (Keresteš a kol, 2011).
- Cystein: neesenciální aminokyselina obsahující síru, která je nezbytná pro tvorbu glutathionu. Cystein se využívá při detoxikaci organismu od jedovatých a škodlivých látek, např. od cigaretového kouře, alkoholu, smogu, zplodin.

Mezi další látky v rodě *Mentha* zejména patří látky fenolické povahy (flavonoidy, ubichinon), vitamíny A, B, E, glukóza, kataláza, huminové kyseliny, cytochrom C a dále aminokyseliny a aktivní aldehydy, které obsahují dusík, síru a selen (Sazhina, Misin, Korotková, 2014).

Rozdělení látek fenolické povahy

Fenolické látky můžeme dělit podle povahy na látky flavonoidní (antokyanidy, flavonoly, flavonoidy, dihydroflavonoly) a neflavonoidní (stilbeny, těkavé fenoly, hydroxyskořicové a hydroxybenzoové kyseliny a jejich deriváty). Další rozdělení může být podle organoleptických vlastností, na vonné látky (určité kumariny), chuťové látky (jednoduché

fenoly a polyfenoly) a na barviva (flavonoidy, stilbeny, lignany, xantiny a některé chinony) (Velíšek, 2002; Jarošová, 2012).

Dále se mohou dělit podle chemické struktury. V tabulce č. 4, Velíšek (2002) rozděluje fenolové sloučeniny podle počtu uhlovodíků. Látky s 6-ti uhlovodíky patří mezi nejjednodušší, k nim se řadí benzochinony a jednoduché fenoly, Po přidání uhlovodíku vznikají fenolové kyseliny, např. benzoová a skořicová. Mezi další látky s více uhlovodíky patří např. xantony, stilbeny, flavonoidy, ligniny a flavolany.

Tabulka 4: Hlavní skupiny fenolových sloučenin

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

Upraveno podle Velíšek (2002)

Charakteristika hlavních fenolických skupin

Hlavní skupiny fenolických látek jsou jednoduché fenolické látky, fenolické kyseliny, flavonoidy, isoflavonoidy, kumariny, stilbenoidy, třísloviny, ligniny, lignany, suberiny a xanthony.

a) jednoduché fenolické látky a fenolické kyseliny

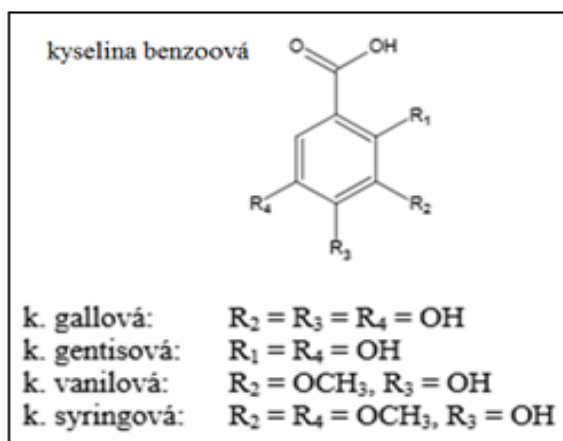
Jednoduché fenoly (latechol, quajakol, floroglucinol) se v rostlinných buňkách vyskytují zřídka. Výjimkou je látka hydrochinon, který je obsažen v čeledi *Ericaceae*, *Rosaceae*, *Laminaceae* aj. ve vyšších hodnotách (Míka, 2001; Luštinec, Žárský, 2003). Mezi fyziologicky nejdůležitější chinony v rodě *Mentha* se řadí plastochinon (ve fotosystému 2), ubichinon (v dýchacím řetězci), resorcinol a hydrochinon.

Mezi důležité kyseliny patří kys. benzoová a skořicová a jejich deriváty. Jsou dobře rozpustné v polárních organických rozpouštědlech. Tyto kyseliny se vyznačují nestabilitou a rychlou oxidací, zvláště v alkalickém prostředí (Míka a kol., 2001).

Kyselina benzoová je nejjednodušší aromatickou kyselinou. Tato kyselina a její deriváty (C_6-C_1) se v silicích vyskytují ve formě esterů a přítomnost volné kyseliny vůni neovlivňují. Vzniká z kyseliny skořicové a cinnamoyl-CoA zkrácením postranního řetězce.

Mezi další fenolické kyseliny, vycházejí z kyseliny benzoové, patří kyselina gallová, její dimer (hexahydroxydifenová kyselina). Jsou významné pro stavební funkci hydrolyzovaných kyselin (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Obrázek 1: Kyselina benzoová a její deriváty



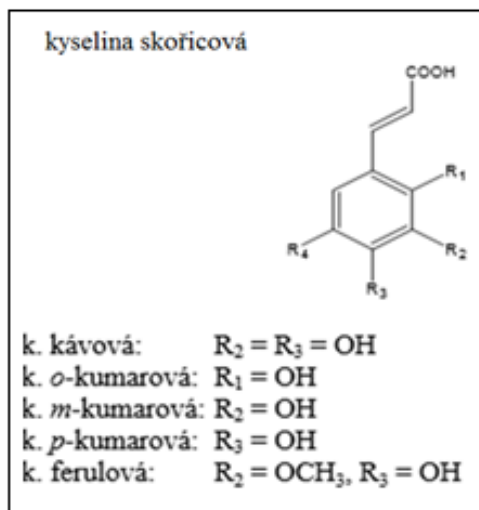
Upraveno podle Marcaníková, Beňová (2000)

Kyselina skořicová a její deriváty (C_6-C_3) jsou stejně jako kyselina benzoová velmi důležitou součástí rostlin. Většina těchto fenolických kyselin (káвовá, ferulová, sinapová, 4-kumarová) jsou přítomné v hojné míře, a to převážně ve formě esterů. Estery kyseliny chinonové (kys.

chlorogenová) a depsidy (kyselina rozmarýnová, lithospermová) jsou význačné pro čeled' *Lamiaceae* a *Boraginaceae* (Míka a kol., 2001).

Fenolické kyseliny a jejich deriváty vykazují účinky primárních antioxidantů. Aktivita je závislá na počtu hydroxylových skupin v molekule (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Obrázek 2: Kyselina skořicová a její deriváty



Upraveno podle Marcaníková, Beňová (2000)

b) flavonoidy

Flavonoidy jsou univerzální rostlinné pigmenty a primární antioxidanty. V rostlinné říši jsou široce rozšířeny. Jejich počet je odhadován na 4000. Nejvíce se hromadí v centrální vakuole, v kutikule a v pokožkových (epidermálních) buňkách listů. Flavonoidy ze svého okolí absorbují UV záření, které dokáže vnímat pouze hmyz. Ten je jím lákán k rostlině, kterou následně opyluje. Další zajímavostí je, že mohou působit i jako atraktanty pro hmyz požírající listy. Např. bourec morušový inklinuje k moruši (Míka a kol. 2001).

Jejich základní molekulární strukturu tvoří flavan. Flavonoidy představují látky s patnácti uhlíkatým skeletem, které obsahují dvě fenolová jádra a kyslíkatý heterocykl (Hampl, Lapčík, 1996; Keresteš a kol., 2011).

Mezi fyziologicky nejvýznamnější flavonoidy se řadí:

- **anokyaniny** (z řeckého slova anthos, květ a kyanos, tmavě modrý) jsou barevné pigmenty, které se vyskytují v modrých, purpurových a červených květech. Mohou se vyskytovat i v jiných částech rostlin, např. stoncích, plodech, listech a kořenech. Mezi nejvíce rozšířené antokyaniny patří např. modrý cyanidin, červený pelargoninid a purpurový petunidin. Zbarvení antokyaninů je závislé na pH buněčné šťávy. V alkalickém prostředí jsou zbarveny do modra, v kyselém do červena, a pokud se jedná o velmi zásadité prostředí, dosahují žluto-zelené barvy.
- **flavonoly** jsou nejrozšířenější skupinou flavonoidů. Podobně jako flavony a flavanony mají obdobnou strukturu jako antokyaniny. Liší se pouze centrálním kruhem a na něj navázaným kyslíkem. Obvykle jsou nažloutlé a přispívají také k zbarvení květů. Nejvýznamnějším flavonolem je kvercetin, který je též známý jako silný antioxidant (Luštinec, Žárský, 2003; Krejčíková, 2012).
- **flavony** se vyskytují méně než flavonoly, hlavními zástupci jsou apigenin a luteolin, který má protizánětlivé a biologické účinky.
- **flavanony** obsažené v rostlinách, jsou převážně chuťové látky. Mezi nejznámější flavanony se řadí eriocitrin, hesperidin a naringenin, které mají antioxidační účinky. Hesperidin je mimo jiné zkoumán pro své protirakovinné účinky (Tanaka a kol., 2012; Fiedorová, 2008).

Množství fenolických látek v listech *Mentha x piperita* se pohybuje v sušině v rozmezí 19 – 23 %, z nich 12 % patří flavonoidům, zahrnující eriocitrin, kyselinu rozmarýnovou, hesperidin, luteolin 7 – O –rutinosid aj. (Pérez a kol., 2014).

Dorman a kol. (2014) porovnával 3 druhy flavonoidů u *M. verticillata*, *arvensis*, *aquatica* a *M. x piperita*. Ukázalo se, že nejvíce eriocitrinu obsahovala *M. x piperita* (40,28 mg/g), nejvyšší množství luteolinu měla *M. verticillata* (6,66 mg/g) a apigenin byl nejvíce zastoupen v *M. x piperita*. Podrobněji v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Obsah vybraných flavonoidů [mg/g] v sušině

flavonoidy	<i>M. verticillata</i>	<i>M. x piperita</i>	<i>M. arvensis</i>	<i>M. aquatica</i>
eriocitrin	6,66 ± 0,15	40,27 ± 0,18	0,37 ± 0,02	6,41 ± 0,07
luteolin 7-O glykosid	9,15 ± 0,11	2,70 ± 0,01	4,36 ± 0,04	6,62 ± 0,13
apigenin	6,45 ± 0,01	52,8 ± 0,06	11,0 ± 0,04	23,3 ± 0,19

Upraveno podle Dorman a kol. (2003)

c) Isoflavonoidy

Jsou nejpočetnější skupinou fytoalexinů. Fytoalexiny jsou podle Luštinec, Žárský, (2003) látky, které se za normálních podmínek v rostlinách nevyskytují, avšak začnou se vytvářet po napadení patogenem. To znamená, že tyto látky tvoří rostlina ke své přirozené obraně proti patogenním činitelům, nejčastěji při napadení nižšími houbami. Tyto látky se rychle hromadí zejména v listech, plodech a kořenech.

Hlavními představiteli isoflavonoidů jsou isoflavony a od nich odvozené isoflavonony a pterokarpany. Isoflavony a některé jejich deriváty mají estrogení a antimikrobiální účinky (Bantová, 2010).

Podobné fytoalexinům jsou elicitory. Elicitor je sloučenina, která působí jako stresor a je schopna stimulovat tvorbu jiné sloučeniny uvnitř buněčného organismu. Liší se od fytoalexinů především tím, že nebývá součástí buněčného organismu, ale aplikuje se ve formě postřiků na list. Během elicítace dochází k expresi genů, tvorbě enzymů (chalkonsyntáza, fenylalaninamoniaklyasa aj.) a poté ke zvyšování syntézy např. fytoalexinů, flavonoidů, isoflavonoidů i dalších sekundárních látek (Kašparová a kol., 2012). Elicitory se rozdělují na fyzikální (záření), biologické (mikroorganismy) a chemické (těžké kovy, chemické látky), které jsou nejpoužívanější. Elicítace chemického typu spočívá v přidání růstových regulátorů a přísadky prekurzorů (Dias, 2016). Nejvíce využívanou látkou je kyselina salicylová a peroxid vodíků (Pérez a kol., 2014).

Vliv elicitoru na látky fenolické povahy

V experimentu Pérez a kol. (2014) byl hodnocen vliv aplikace kyseliny salicylové (SA) na porost *Mentha x piperita*. Celkový obsah fenolických látek (TPC) a množství flavonoidů bylo

měřeno kolorimetricky a výsledky v sušině u TPC byly vztaženy ke kyselině gallové. U flavonoidů byly hodnoty vyjádřeny jako katechin.

Pro hodnocení obsahu látek fenolické povahy byly použity 3 různé koncentrace SA (0,5, 1,0, 2,0 mM).

Připravený výluh po ošetření máty elicitorem ukázal zvýšení látek fenolické povahy. Hodnoty TPC se z kontrolní hodnoty 29,42 mg CAE/g zvýšily nejvíce při aplikaci 0,5 mM SA a to na 48,63 mg CAE/g. Obsah flavonoidů nejvíce vzrostl po aplikaci 1,0 mM SA, kdy se oproti kontrolní hodnotě 8,6 mg CAE/g zvýšil na 17,81 mg CAE/g. Látky jako rutin, kyselina sinapová a naringin, mohly být pro svůj minimální obsah v rostlině změřeny až po ošetření SA. Rutin byl měřitelný pouze po aplikaci 1,0 mM SA, kyselina sinapová pouze při aplikaci 0,5 mM SA, obsah naringinu byl zvýšen při všech koncentracích SA. Nejvíce ho bylo zjištěno při 1mM, kdy jeho obsah činil 50,62 mg CAE/g, zatímco v ostatních koncentracích dosahoval pouze 6,36 – 6,91 mg CAE/g. Viz tabulka č. 6.

Elicitor, kyselina salicylová, nejen zvýšil obsah fenolických sloučenin, ale měl pozitivní vliv na růstové parametry máty - na celkový růst, délku kořenů a listů.

Tabulka 6: Množství látek fenolické povahy u *Mentha x piperita* po ošetření kyselinou salicylovou.

	kontrolní vzorek	SA 0,5 mM	SA 1 mM	SA 2 mM
celkové množství fenolických látek	29,42 ± 0,8	48,63 ± 1,8	39,82 ± 1,2	38,75 ± 3,2
flavonoidy	8,60 ± 0,3	16,62 ± 0,9	17,87 ± 1,1	13,49 ± 0,7
kyselina kávová	1,04 ± 0,0	1,06 ± 0,1	0,69 ± 0,2	0,66 ± 0,0
kyselina hydroxyskořicová	0,74 ± 0,0	1,27 ± 0,0	0,65 ± 0,0	0,76 ± 0,0
kyselina sinapová	LLD	0,23 ± 0,1	LLD	LLD
kyselina rozmarýnová	68,10 ± 0,2	94,35 ± 0,6	112,74 ± 0,2	91,94 ± 6,4
rutin	LLD	LLD	3,85 ± 0,1	LLD
kvercetin	2,28 ± 0,1	5,07 ± 0,1	3,78 ± 0,1	3,01 ± 0,6
naringin	LLD	50,62 ± 1,5	6,91 ± 0,9	6,36 ± 2,7
hesperidin	32,30 ± 0,3	48,40 ± 0,3	79,44 ± 0,2	61,49 ± 0,4

LLD-pro velmi nízkou hodnotu, neměřitelná
Upraveno podle Pérez a kol. (2014)

d) Kumariny

V rostlinách se podílejí na obranných funkcích, mají povahu fyto toxinů. Mají antimikrobiální a protipožerové účinky a mohou být i inhibitory klíčení (Míka a kol., 2001; Velíšek, Hajšlová, 2009). V rostlinné říši jsou velmi rozšířeny, je jich popsáno více než tisíc druhů. Obsah kumarinů v rodu *Mentha* nebyl dosud zkoumán, bylo však hodnoceno množství kumarinu v *Melittis melissophyllum*, patřící rovněž do čeledi hluchavkovitých.

Podle experimentu Maggi a kol. (2011) celkový obsah kumarinů v *Melittis melissophyllum* (medovník meduňkolistý) je nejvyšší v růstové fázi před květem, kdy je obsah v čerstvých listech, přepočítáno na sušinu, 14 392 mg/kg a v sušených 11 125 mg/kg. V rané fázi kvetení obsah klesá a od fáze tvorby semen opět narůstá, kdy dosahuje v čerstvých listech obsahu 9 742 mg/kg (v sušených 6 297 mg/kg).

e) Stilbeny

Stilbeny jsou syntetizovány z kyseliny skořicové. V rostlinách zvyšují odolnost vůči plísním, jsou produkovány v závislosti na mikrobiální infekci nebo stresu. Vyvolávají obranný mechanismus. Významným zástupcem je resveratrol, který působí jako prevence i léčba srdečních onemocnění (Havlík, Marounek, 2012).

Hluchavkovité rostliny, jako je *Mentha* cv. *Chocolate Mint*, *Rosmarinus officinalis*, *Melissa officinalis* a *Origanum vulgare*, mají pozitivní účinky na hypertenzi. Obsahují totiž látky inhibující aktivitu tkáňového angiotensinu - konvertujícího enzymu (ACE), který zapříčiňuje vysoký krevní tlak. Nejvyšší inhibici vykazuje resveratrol (24,1 %), dále hydroxybenzoové kyseliny (19,3 %) a kyselina kumarová (2,3 %) (Kwon a kol. 2006).

f) Třísloviny

Třísloviny se odlišují od ostatních fenolických látek hlavně výraznou molekulovou hmotností. Jsou to látky vysoce hydroxylované a vytváří nerozpustné komplexy se sacharidy a proteiny (Havlík, Marounek, 2012). Rozdělují se na dvě skupiny: hydrolyzované třísloviny - taniny a kondenzované třísloviny – flavanoly (Kalač, 2001). Hydrolyzované taniny se hydrolyzují působením zásad, kyselin, enzymů nebo varem. Obvykle to jsou polymery esterů kyseliny

gallové a ellagové. Kondenzované flavanoly jsou v rostlinách obsaženy častěji. Po hydrolyze v kyselém prostředí se rozkládají na katechiny (Velíšek, 2002).

V experimentu Pramila a kol. (2011) byl sledován vliv methanolového extraktu ze sušených listů máty peprné na velikost inhibiční zóny, které brání v jejich růstu. Obsažené třísloviny, nacházející se v extraktu, měly antimikrobiální účinky na bakterii *Escherichia coli* s inhibiční zónou 1,37 mm, na druh houby *Candida albicans* o inhibiční zóně 1,63 mm a na *Staphylococcus* sp. o velikosti inhibiční zóny 1,10 mm. Mátový extrakt ukázal značný vliv na mikrobiální aktivitu vybraných bakterií a hub.

g) Ligniny

Vyskytují se v buněčných stěnách cévnatých rostlin, v nichž přispívají k pevnosti a tuhosti (Míka a kol., 2001).

h) Lignany

Podílí se na ochraně proti rostlinným patogenům, kontrole růstu rostliny a mohou působit jako fytoestrogeny. Kromě rostlinných lignanů mohou být v trávicím traktu i lignany vytvořené mikrobiální činností (Havlík, Marounek, 2012).

i) Suberiny

Suberiny chrání rostlinná pletiva před nadměrnou ztrátou vody a invazi patogenů. Nachází se v kořenech, stolonech, hlízách a kůře.

j) Xanthony

Jsou to žlutá barviva. Mají protizánětlivé, antivirové a silné antibakteriální účinky. Některé xanthony zamezují shlukování krevních destiček (Míka a kol., 2001).

Vliv druhu a odrůdy na celkové množství fenolických látek

V experimentu Neugebauerová, Vábková (2010) byl hodnocen vnitřní faktor ovlivňující látky fenolické povahy, a to množství fenolických látek (TPC) u 13- ti druhů máty (*Mentha* L.) a

poleje (*Pulegium* Mill.). Hodnoty byly měřeny spektrofotometricky a jako standard byla použita kyselina gallová.

Nejnižší obsah TPC v sušené droze byl naměřen u *Mentha x piperita* 'Krasnodarskaja', která měla v sušině 2,39 g GAE/100 g. Nejvyšší množství dosahovala *Mentha x piperita* var. *piperita* 'Agnes' s obsahem 5,32 g GAE/100 g. Podrobněji v tabulce č. 7.

Tabulka 7 : Obsah fenolických látek v *Mentha* L.

Taxon	TPC (g GAE.100g ⁻¹)
<i>Mentha aquatica</i>	4,12±0,32
<i>Mentha longifolia</i>	3,75±1,65
<i>Mentha longifolia</i> 'Budleia'	4,04±0,95
<i>Mentha spicata</i>	3,05±0,76
<i>Mentha suaveolens</i> 'Variegata'	3,52±0,25
<i>Mentha x piperita</i>	5,23±0,51
<i>Mentha x piperita</i> 'Krasnodarskaja'	2,39±0,25
<i>Mentha x piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Lemon'	5,27±1,02
<i>Mentha x piperita</i> var. <i>crispa</i>	3,65±1,14
<i>Mentha x piperita</i> var. <i>piperita</i> 'Agnes'	5,32±0,00
<i>Mentha x piperita</i> var. <i>piperita</i> 'Eau Cologne'	4,81±0,06
<i>Mentha pulegium</i> 'Repens'	3,48±1,52

Upraveno podle Neugebauerová, Vábková (2010)

Vznik fenolických látek

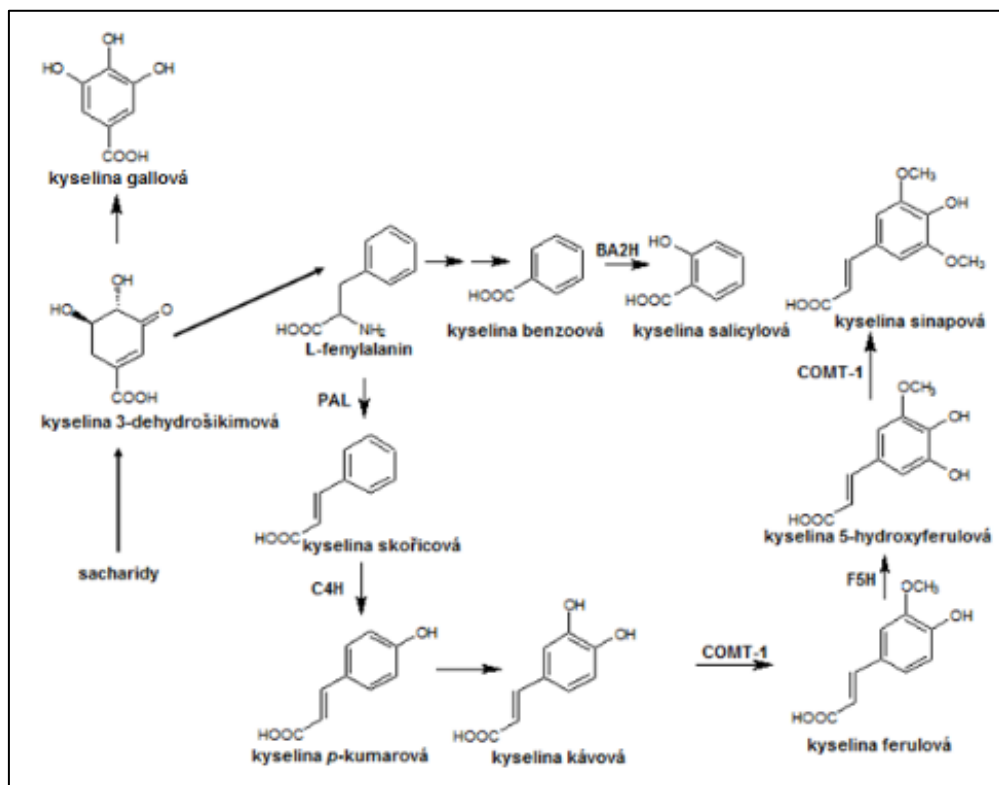
Biosyntéza flavonoidů, stilbenů, hydroxyskořicových a benzoových kyselin zahrnuje komplexní síť cest, které jsou založeny na šikimátové, polyketidové a flavonoidní dráze (Crozier, Clifford, Ashihara, 2006).

a) šikimátová dráha

Tato šikimátová cesta vede od monosacharidů ke vzniku dvou aromatických aminokyselin - tyrosinu a fenylalaninu (Míka a kol. 2001). Příkladem je kyselina gallová, která se vytvoří přeměnou kyseliny 3-dehydrošikimové, jenž je produktem této dráhy. Jiné fenolové kyseliny vznikají přeměnou L- fenylalaninu, který je přeměněn na kyselinu benzoovou, nebo

skořicovou. Při dalších reakcích a přeměnách těchto hlavních kyselin se tvoří jiné kyseliny a to kávová, kumarová, nerulová a salicylová (Halouzka, 2014).

Obrázek 3: Schéma biosyntézy fenolických kyselin



Crozier, Clifford, Ashihara in Halouzka (2014)

b) polyketidová dráha

Tato nepříliš častá malotánová (polyketidová) cesta začíná acetátem, který vede k tvorbě poly-b-ketoesterů různé délky (polyketidy), vyžadující cyklizaci. Produktem jsou polycyklické sloučeniny (isokumariny, xanthy, chinony, depsidy aj.) (Míka a kol., 2001).

c) fenypropanoidová dráha

Tato cesta je charakteristická pro biosyntézu flavonoidů a je vytvořena na základě šikimátové a polyketidové dráhy. Nejdůležitějším enzymem je chalkon-syntáza, který patří mezi první enzymy této dráhy a zajišťuje propojení p-kumaryl-CoA s třemi molekulami malonyl-CoA. Produktem reakce, kdy každá z těchto 2 látek, daruje dva atomy uhlíku, je naringenin-chalkon. Z naringenininu je biosyntetická dráha rozdělena na několik menších větví, což vede k syntéze různých tříd flavonoidů, zahrnující isoflavony, flavanoly, flavony, flavonoly,

flavan-3-oly a antokyaniny (Crozier, Clifford, Ashihara, 2006).

Další možností vzniku fenolických látek je sekundární cesta, to je působení mikroorganismů z fenolových kyselin ligninu a působení termických procesů. Ty se vyskytují jako vedlejší produkt mléčného a alkoholového kvašení (Velíšek, 2002).

Metody stanovení fenolických látek

Nejvíce používanými metodami hodnocení látek fenolické povahy jsou:

a) Spektrofotometrie

Podstatou této metody, využívanou pro stanovení flavonoidů, je vlastnost látky, která pohlcuje elektromagnetické záření z viditelné oblasti. Část energie světelného záření je absorbována roztokem, přičemž se roztok zbarvuje dle vlnových délek odráženého světla. Při analýze porovnááme intenzitu zdrojem vysílaného záření s intenzitou záření dopadajícího na detektor (Nedoma, Koutník, Hrdlička, 1994; Galuszka, Luhová, 2003). Touto metodou se zjišťuje např. obsah celkových množství fenolických látek (TPC), obsah flavonoidů aj.

b) Kapalinová chromatografie

Tato separační metoda odděluje a analyzuje jednotlivé složky obsažené ve vzorku. Ten se vnáší mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze - stacionární fázi, která je nepohyblivá a mobilní, pohyblivou, složenou v tomto typu chromatografii z kapaliny. Čas, který stráví v jedné nebo druhé fázi, závisí na afinitě zkoumaného vzorku a je zapisován do chromatogramu. Podle něj se identifikují a kvantifikují jednotlivé složky ve vzorku (Klouda, 2003). Nejčastěji se touto metodou měří obsah isoflavonoidů.

c) Kolorimetrie

Principem této vizuální metody je měření koncentrace barevného roztoku - porovnáním intenzity zbarvení roztoku o neznámé koncentraci se standardním roztokem o známé koncentraci. Pro přesnější stanovení množství látky se používají kolorimetry (Nedoma, Koutník, Hrdlička, 1994). Touto metodou se hodnotí zejména celkové množství hydroxykyselinových derivátů (THD), dále obsah celkového množství polyfenolů a taninů.

3.5 Pěstování *Mentha L.* a faktory ovlivňující látky fenolické povahy

První zmínky o úmyslném pěstování máty peprné v České republice se objevují od roku 1921. Bývá pěstována především v teplejších a slunných místech např. na jižní Moravě a ve středních Čechách (Neugebauerová, 2016).

Máta peprná vyžaduje půdy, které jsou teplé, provzdušněné, bohaté na humus, bez vytrvalých plevelů. Neměly by být těžké, jílovité a zamokřené. Ideální pH půd je 6- 7.

Jedná se o dlouhodobní rostlinu. Pěstuje se jako kultura dvouletá a v určitých podmínkách tříletá. Vhodnou předplodinou jsou okopaniny a zelenina. I sama máta je dobrou předplodinou, protože potlačuje výskyt *Plasmodiophora brassicae* (Neugebauerová, 2016).

Způsob pěstování máty má velký vliv na růst rostliny a kvalitu sekundárních metabolitů. Množství a kvalitu silice ovlivňuje teplota a délka slunečního svitu. Intenzita slunečního svitu v době rozkvětu také ovlivňuje složky silice, mění totiž složku menton na složku mentol (Traxl, 1992).

Mentha x piperita pěstujeme na jednom místě maximálně 4 roky, a to z toho důvodu, že poté klesá výtěžnost listů a silic a porost bývá prorostlý plevellem. Způsobem pěstování a souvisejícími vlivy na množství fenolických látek v průběhu 4 let se zabývala Fialová a kol. (2015).

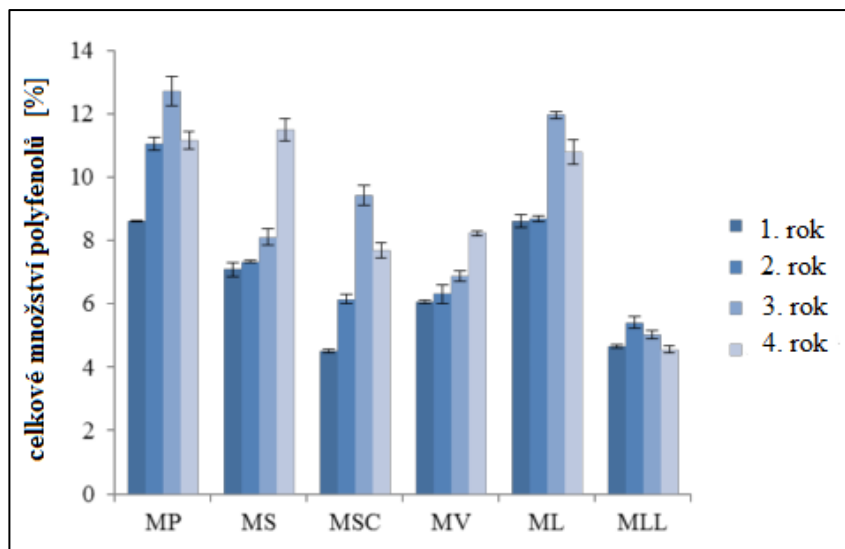
3.5.1 Vliv délky kultivace na obsah látek fenolické povahy

Délka kultivace a stáří rostliny je vnitřní faktor, který ovlivňuje množství fenolických látek. V experimentu Fialová a kol. (2015) byl během 4 let hodnocen obsah polyfenolů, taninů, hydroxykyselinových derivátů a flavonoidů. Měření probíhalo souběžně u 6 druhů mát - *Mentha x piperita*, *M. spicata*, *M. spicata* var. *crispa*, *M. x villosa*, *M. longifolia* a *M. longifolia* ssp. *lavanduliodora*.

Označení v grafech č. 1 - 4 odpovídá: MP - *Mentha x piperita*, MS - *M. spicata*, MSC - *M. spicata* var. *crispa*, MV - *M. x villosa*, ML - *M. longifolia*, MLL - *M. longifolia* ssp. *lavanduliodora*

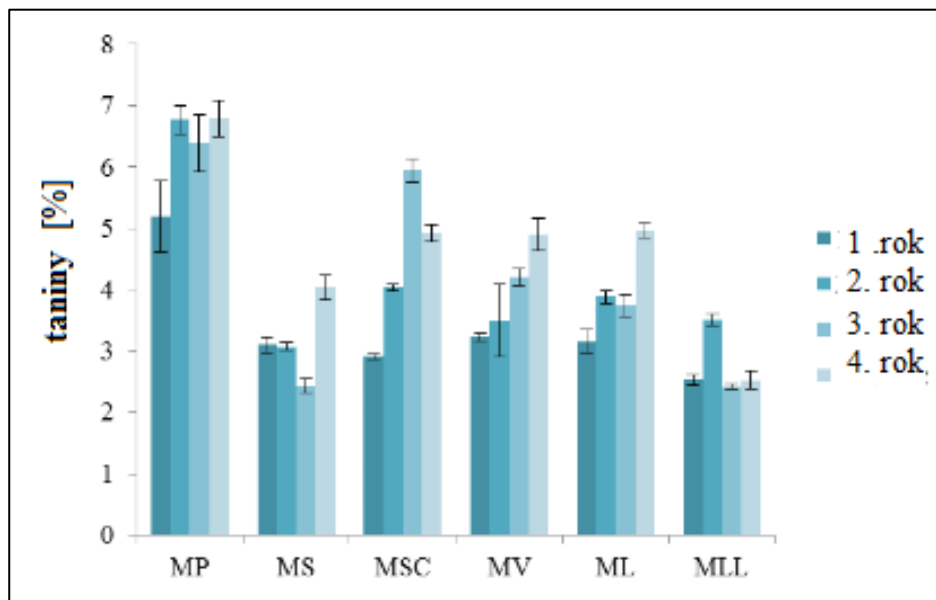
Celkové množství polyfenolů a taninů bylo hodnoceno kolorimetrickou metodou v sušených drogách. Hodnoty byly vyjádřeny jako kyselina rozmarýnová.

Nejvíce polyfenolů, 13 %, bylo naměřeno ve 3. roce u *Mentha x piperita*. Obdobných hodnot dosáhla i *M. longifolia*, ale až ve 4. roce vegetace. Nejméně látek obsahovala *M. longifolia* ssp. *lavanduliodora* a to s maximální hodnotou 5 % ve 2. roce pěstování.



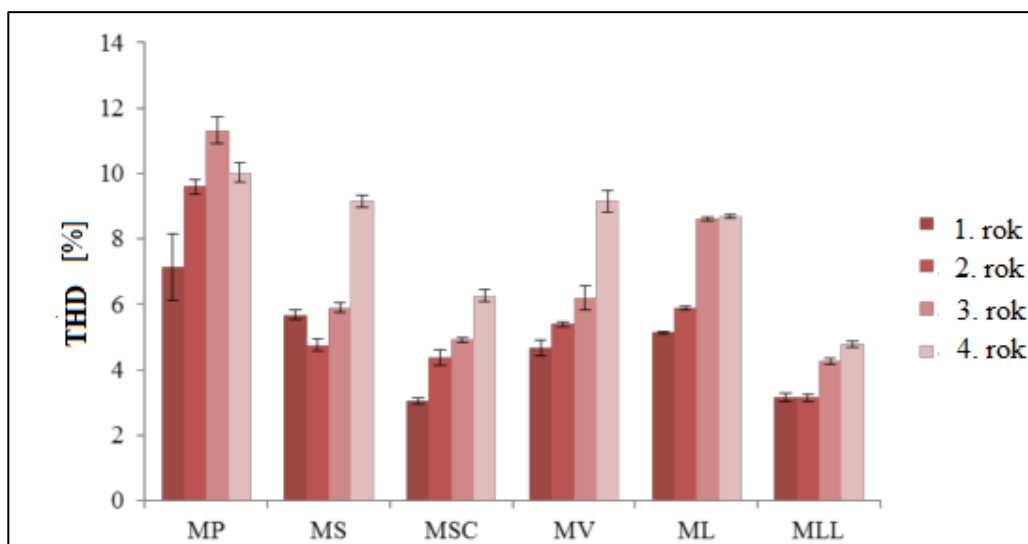
Graf 1: Celkové množství polyfenolů v *Mentha* během 4 let (Fialová a kol., 2015); upraveno.

Nejvíce taninů, těsně pod 7 %, obsahovala máta peprná ve 2. a 4. roce pěstování. Podobné hodnoty, 6,2 % dosahovala *M. spicata* var. *crispa* ve 3. roce. Nejnižší obsah byl zaznamenán u *M. longifolia* ssp. *lavanduliodora* s 3,9 % ve 2. roce pěstování.



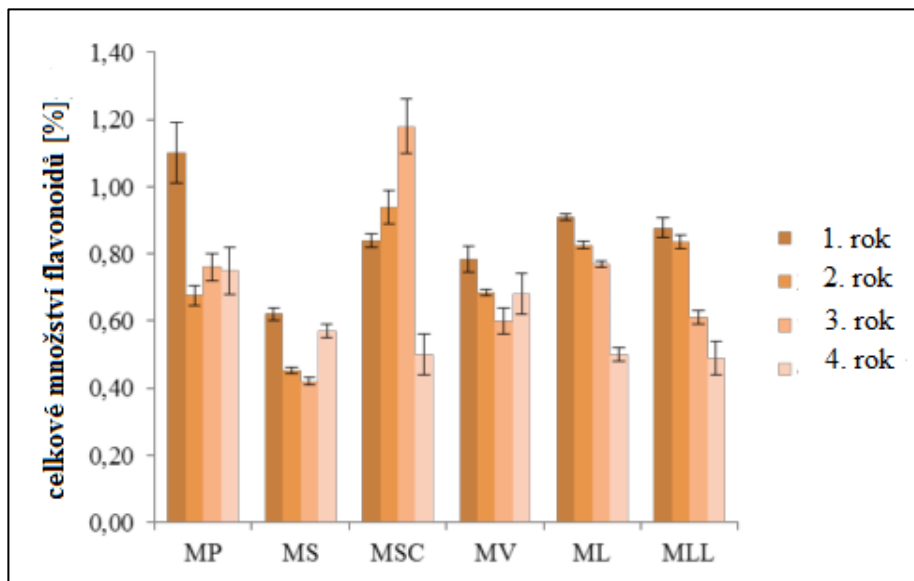
Graf 2: Množství taninů v *Mentha* (Fialová a kol., 2015); upraveno

Celkové hydroxykořicové deriváty (THD) vztažené ke kyselině rozmarýnové byly měřeny v suché droze pomocí kolorimetrické metody. Zjistilo se, že ve sledovaných druzích jich bylo nejvíce ve 3. a 4. roce pěstování. V porovnání s ostatními druhy mát, měla nejvíce hydroxykořicových derivátů *Mentha x piperita*, 11 %, a to ve 3. roce. Ostatní máty dosahovaly maximálních hodnot do 10 % a to zpravidla ve 4. roce. Nejméně THD měla *M. longifolia* ssp. *lavanduliodora* s 5 %.



Graf 3: Celkové množství hydroxykořicových derivátů v *Mentha* (Fialová a kol., 2015); upraveno

Flavonoidy byly hodnoceny v suché droze spektrofotometricky. Podle grafu č. 4, máty obsahovaly nejvíce flavonoidů v prvním roce, s výjimkou *M. spicata* var. *crispa.*, kdy největší hodnoty dosahovaly až ve 3. roce. Nejvyšší hladinu těchto látek měla právě *M. spicata* var. *crispa*, s hodnotou 1,19 %, poté následovala *Mentha x piperita* s hodnotou 1,14 %. Nejméně flavonoidů obsahovala *Mentha spicata* v 1. roce s hodnotou 0,65 %. Obsah byl vyjádřen jako kvercetin.



Graf 4: Celkové množství flavonoidů (Fialová a kol., 2015); upraveno.

Z experimentů Fialové a kol. (2015) vyplývá, že obsah fenolických látek během 4 let, nejvíce vzrůstal ve 2. a 3. roce.

3.5.2 Vliv způsobu pěstování (konvenční a ekologické)

V experimentu Kouřimské a kol. (2014) bylo spektrofotometricky stanoveno celkové množství fenolických látek vztaheno ke kyselině gallové. Listy *Mentha spicata* byly sklizeny před kvetením a poté sušeny venku.

Podle Kouřimské a kol. (2014) jsou v podmínkách ekologického zemědělství pěstovány rostliny s podobnými, či mírně vyššími hodnotami polyfenolů, než u konvenčního způsobu pěstování. Celkový obsah fenolických látek (TPC) v extraktu z čerstvých listů, přepočten na konstantní hmotnost, byl 2 580- 3 540 mg GA/100 g. Výsledný obsah v extraktu ze sušených listů, přepočten na sušinu, byl 5 560- 7 190 mg GA/100 g.

Při porovnání výsledků TPC mezi 1. a 2. sklizní u obou způsobů pěstování bylo zjištěno, že výnos fenolických látek v 1. sklizni je vyšší než ve 2. sklizni.

Z tabulky č. 8 vyplývá, že u 1. sklizně je mezi ekologickým a konvenčním způsobem pěstování značný rozdíl, zatímco u 2. sklizně se tento rozdíl minimalizuje a pokud by byly zohledněny příslušné tolerance, dosahují oba způsoby stejných výsledků.

Tabulka 8: Stanovení celkového obsahu fenolických látek (TPC)

			TPC [mg GA/100 g]			
			ekologické pěstování		konvenční pěstování	
rostlina	sklizeň	stav	čerstvá	konstantní	čerstvá	konstantní
		rostliny		hmotnost		hmotnost
<i>Mentha spicata</i> L.	1.	čerstvý	670 ± 71	3540 ± 375	420 ± 46	2580 ± 283
		sušený	5790 ± 458	7190 ± 569	4320 ± 359	5560 ± 462
	2.	čerstvý	400 ± 45	2280 ± 257	340 ± 38	2190 ± 245
		sušený	3030 ± 258	3560 ± 303	3010 ± 269	3590 ± 321

GA- kyselina gallová

Upraveno podle Kouřimská a kol., (2014)

3.5.3 Vliv nadmořské výšky

Vliv na kvalitu a kvantitu fenolických látek má také nadmořská výška místa pěstování. V experimentu Malik, Sharma, Soni, (2013) byly pozorovány dva druhy máty - *M. spicata* a *M. longifolia*. Pěstovány byly při stejných venkovních teplotách cca 14 °C, avšak na dvou výškově rozdílných lokalitách. Jedna z těchto lokalit leží v městě Paňdžáb s nadmořskou výškou 228 m a druhá se nachází ve městě Šrínagar s nadmořskou výškou 1561 m (poznámka autorky).

Obsah fenolů byl hodnocen spektrofotometricky a vztažen ke kyselině gallové, obsah flavonoidů byl měřen kolorimetrickou metodou a byl vztažen na obsah rutinu. K měření byly použity čerstvé listy.

Mentha spicata, která byla pěstována v nížině, obsahovala 4,7 – 5,5 mg GA/g celkového množství fenolů. Z tabulky č. 9 vyplývá, že při měření ve vyšší nadmořské výšce byl obsah 9,4 – 10 mg GA/g. U druhého sledovaného druhu *M. longifolia*, při pěstování v níže položené oblasti, byl obsah fenolů 1,5 - 1,6 mg GA/g a ve vyšší poloze 3,8 – 4,1 mg GA/g. Celkové množství flavonoidů bylo u obou druhů pěstovaných máty v nížině 0,3 – 3,6 mg rutin/g. Ve vyšší nadmořské výšce byly hodnoty 0,3 – 3,3 mg rutin/g.

M. spicata a *M. longifolia* pěstované ve vyšší nadmořské výšce dosahovaly mnohem vyššího obsahu fenolických látek než máty pěstované v nížinách. Mimo jiné bylo zjištěno, že listy po 2. sběru obsahují nepatrně více fenolů a flavonoidů než z prvního. Při porovnávání celkového

obsahu fenolických látek u těchto dvou sledovaných mát, bylo zjištěno, že *M. spicata* jich obsahuje více (Malik, Sharma, Soni, 2013).

Tabulka 9: Vliv nadmořské výšky a počet sklizní na obsah fenolů a flavonoidů

druh máty	celkové množství fenolů [mg GA/g]				celkové množství flavonoidů [mg rutin/g]			
	<i>Mentha spicata</i>		<i>Mentha longifolia</i>		<i>Mentha spicata</i>		<i>Mentha longifolia</i>	
místo pěstování	Paňdžáb	Šrínagar	Paňdžáb	Šrínagar	Paňdžáb	Šrínagar	Paňdžáb	Šrínagar
1. sklizeň	4,7	9,4	1,5	3,8	1,2	2,3	0,3	3,2
2. sklizeň	5,5	10	1,6	4,1	1,5	3,6	0,4	3,3

Upraveno podle Malik, Sharma, Soni, (2013)

3.5.4 Vliv půdní vlhkosti

V experimentu Figueroa-Pérez a kol., (2014) byl hodnocen vliv půdní vlhkosti na tvorbu fenolických látek v *Mentha x piperita*. Měřená půdní vlhkost se pohybovala v rozmezí od 12 – 65 % a byla porovnáвана s hodnotou představující vlhkost 85 %. Kontrolní rostliny pěstované v půdě o vlhkosti 85 %, byly zalévány po třech dnech. U ostatních sledovaných mát byly dávky vody postupně snižovány.

Tvorba fenolických látek byla ovlivněna stresem z nedostatku vody. Při 35 % půdní vlhkosti byl nejvíce ovlivněn obsah rutinu, jehož množství u kontrolní rostliny (85 % vlhkosti) bylo 5,2 mg GAE/ml, nyní dosahoval 50,8 mg GAE/ml. Látka kvercetin, která se ve vzorku před vytvořením stresu neobjevovala, vzrostla při 24 % vlhkosti půdy na 1,2 mg GAE/ml. Pro vyšší produkci fenolických látek a kyselin, měla vliv půdní vlhkost v rozmezí 24 -35 %. Podrobněji v tabulce č. 10.

Bylo prokázáno, že při nedostatku vláhy, rostliny zvyšují syntézu několika fytochemikálií, včetně fenolových kyselin, flavonoidů a tříslovin. Při stresových podmínkách se hromadí kyselina abscisová, zvyšuje se produktivita reaktivních forem kyslíku (ROS) v buňce, která vede k aktivaci antioxidantního systému, který syntetizuje fenolické sloučeniny (Zingaretti a kol., 2013). Nicméně, použití stresoru, způsobeného nedostatkem vláhy, se pro větší výnos fenolických látek nedoporučuje a to z toho důvodu, že při vysokém nedostatku vláhy v půdě a

následné nadměrné produkci ROS, dojde k buněčnému poškození nebo k úhynu rostliny.

Tabulka 10: Množství fenolických látek při různé půdní vlhkosti [mg GAE/ml], v sušině

	85%	65%	35%	24%	12%
kyselina kávová	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,3 ± 0,0
kyselina kumarínová	LDL	LDL	2,9 ± 0,0	1,21 ± 0,0	0,8 ± 0,0
luteolin	LDL	LDL	1,5 ± 0,0	1,6 ± 0,0	LDL
eriocitrin	0,7 ± 0,0	3,7 ± 0,1	7,5 ± 0,2	4,2 ± 0,1	6,0 ± 0,2
rutin	5,2 ± 0,6	31,5 ± 0,8	50,8 ± 0,4	49,5 ± 0,2	26,3 ± 0,3
kyselina sinapová	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	2,2 ± 0,0	2,5 ± 0,0	2,3 ± 0,0
kyselina rozmarýnová	51,6 ± 2,3	51,3 ± 1,5	78,1 ± 3,2	55,3 ± 1,8	45,5 ± 3,1
hesperidin	5,7 ± 2,1	38,1 ± 3,5	34,9 ± 1,8	67,9 ± 4,5	45,8 ± 2,6
kvercetin	LDL	0,4 ± 0,0	0,8 ± 0,0	1,2 ± 0,0	0,5 ± 0,0
naringenin	LDL	LDL	0,8 ± 0,0	0,2 ± 0,0	LDL
vanilin	LDL	LDL	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	LDL

LDL – pro minimální hodnotu nebyla měřena
Upraveno podle Figueroa-Pérez a kol., (2014)

3.5.5 Vliv hnojení

Při experimentu byla *Mentha x piperita* hnojena vybranými hnojivy. A to hnojivem z ryb, holubím trusem, kravským hnojem a průmyslovým hnojivem (ledek amonný s vápencem, 26 % N).

Složení živočišných hnojiv:

Hnojivo z ryb – N min. 10 %, P₂O₅ min. 4 %, K₂O min 2 %

Holubí trus (čerstvý) – N 18 %, P₂O₅ 11,9 %, K₂O 7,1 %

Kravský hnůj – N 5 %, P₂O₅ 3,1 %, K₂O 7,1 % (Eagri.cz; Vondrášková, 2006)

Při porovnání s porostem máty, která nebyla hnojena vůbec, působila všechna hnojiva pozitivně. Při aplikaci 1 kg hnojiv na 1 m² nejlépe působil holubí trus, kdy celkové množství fenolických látek bylo 4,8 g GAE/100 g. Nejnižší účinek mělo hnojivo z ryb (2,5 g GAE/100 g). Podrobněji v tabulce č. 11.

Tabulka 11: Vliv různých druhů hnojiv na celkové množství fenolických látek

hnojivo	celkové množství fenolických látek [g GAE/100 g]
hnojivo z ryb	2,5 ± 1,4
holubí trus	4,8 ± 1,5
kravský hnůj	4,1 ± 2,1
průmyslové hnojivo	4,1 ± 1,6
bez hnojení	1,7 ± 1,1

Upraveno podle Ozbucak a kol. (2014)

Při další zkoušce bylo zjištěno, že na obsah různých fenolických látek působí různá hnojiva. Z tabulky č. 12 vyplývá, že průmyslové dusíkaté hnojivo nejlépe působilo na obsah rutinu, kyseliny gallové, syringové, kávové, kumarové a ferulové. Výjimku tvoří kyselina protokatechová, na jejíž produkci nejlépe působilo hnojení holubím trusem.

Tabulka 12: Působení různých hnojiv na vybrané fenolické látky, měřeno v sušině [$\mu\text{g/g}$].

fenolická látka	hnojivo z ryb	holubí trus	kravský hnůj	průmyslové hnojivo	bez hnojiva
kyselina gallová	2,98	4,07	2,93	5,85	3,04
kys. protokatechová	22,16	55,34	24,21	46,37	21,92
kyselina syringová	18,58	12,61	16,47	30,96	30,86
kyselina kávová	160,21	256,77	213,97	353,17	180,72
kyselina kumarová	2,56	3,4	3,14	5,27	3,91
kyselina ferulová	3,28	5,06	3,72	6,43	4,36
rutin	0,93	1,4	0,9	2,05	0,86

Upraveno podle Ozbucak a kol. (2014)

Podle Ozbucak a kol., (2014) je kyselina kávová v *Mentha x piperita* hlavní fenolická kyselina. Mezi další hojně se vyskytující kyseliny patří kyselina syringová a kyselina protokatechová.

Další kyseliny, které byly měřeny, avšak v tabulce nezaznamenány, byla např. kyselina hydroxybenzoová, kyselina hydroxyskořicová, kyselina chlorogenová, kyselina vanilová,

flavonoidy, kvercetin, katechin a epikatechin. Jejich množství ve vzorku bylo minimální. Podle Sahin a kol. in Ozbucak (2011) to lze vysvětlit nedostatkem stresových faktorů, které jsou pro vznik fenolických látek téměř nepostradatelné.

3.5.6 Vliv teploty

V experimentu Fletcher a kol., (2005) byla zjišťována závislost mezi vysokou teplotou a množstvím kyseliny rozmarýnové (RA), která je známá pro své silné antioxidační a protizánětlivé účinky. Byl zaznamenán vliv vysoké teploty na množství RA. Kontrolní rostliny *Mentha spicata* byly pěstovány při denních / nočních teplotách 20/18°C, zatímco jiné rostliny při konstantní teplotě 30°C.

Máta, která byla pěstována v režimu 20/18°C, měla na počátku výzkumu obsah RA 110,19 mg/g v sušině. Po 4 týdnech se obsah snížil na hodnotu 73,50 mg/g. U máty, pěstované při konstantní teplotě 30°C se obsah snížil z původních 97,56 mg/g až na 19,19 mg/g.

Během horkých dnů se obsah RA snížil. To bylo ovlivněno dvěma metabolickými procesy, z nichž jeden je redukce biosyntézy kyseliny rozmarýnové a druhý je rychlý degradační proces. Inhibice kyseliny rozmarýnové spočívá v konkurenčních reakcích. Při vysokých teplotách rostlina vytváří prenylchinony, které vedou ke zvyšování produkce homogentisátu, čím se následně snižuje obsah 4-hydroxyfenylu, který je důležitý pro vznik kyseliny rozmarýnové.

Tabulka 13: Vliv vysoké teploty na množství fenolů [mg/g] v sušině

rostlina	den/noc	Fenoly [mg/g]				
		týden 0	týden 1	týden 2	týden 3	týden 4
<i>Mentha spicata</i>	30/30 °C	97,67	51,68	44,04	37,48	19,19
L.	20/18°C	110,19	109,73	95,72	108,88	73,50

Upraveno podle Fletcher a kol., (2005)

Z výsledků je zřejmé, že obsah kyseliny rozmarýnové, se při působení konstantně vysokých teplot značně redukuje.

3.5.7 Vliv termínu sklizně

Mátu sklízíme vždy v červnu těsně před kvetením při výšce rostliny 200 - 300 mm. Sklízíme ji 0,05 - 0,07 m nad povrchem půdy špenátovým sklízečem, nebo malé plochy srpem. Nejvhodnější doba sklizně je dopoledne kolem 10 hodiny, protože rostliny jsou již v tuto dobu suché, bez rosy. Za příznivých podmínek můžeme sklízet dvakrát během roku, výjimečně i třikrát. Výnos z první sklizně bývá nižší - tvoří cca 40 % z celkové úrody, z druhé sklizně bývá výnos cca 60 %. Výjimkou je roční porost máty, který se sklízí pouze jednou. Tím zesílí a v následujících letech se zajistí jeho bujný růst. Výnos syrové natě je 12 - 15 t . ha⁻¹ přičemž sesychající poměr je 4:1 (Kocourková, Pluháčková, Habán, 2015). Výnos suché natě tedy kolísá od 3- 4 t . ha⁻¹ a výnos suchých listů je od 1,2- 2 t . ha⁻¹ (Neubauer, Klimeš, Černá, 1984).

Přesná doba sklizně je důležitá z hlediska kvality a kvantity obsahových látek. Množství látek fenolické povahy při kvetení bylo hodnoceno Fialová a kol. (2014) v listech jednoleté *Mentha x piperita* cv. 'Perpeta'.

Nejdříve byl zjišťován celkový obsah hydroxyskořicových derivátů (THD), byl měřen kolorimetricky a vztažen ke kyselině rozmarýnové. Dále bylo spektrofotometrickým měřením zjištěno množství flavonoidů, vztaženo k luteolinu -7- O- glykosidu. Obsah polyfenolů byl hodnocen kolorimetrickou metodou, vztaženo ke kyselině rozmarýnové.

Tabulka č. 14 vypovídá, že množství látek fenolické povahy narůstalo až do plného kvetení. Nejvíce jich bylo na začátku kvetení, přičemž celkový obsah hydroxyskořicových derivátů (THD) dosáhl 2,91 %, celkové množství polyfenolů bylo 10,06 % a množství flavonoidů 1,48 %. Nejvyšší obsah látek fenolické povahy, z pohledu obsahu fenolických látek, ale mimo jiné i z obsahu silice, se získává na začátku kvetení z usušených listů.

Tabulka 14: Celkové množství hydroxyskořicových derivátů (THD), flavonoidů a polyfenolů během vývojového stádia květenství.

datum sklizně	vývojové stádium květenství	THD [%]	Flavonoidy [%]	Polyfenoly [%]
30.6.	začátek tvorby květenství	2,51 ± 0,09	0,84 ± 0,06	5,75 ± 0,02
7.7.	vytvořené květenství, nekvetoucí	2,60 ± 0,08	1,12 ± 0,09	5,96 ± 0,02
14.7.	doba před kvetením	2,90 ± 0,12	1,11 ± 0,03	5,14 ± 0,05
22.7.	začátek kvetení	2,91 ± 0,07	1,08 ± 0,06	7,92 ± 0,08
31.7.	začátek kvetení	2,75 ± 0,07	1,48 ± 0,11	10,06 ± 0,08
5.8.	plné kvetení	2,72 ± 0,07	1,02 ± 0,08	7,67 ± 0,37
13.8.	plné kvetení	2,40 ± 0,10	0,92 ± 0,03	6,23 ± 0,14
21.8.	konec kvetení	2,68 ± 0,05	1,18 ± 0,04	7,08 ± 0,32
28.8.	konec kvetení	2,51 ± 0,06	1,35 ± 0,07	7,03 ± 0,08

Upraveno podle Fialová a kol. (2014)

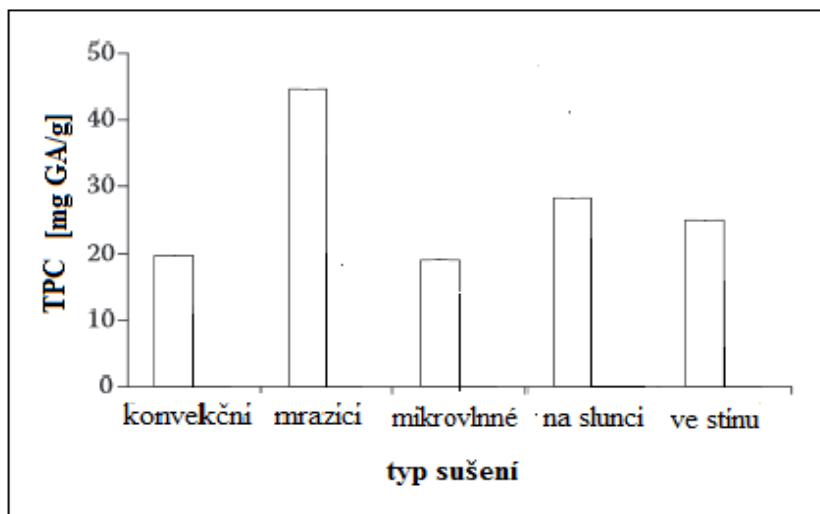
3.5.8 Vliv způsobu sušení

Samotný proces sušení je kritický faktor posklizňové úpravy léčivých rostlin. Sušení máty se provádí teplotami nižšími než 40 °C. V čerstvé mátě je obsaženo 75-80 % vody a po správném vysušení by hodnoty měly klesnout pod 15 %. Sušení je nejen důležité pro správné uchování drogy, ale také se při tomto procesu inhibuje růst mikroorganismů a zastaví se biochemické děje v rostlině. To současně vede k degradaci těkavých látek a ke změnám vzhledu, vůně a kvality rostlin. Sušení je často doprovázeno ztrátou biologicky aktivních látek, které mohou mít antioxidační aktivitu a jsou zdraví prospěšné (Hossain a kol., 2010).

Podle Orphanides, Goulas, Gekas, (2013) jsou fenolické látky při vysokých teplotách degradovány. Při experimentu bylo stanovováno celkové množství fenolických látek pomocí lyofilizace (vakuového vymrazování), sušení v konvekční a mikrovlnné sušárně a při sušení na slunci a ve stínu.

Nejvíce fenolických látek v *Mentha viridis*, bylo zachováno při použití lyofilizace (43 mg GA/g) a nejméně v sušárnách (18 – 20 mg GA/g). Při venkovním sušení na slunci a ve stínu byl obsah fenolických látek 25 – 29 mg GA/g. Měřeno v sušině.

Obrázek 4: Vliv sušení na obsah fenolických látek, vztaženo na kyselinu gallovou, při různých metodách sušení



Upraveno podle Orphanides, Goulas, Gekas, (2013)

3.5.9 Vliv způsobu množení

Většina druhů *Mentha* nejčastěji bývá množena vegetativně. Pouze některé máty, například *Mentha spicata*, *M. pulegium*, *M. arvensis* bývají množeny generativně. Podle Aderkas a kol. (2015) má při **generativním množení** na tvorbu fenolických látek vliv světlo a to při průběhu zrání somatického embrya. Ačkoliv embryo nikdy neakumuluje fenolické sloučeniny v žádné své fázi, při působení světla se v somatickém embryu vyskytuje kvercetin. Udává se, že pro tvorbu kvercetinu působí světlo pozitivně, nicméně na akumulaci proteinů působí negativně.

U **vegetativního množení** je výhodou, oproti generativnímu, zachování hybridních odrůd s uniformní neměnnou genetickou informací.

Porost máty peprné obvykle zakládáme buď ze stolonů, anebo z podzemních oddenků z jednoletých, nebo dvouletých porostů, které jsme v tomto roce nesklízeli na nat'. Nejvhodnější doba pro výsadbu je brzy na jaře, nebo na podzim, nejlépe od října do začátku listopadu, kdy je půda vlhká (Gromová, 2006).

Podle Gromová, (2006) vysazujeme stolony dlouhé minimálně 100 mm se třemi zdravými očky do brázd 130-150 mm hlubokých a 0,60 m vzdálených. Přitom podzemní i nadzemní

stolony vkládáme do brázd tak, aby se vzájemně na obou koncích překrývaly. Poté ihned zahrnujeme půdou.

Zdravého porostu máty, který je méně náchylný k napadení rzi mátové dosáhneme vegetativním množením, vrcholkovými řízkami (Traxl, 1992).

Mezi významné moderní techniky množení rostlin patří **mikropropagace rostlin**. Představuje množení *in vitro*, jehož cílem je rychlé namnožení rostlinného materiálu. Takto pěstované rostliny se nazývají explantátové (tkáňové) kultury, které se využívají nejen při šlechtění rostlin, ale i pro produkci sekundárních metabolitů, zahrnující látky fenolické povahy (Špandlová, 2008). Pro větší tvorbu fenolických látek se využívá metoda zvaná elicitace (Dias, 2016) (viz. téma: Vliv elicitoru na látky fenolické povahy).

3.5.10 Vliv škůdců a chorob

Mezi často se vyskytující škůdce *Mentha x piperita* řadíme:

- *Eupteryx atropunctata* (pidikřísek polní): saví škůdci posávají listy máty. Narušení chlorofylu buněk se projeví okrouhlými bílými či šedavými skvrnami na čepeli listu.
- *Philaenus spumarium* (pěnodějka obecná): larvy, skryté v pěnovitých výměšcích umístěné obvykle v paždí listů, škodí sáním (Saluplanta, 2009).
- *Plagiognathus chrysanthemi* (klopuška polní): nymfy a dospělci sají na nadzemních částech rostlin. Na mladých listech mohou vznikat hnědé skvrny vedoucí až k deformaci listů (Saluplanta, 2009).
- *Myzus persicae* (mšice broskvoňová): mšice se na mátě vyskytují nejvíce. Škodí sáním a bývají přenašeči viróz.
- *Chrysomella coerulea* (mandelinka mátová): kovově lesklý brouk na jaře klade vajíčka na rub listů máty. Larva i dospělec škodí požitky na listech, které od krajů vykusují. Mohou způsobit i holožírny.
- *Longitarsus waterhousei* (dřepčík): tento brouk žije skrytě v půdě a má velmi vyvinutý zadní pár nohou, přizpůsobený ke skákání. Dospělci škodí vykusováním otvorů v listech, zatímco larvy poškozují kořeny.
- *Cassida viridis* (štítonoš zelený): dospělci vykusují oválné otvory v listech, nejčastěji mezi žilnatinou, zatímco larvy vykusují otvory od okrajů listů (Neugebauerová, 2006; Janatová, 2014).

Mezi nejčastěji vyskytující choroby patří:

- *Septoria menthicola* (septorióza máty): způsobuje na listech máty okrouhlé, často ohraničené skvrny, přičemž na líci listů jsou výrazně vyvýšené a na rubu jsou mírně vnořené. Pokud je máta silně napadena, skvrny splývají, vytváří se nekrózy a list odumírá.
- *Puccinia mentha* (rez mátová): jednobytná rez má pouze jednoho hostitele, a to mátu. Je nejzávažnějším onemocněním *Mentha x piperita*. Šíří se převážně v deštivých a chladnějších létech. Při silném napadení porostu mohou být deformované výhony, rozrušená pletiva, spojená s opadem listů. Důsledkem toho se kvalita drogy zhoršuje. Rez často znemožňuje následující sklizeň.

Mezi další, méně se vyskytující houbové patogeny máty peprné, patří např. *Sphaceloma menthae*, *Erysiphe cichoracearum*, *Cephalosporium sp.*, *Fusarium solani*, *Phoma strasseri* aj. (Tichá, 2009).

Rostliny jsou neustále vystavovány biotickému stresu, způsobeného např. napadením škůdcem či houbovým patogenem. Rostlina se brání právě tvorbou fenolických látek. Po napadení vytváří enzymy, které katalyzují obranné metabolity, zvané fytoalexiny. Nemalá část antibiotických fenolických látek je uložena v rostlinné buňce jako neaktivní vázaná forma, která se po napadení patogenem snadno převede (pomocí hydrolýzy enzymu glukosidázy) na biologicky aktivní antibiotikum. Určité fenolické látky mají hlavní působení zejména na konkrétní patogeny (Lattanzio, Lattanzio, Cardinali, 2006). Viz. tabulka č. 15.

Tabulka 15: Vliv působení patogenu na tvorbu fenolických látek

fenolické látky	druh patogenu
kyselina salicylová	<i>Eutypa lata</i>
kyselina vanilinová	<i>Phytophthora infestans</i>
kyselina chlorogenová	<i>Verticillium albo-atrum</i>
	<i>Phytophthora infestans</i>
	<i>Phlyctaena vagabunda</i>
kyselina chlorogenová, rutin	<i>Fusarium oxysporum</i>
dihydrokvercetin	<i>Fusarium ssp.</i>
naringenin, kempferol	<i>Penicillium digitatum</i>
flavon, flavanon	<i>Aspergillus sp.</i>

Upraveno podle Lattanzio, Lattanzio, Cardinali (2006)

4. Závěr

Fenolické látky vznikají v tělech rostlin nejčastěji jako odezva při působení stresorů, např. napadení patogenem, poškození tkání, působení nepříznivých podmínek aj. Faktory, které mají velký podíl na redukci, anebo naopak produkci těchto látek, se dělí na vnější a vnitřní.

Vnitřní faktory, které ovlivňují obsah fenolických látek jsou dány **geneticky** a tento obsah se liší druhem a odrůdou rostlin. Nejnižší obsah fenolických látek v sušené droze byl naměřen u *Mentha x piperita* 'Krasnodarskaja' (2,39 g GAE/100 g) a nejvyšší množství dosahovala *Mentha x piperita* var. *piperita* 'Agnes' (5,32 g GAE/100 g).

Množství fenolických látek se také mění dle **stupně ontogeneze**. U *Mentha x piperita* a u dalších pěti sledovaných mát byl nejvyšší obsah těchto látek ve 2. - 3. roku pěstování, s výjimkou flavonoidů, kterých bylo nejvíce v 1. roce vegetace.

Vnější faktory ovlivňující obsah fenolických látek jsou způsob a podmínky pěstování:

Fenolické látky se v mátách nejvíce vyskytují ve vyšších **nadmořských výškách**. Hodnoty oproti rostlinám pěstovaným v nížinách, byly vyšší. Posuzovaný druh *Mentha spicata*, pěstovaná v nadmořské výšce 228 m byl obsah celkového množství fenolů 4,7 mg GA/g. Při pěstování v nadmořské výšce 1561 m dosáhla hodnota 9,4 mg GA/g.

Při porovnávání pěstování *Mentha spicata* **ekologickým a konvenčním** způsobem byly při 1. sklizni rozdíly v celkovém obsahu fenolických látek výraznější. V čerstvém stavu se hodnoty lišily o 960 mg GA/100 g a v sušeném stavu o 1630 mg GA/100 g, přičemž hodnoty byly vyšší u ekologického pěstování. Při 2. sklizni byl v posuzovaných hodnotách rozdíl minimální, a to v čerstvém stavu o 90 mg GA/100 g ve prospěch ekologického způsobu a v sušeném stavu se lišily o 30 mg GA/100 g ve prospěch konvenčního pěstování. Při zohlednění příslušných tolerancí, dosahují oba způsoby stejných výsledků.

Hnojení má velký význam na tvorbu fenolických látek *Mentha x piperita*. Nejlepších výsledků bylo dosaženo hnojivem z holubího trusu, které až 3x zvýšilo celkovou produkci fenolických látek (4,8 g GAE/100 g v sušině) oproti nehnojenému porostu (1,2 g GAE/100 g). Naopak, pro vybrané konkrétní látky, jako např. kyselina gallová, kyselina kumarová, rutin aj. se nejlépe osvědčila průmyslová dusíkatá hnojiva. Množství rutinu - 0,86 g GAE/100 g, bylo

při průmyslovém hnojení vyšší - 2,05 g GAE/100 g.

Byl dokázán velký vliv **půdní vlhkosti** na zvýšení produkce fenolických látek. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny při vlhkosti v rozmezí 24 – 35 %. Pokud je vlhkost půdy nižší, může nastat poškození rostliny vedoucí až k jejímu úhynu.

Stálá **teplota** nad 30 °C, má na fenolické látky výrazný redukční vliv. Ty v 0. týdnu dosahují hodnot 97,67 mg/g a ve 4. týdnu jsou již zjištěny hodnoty pouze 19,19 mg/g. Teplota den/noc 20/18 °C je z hlediska množství fenolických látek výrazně výhodnější. V 0. týdnu je hodnota 110,19 mg/g a ve 4. týdnu poklesla pouze na 73,50 mg/g.

Dalším způsobem, jak zvýšit tvorbu fenolických látek je i foliární **aplikace elicitoru kyseliny salicylové** (SA). Nejen, že se výrazně zvýšilo množství fenolů, ale zlepšil se i růst a parametry rostliny. Např. *Mentha x piperita* a v ní posuzovaná kyselina rozmarýnová měla po aplikaci SA při koncentraci 1mM hodnotu 112,74 mg CAE/g, přičemž výchozí hodnota byla 68,10 mg CAE/g.

Při sběru léčivých rostlin je důležitá **doba sklizně**, neboť hodnoty obsahových látek se při růstu rostliny mění. Z hlediska obsahu celkových fenolických látek je nejvhodnější termín pro sklizeň začátek kvetení, kdy se v rostlině kumuluje nejvíce těchto látek. Sledovaná *Mentha x piperita* cv. 'Perpeta' měla na začátku tvorby květenství 2,51 % a na začátku kvetení dosahovala 2,91 %.

Při sledování množství fenolů, v závislosti na **počtu sklizní**, byly zjištěny stejné, nebo nepatrně vyšší hodnoty při 2. sklizni. Např. u *Mentha longifolia* byla hodnota 1,5 mg GA/g a u 2. sklizně byla 1,6 mg GA/g.

Úprava drogy má značný vliv na obsah fenolických látek. Mnohem více těchto látek je obsaženo v sušených částech, než v čerstvých. Např. sušená droga *Mentha spicata* má hodnotu celkového obsahu fenolických látek, vztaženo k sušině, 7190 mg GA/100 g, čerstvá část rostliny má pouze 3540 mg GA/100 g.

Také **způsob sušení** ovlivňuje obsah celkového množství fenolických látek. Při sušení *Mentha viridis* v mikrovlnné sušárně byl jejich obsah 18 mg GA/g, zatímco při sušení metodou lyofilizace množství těchto látek dosáhlo hodnoty 43 mg GA/g.

5. Souhrn

V práci byly popsány významné druhy mát, jejich využití a obsahové látky. Hlavní pozornost byla věnována látkám fenolické povahy a charakteristice vnějších a vnitřních faktorů ovlivňujících jejich kvantitu a kvalitu. Bylo zkoumáno životní prostředí rostliny, komplex vnějších faktorů, na které *Mentha* L. reaguje. Z hlediska hodnocení vnitřních faktorů byly porovnávány obsahy fenolických látek v různých druzích a odrůdách rodu *Mentha* L., byl také hodnocen vliv ontogenetického vývoje na vnitřní kvalitu.

klíčová slova: *Mentha* L., fenolické látky, podmínky pěstování, kvalita, kvantita

6. Resume

In the final work was described significant species of mint, their use and contain substances. A close attention was paid to phenolic compounds and characterization external and internal factors then were assessed influencing their quantity and quality. It was examined environmental plants, a complex of external factors, which *Mentha L.* actively responds. For the assessment of internal factors were compared contents of phenolic compounds in different species and varieties of the genus *Mentha L.*, it was also evaluated the effect on ontogenetic development of the internal quality.

Keywords: *Mentha L.*, phenolic compounds, growing conditions, quality, quantity

7. Použitá literatura

1. ADERKAS, P., TEYSSIER, C., CHARPENTIER, J. P., GUTMANN, M., PÂQUES, L., LE METTÉ, C., .. & LELU-WALTER, M. A. 2015. *Effect of light conditions on anatomical and biochemical aspects of somatic and zygotic embryos of hybrid larch (*Larix* × *marschlinsii*)*. Annals of botany, mcu254.
2. AFLATUNI, A.: *The yield and Essentials oil kontent od mint (*Mentha ssp.*) in Northern* [online]. 2005. Univerzity of Oulu. Dostupné z <http://herkules.oulu.fi/isbn95142777465/index.html?lang=en>
3. BANTOVÁ, A., *Možnosti využití rostlinných extraktů pro snížení povrchové kontaminace chlazené drůbeže* [online]. Zlín, 2010 [cit. 2016-03-14]. Master's thesis. Tomas Bata University in Zlín, Faculty of Technology. Thesis supervisor Mgr. Magda Doležalová, Ph.D. Available from: <<http://theses.cz/id/usd291/>>.
4. BLAŠTÍK, O., *Silice koření z čeledi Miříkovitých*. Diplomová práce, Ústav biologie rostlin (AF), MENDELU, 2008
5. BOŠKO, R., *Variabilita obsahu silic u vybraných druhov léčivých, aromatických a koreninových rastlín*. Bakalářská práce, Ústav pěstování, šlechtění rostlin rostlinolékařství (AF), MENDELU, 2015
6. BOWN, D. *Encyclopedia of Herbs 1. vyd.* London: Dorling Kindersley Book, 2002. ISBN 0-7513-3386-7.
7. BÜHRING, U., *Léčivé rostliny: obsahové látky, zpracování, základní recepty*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 2010, 360 s. ISBN 978-80-242-2474-9.
8. CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. *Natural products (secondary metabolites)*. Biochemistry and molecular biology of plants, 2000, 24: 1250-1319.
9. GONÇALVES, M. J., VICENTE, A. M., CAVALEIRO, C., & SALGUEIRO, L. 2007. *Composition and antifungal activity of the essential oil of *Mentha cervina* from Portugal*. Natural product research, 21(10), 867-871.

10. CROZIER, A.; CLIFFORD, M. N.; ASHIHARA, H. (ed.). *Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet*, John Wiley a Sons 2006.
11. ČESKÝ LÉKOPIS 2009: (ČL 2009) = Pharmacopea bohemica MMIX : (Ph.B.MMIX). První vydání. Praha: Grada, 2009-, ISBN 978-80-247-2994-7.
12. DIAS, M. I. Review: *Exploring plant tissue culture to improve the production of phenolic compounds*. Industrial Crops [online]. 2016, 82, 9-22 [cit. 2016-04-06]. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.12.016. ISSN 09266690.
13. DORMAN, H. D., KOSAR, M., KAHLOS, K., HOLM, Y., & HILTUNEN, R. (2003). *Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from Mentha species, hybrids, varieties, and cultivars*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(16), 4563-4569.
14. EAGRI.CZ. ministerstvo zemědělství. [online]. 17.4.2016 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_17803.pdf?id=17803
15. FALLER Alk, FIALKHO E. (2010) :*Polyphenol kontent and antioxidant capacity in organic and conventional plant food*. Journal of food Composition and Analysis, 23, 561-568. Doi: 10, 1016/j.jfca.2010.01.003
16. FIALOVÁ, S., TEKELOVÁ, D., ŠVAJDLENKA, E., POTŮČEK, P., JAKUBOVÁ, K., GRANČAI, D. *Phenolic compounds variation in Mentha L. (2015): Species in the course of a four-years period/Kolísanie fenolových látok v rôznych druhoch Mentha L. Počas 4 ročného obdobia*. Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comenianae, 62.s9: 2-7.
17. FIALOVÁ, S., TEKELOVÁ D., RENDEKOVÁ K., KLINČOK J., KOLÁRIK M., KURUCOVÁ K., GRANČAI D. *The variability of secondary metabolites in mentha × piperita cv . 'perpeta' during the development of inflorescence*. (2014): Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comenianae. Volume 61, Issue 2, Pages 21–25, ISSN (Online) 1338-6786, DOI: 10.2478/afpuc-2014-0012.
18. FIALOVÁ, S.; TEKELOVÁ, D.; GRANČAI, D. *The content of phenolic compounds*

in underground and aerial parts of different Mentha species. Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comenianae, 2012, 59.1: 30-38.

19. FIALOVÁ, S., přednáška (Rod *Mentha* L. - botanická charakteristika, systematika a praktické možnosti využití, 8. 4. 2015) / Pěstování LAKR
20. FIEDOROVÁ I. *Fenolické látkové složky v potravinách*. Bakalářská práce. Mendelova univerzita (ZF), MENDELU, 2008
21. FIGUEROA-PÉREZ, M. G., ROCHA-GUZMÁN, N. E., PÉREZ-RAMÍREZ, I. F., MERCADO-SILVA, E., & REYNOSO-CAMACHO, R. (2014). *Metabolite profile, antioxidant capacity, and inhibition of digestive enzymes in infusions of peppermint (Mentha piperita) grown under drought stress*. Journal of agricultural and food chemistry, 62(49), 12027-12033.
22. FLETCHER, R. S., SLIMMON, T., MCAULEY, C. Y., & KOTT, L. *Heat stress reduces the accumulation of rosmarinic acid and the total antioxidant capacity in spearmint (Mentha spicata L)*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005, 85.14: 2429-2436.
23. GALUSZKA, P, a L. LUHOVÁ. *Laboratorní technika pro biochemiky*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0640-3
24. GROMOVÁ, Z. *Pestovanie špeciálnych plodín*. 1.vyd. Nitra: Vysoká škola po'nohospodárska, 1993, 194 s. ISBN 80-7137-115-7.
25. HALOUZKA, R. *Vybrané metody chemické analýzy medu* [online]. Olomouc, 2014 [cit. 2016-04-10]. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <<http://theses.cz/id/z5ib49/>>.
26. HAMPL, R. a O. LAPČÍK. *Jíte rádi flavonoidy?* Vesmír. 1996, 3(75). ISSN ISSN 1214-4029.
27. HARBOURNE N., MARETE E., JACQUIER J.C., O'RIORDAN D.(2009): *Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (Filipendula ulmaria) and willow (salix alba)*. LWT-Food Science and Technology, 42: 1468–1473.

28. HAVLÍK, J. a M. MAROUNEK. *Živiny a živinové potřeby člověka*: učebnice pro studenty ČZU v Praze. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012, 131 s. ISBN 978-80-213-2269-1.
29. HOSSAIN M.B., BARRY-RYAN C., MARTIN-DIANA A.B., BRUNTON N.P.(2010): *Effect of drying method on the antioxidant capacity of six Lamiaceae herbs*. Food Chemistry, 123: 85–91.
30. CHEMINFO – server chemické sekce. 06-plynová chromatografie (GC). [online].[cit. 2016-02-23].Dostupné z:http://cheminfo.chemi.muni.cz/chem_sekce/predmety/C7300/GC/uvod.pdf
31. ITIS TAXONOMY. Integrated taxonomix information system. [online]. 2011 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32264
32. JANATOVÁ, K. *Fauna fytofágních členovců ve sklenících Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity*. 2014.
33. JAROŠOVÁ, M. *Separáční metody pro stanovení polyfenolických látek ve víně*. Diplomová práce. Ustav chemie a biochemie (AF), MENDELU, 2012
34. JIRÁSEK, V. a F. STARÝ. *Atlas léčivých rostlin*. 2.vyd. Praha: SPN, 1989, 112 s
35. JIRÁSEK, V. a F. STARÝ. *Kapesní atlas léčivých rostlin*. 1.vyd. Praha: SPN, 1986.
36. KALAČ, P. *Organická chemie přírodních látek a kontaminantů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2001. ISBN 80-7040-520-1.
37. KALAČ, P. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: DONA, 2003, 130 s. ISBN 80-7322-029-6.
38. KAŠPAROVÁ, M. a kol. *Vliv syntetického benzylsulfanylpyridinového derivátu na produkci suspenzní kultury *Trifolium pretense* L.* Chemické listy, 2012, č. 106, s. 660-664. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_07_660-664.pdf
39. KERESTEŠ, J. *Zdravie a výživa ľudí*. Vyd. 1. Bratislava: CAD Press, 2011, 1037 s.

ISBN 978-80-88969-57-0.

40. KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. ISBN 80-86369-07-2.
41. KOCOURKOVÁ, B., H. PLUHÁČKOVÁ a M. HABÁN. *Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny a základy fytoterapie* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-02-02]. ISBN 978 - 80 - 7509 - 361 - 6. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23-
lecive,_aromaticke_a_koreninove_rostliny_a_zaklady_fytoterapie_-_kocourkova.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23-lecive,_aromaticke_a_koreninove_rostliny_a_zaklady_fytoterapie_-_kocourkova.pdf)
42. KOUŘIMSKÁ, L., SABOLOVÁ, M., DVOŘÁKOVÁ, B., ROUBÍČKOVÁ, I., PÁNEK, J., NOVÝ, P. (2014): *Antioxidant activity of Lamiaceae herbs grown under organic and conventional farming*. Scientia Agriculturae Bohemica, 45, 19-25.
43. KREJČÍKOVÁ, A., *Zajímavé reakce fenolických látek* [online]. 2012 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: [http://konference.osu.cz/svk/sbornik2012/pdf/
budoucnost/didaktika/krejcikova.pdf](http://konference.osu.cz/svk/sbornik2012/pdf/budoucnost/didaktika/krejcikova.pdf)
44. KREMER P. B., 2004. *Léčivé rostliny*. 1. vydání. Beta- Pavel Dobrovský a Jiří Ševčík, Praha- Plzeň, ISBN 80-7306-135-X, SBN 80-7291-115-5, 222 s.
45. KRMENČÍK, P., J. KYSELKA. *Toxikon. Biotox.* [online]. 2001 [cit. 2015-11-13]. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/toxikon/rostliny/silice.php>
46. KRULICH, J. . *Zahradnictví Krulichovi. Zahradnictví Krulichovi.* [online]. 2006 [cit. 2015-11-13]. Dostupné z: <http://www.zahradnictvikrulichovi.cz/>
47. KÜHN, F. *Systematická botanika: pro obory zahradnictví a sadovnictví a krajinářství*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1988.
48. KWON, Y. I. I., VATTEM, D. A., & SHETTY, K. (2006). *Evaluation of clonal herbs of Lamiaceae species for management of diabetes and hypertension*. Asia pacific journal of clinical nutrition, 15(1), 107-118.

49. LATTANZIO, V., LATTANZIO, V. M., & CARDINALI, A. (2006). *Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. Phytochemistry: Advances in research*, 661, 23-67.
50. LAWRENCE, B. M. *Mint: the genus Mentha*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2007. ISBN 9780849307799.
51. LOUČKO, R., E. MACHAČOVÁ aj. MORAVCOVÁ. (2001): *Obsah fenolických kyselín ve vztahu k bilanční stravitelnosti živin a chutnosti sena vybraných pícnin*. In: Sborník konf. Biologicky aktivní fenolické látky v zemědělských plodinách. VÚRV Praha, 24-29.
52. LUŠTINEC, J. a V. ŽÁRSKÝ. *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 261 s. ISBN 80-246-0563-5.
53. MAGGI, F., BARBONI, L., CAPRIOLI, G., PAPA, F., RICCIUTELLI, M., SAGRATINI, G., & VITTORI, S. (2011). *HPLC quantification of coumarin in bastard balm (Melittis melissophyllum L., Lamiaceae)*. *Fitoterapia*, 82(8), 1215-1221.
54. MALIK, B.; SHARMA, N. SONI, G. *Influence of agro-climatic conditions on antioxidant potential of Mentha species*. *Journal of pharmacy research*, 2013, 7.5: 427-432.
55. MARCANÍKOVÁ, K., BEŇOVÁ, B., *Využití coulometrického etektoru pro analýzu fenolických látek*. *Chemické listy*, 2010, č. 104, s. 27–30. Dostupné z: http://www.chemicke.listy.cz/docs/full/2010_13_s27-s30.pdf
56. MÍKA, V. a kol., *Fenolické látky v lučních rostlinách*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2001, 116 s., 56 s. barev. obr. příl. ISBN 80-86555-07-0.
57. MINDELL, E. a H. MUNDIS. *Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii*. Vyd. 2., (dopl., přeprac.). V Praze: Ikar, 2006. ISBN 80-249-0744-5.,

58. NEDOMA, J., V. KOUTNÍK a P. HRDLIČKA. *Anorganická a analytická chemie* [příl.]. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1994. ISBN 80-7157-133-4.
59. NEUBAUER, Š., K. KLIMEŠ a L. ČERNÁ. *Léčivé rostliny I: Pěstování léčivých rostlin na malých plochách*. 1.vyd. Praha: Svépomoc, 1984, 153 s.
60. NEUGEBAUEROVÁ, J. přednáška (Obsahové látky v léčivých rostlinách, 28. 9. 2015)/ Speciální rostliny
61. NEUGEBAUEROVÁ, J. *Pěstování léčivých a kořeninových rostlin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. ISBN 80-7157-997-1.
62. NEUGEBAUEROVÁ, J. *Pěstování léčivých a kořeninových rostlin*. Druhé přepracované vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016. ISBN 978-80-7509-383-7.
63. NEUGEBAUEROVÁ, J. -- VÁBKOVÁ, J. *Obsah silice a fenolických látek v okrasných taxonech Mentha L*. Acta Pruhoniciana. 2010. č. 94, s. 49--53. ISSN 0374-5651.
64. NEUGEBAUEROVÁ, J. -- VÁBKOVÁ, J. *Obsah vitamínu C a dusičnanů v zeleném koření*. In VÁBKOVÁ, J. -- NEUGEBAUEROVÁ, J. 14. odborný seminář s mezinárodní účastí, Aktuální otázky pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin 2.12.2008. 1. vyd. Brno: MZLU Brno, 2008, s. 77--81. ISBN 978-80-7375-245-3.
65. OLŠANSKÝ, R. *Stabilita a kvalita silic vybraných druhů LAKR z různých pěstitelských podmínek*. Bakalářská práce, AF, Mendelu, 2006
66. ORPHANIDES, A., GOULAS, V., GEKAS, V. *Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint*. Czech J. Food Sci, 2013, 31.5: 509-513.
67. ORTEMBERG, A. *Mládne s antioxidanty*. Vyd. 1. Praha: Ivo Železný, 2003, 126 s. ISBN 80-237-3742-2.

68. OZBUCAK, T. B., ERTURK O., YILDIZ O., BAYRAK A., KARA M., SAHIN H., KIRALAN M. *The Effect of Different Manures and Synthetic Fertilizer on Biochemical and Antimicrobial Properties of Mentha piperita L.* Journal of Food Biochemistry, 2014, 38.4: 424-432.
69. PAVARINI, D. P., PAVARINI, S. P., NIEHUES, M., & LOPES, N. P. (2012). *Exogenous influences on plant secondary metabolite levels.* Animal Feed Science and Technology, 176(1), 5-16.
70. PAVLOVÁ, L.. *Fyziologie rostlin.* 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0985-1. Dostupné také z: <http://kramerius.mzk.cz/search/handle/uuid:f3bafc20-5b70-11e4-bc71-005056827e52>
71. PÉREZ, M. G. F, ROCHA-GUSMÁN N.E., MERCADO-SILVA E., LOARCA-PIÑA Q., REYNOSA-CAMACHO R.. *Effect of chemical elicitors on peppermint (Mentha piperita) plants and their impact on the metabolite profile and antioxidant capacity of resulting infusions.* Food chemistry, 2014, 156: 273-278.
72. PHATAK, S. V.; HEBLE, Mohan R. *Organogenesis and terpenoid synthesis in Mentha arvensis.* Fitoterapia, 2002, 73.1: 32-39.
73. POLÍVKOVÁ, J. Eldiag s.r.o.. elektrotechnická diagnostika. [online]. 2013 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://www.eldiag.cz/cz/texty/seznameni-s-plynovou-chromatografii>
74. PRAMILA, D. M., XAVIER, R., MARIMUTHU, K., KATHIRESAN, S., KHOO, M. L., SENTHILKUMAR, M., ... & SREERAMANAN, S. (2012). *Phytochemical analysis and antimicrobial potential of methanolic leaf extract of peppermint (Mentha piperita: Lamiaceae).* J Med Plants Res, 6(2), 331-335.
75. SAHIN, H. a kol., 2011. *Farklı gübre ortamlarında yetiştirilmiş Mentha piperita L. (Nane)nin rp/hplc/uv ile fenolik bileşenlerinin analizi*, Oral presentation, 2, Kromatografi 2011, Dicle Universty, Diyarbakır, 2011

76. SALUPLANTA VEREIN FÜR ARZNEI-UND GEWÜRZPFLANZEN. Handbuch des Arznei-und Gewürzpflanzenbaus. Verein für Arznei-und Gewürzpflanzen Saluplanta, 2009.
77. SAZHINA, N. N.; MISIN, V. M.; KOROTKOVA, E. I. *Antioxidant activity of mint*. Food Composition and Analysis: Methods and Strategies, 2014, 337.
78. SMALL, E. *Velká kniha koření, bylin a aromatických rostlin*. Praha: Volvox Globator, 2006. ISBN 80-7207-462-8.
79. SOBOTNÍKOVÁ, J. Univerzita Karlova v Praze [online]. 22.2.2016 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: http://web.natur.cuni.cz/~suchan/PC_TLC.pdf, 2014
80. STRAKOVÁ, P. *Identifikace a hodnocení sortimentu rodu Mentha L. (máta)* Bakalářská práce, Ústav zelinářství a květinářství (ZF), MENDELU, 2010
81. STREJČKOVÁ, A. *Biologicky aktivní látky v medu*. Bakalářská práce, Ústav chemie a biochemie (AF), MENDELU, 2015
82. ŠPANDELOVÁ, V. *Kultury léčivých rostlin in vitro- VIII*. Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, 2008
83. ŠTĚPÁNEK, J.: *Mentha L - máta* In Slavík, B. (eds.) *Květena ČR: šestý svazek*: Slavík, B. a kol. 1.Vyd. PRAHA: Academia, 2000, 674 – 693 s. ISBN 80-200-0306-1.
84. ŠTÍPEK, S. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, 314 s. ISBN 80-7169-704-4.
85. TANAKA, T., TANAKA, T., TANAKA, M., & KUNO, T. *Cancer chemoprevention by citrus pulp and juices containing high amounts of β -cryptoxanthin and hesperidin*. BioMed Research International, 2012.
86. TCIHÁ, J. *Rzi na léčivých rostlinách a ochrana proti nim*. Diplomová práce. Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství (AF), MENDELU, 2009
87. TOMEK, J. *Farmakognózia: Učebnice pre farmaceutické fakulty*. 2.vyd.,oprav. Martin: Osveta, 1999, 422 s. ISBN 80-8063-014-3.

88. TRAXL, V. *Léčivé rostliny ze zahrady*. 1.vyd. B.m: KVĚT nakladatelství ČZS, 1992, 143 s. ISBN 80-85362-08-2.
89. USDA.GOV. *National Nutrient Database for Standard Reference*. [online]. 22.4.2016 [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/306?fg=&man=&facet=&count=&max=&qlookup=&offset=&sort=&format=Full&reportfmt=other&rptfrm=&ndbno=&nutrient1=&nutrient2=&nutrient3=&subset=&totCount=&measureby=&_action_show=Apply+Changes&Qv=1&Q711=2.0&Q712=2.0
90. VALENTOVÁ, A. Chempoint. Know-how. [online]. 03. 05. 2012 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/co-jsou-to-antioxidanty>
91. VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Vyd. 2., upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-01-1.
92. VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 2: [Investice do rozvoje vzdělávání, reg.č.: CZ1.07/2.2.00/15.0084]*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
93. VELÍŠEK, J. a Karel C.. *Biosynthesis of food components*. 1st ed. Tábor: OSSIS, 2008, xii, 497 s. ISBN 978-80-86659-12-1.
94. VNUKOVÁ, K. *Fenolické látky v luštěninách a zrninách a jejich antioxidační aktivita*. Bakalářská práce, Ústav chemie a biochemie (AF), MENDELU, 2008
95. VONDRÁŠKOVÁ, Š.. agronavigator. *Úzei*. [online]. 2006 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.agronavigator.cz/inf_pult.asp?ids=0&ch=0&zobraz=1&id_dotazu=1697
96. ZINGARETTI, S. M., DE MATOS PEREIRA, L., INÁCIO, M. C., DE CASTRO FRANÇA, S., & PAZ, T. A. (2013). *Water stress and agriculture*. INTECH Open Access Publisher.
97. ZSOLDOSOVÁ, J. *Obsahové látky máty peprné*. Bakalářská práce, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství (AF), MENDELU, 2015

8. Slovník pojmů

Anthelmintika: přípravky proti střevním parazitům

Dietetický: odpovídá zásadám správné výživy

Diuretika: využívají se pro močopudné účinky a vlivu na lepší činnost ledvin

Elicitace: metoda, která využívá schopnost rostliny reagovat na stresové podmínky. Následuje obrana a ta zvýší produkci sekundárních látek.

Expektorancia: používají se pro léčbu dýchacích cest. Rozpouští hleny, podporují jejich uvolňování a usnadňují vykašlávání

Fytoestrogeny: látky rostlinného původu, který mají pozitivní vliv na ženské pohlavní hormony

Geriatrické přípravky: léčiva a potravinové doplňky určené pro starší osoby

In vitro: rostliny pěstovány v umělých podmínkách laboratoře

Karminativa: látky, které působí proti nadýmání a plynatosti

Korigencia: zlepšují vůni a chuť, využívají se v potravinářství a při výrobě parfémů

Lyofilizace: sušící metoda, při kterém se voda, obsažená ve zmraženém vzorku, odpařuje

Mikropropagace: vegetativní množení rostlin v laboratorních sterilních podmínkách in vitro, jejichž cílem je rychlé namnožení či naklonování rostlinného materiálu

Nervina: mají uklidňující účinky, jsou ceněna při psychické námaze

Spazmolytika: uvolňují křeče hladkého svalstva