

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Hospodářsky nejvýznamnější druhy rodu *Mentha* a jejich využití

Bakalářská práce

Autor práce: Miloslav Mrkáček

Obor studia: B-HORTIB

Vedoucí práce: Ing. Luděk Tyšer, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hospodářsky nejvýznamnější druhy rodu *Mentha* a jejich využití" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Velice děkuji vedoucímu této bakalářské práce, váženému panu doktoru Ing. Lud'ku Tyšerovi, Ph.D. Vážím si nejen jeho pomocných konstruktivních návrhů a cenných připomínek, ale zejména jeho vstřícnosti a pozitivního přístupu, který vyjadřoval při vedení práce, a také času, který mi při pomoci s touto prací, poskytl. Zároveň bych rád poděkoval všem ostatním, kteří přispěli svými poznámkami ke zlepšení této práce.

Hospodářsky nejvýznamnější druhy rodu *Mentha* a jejich využití

Souhrn

Předmětem této bakalářské práce bylo vytvořit literární rešerši zabývající se jednotlivými druhy rodu máta (*Mentha*), a to zejména těmi hospodářsky významnými. Součástí realizace této práce bylo také podrobně popsat dílčí aspekty každého vybraného druhu. Práce se v tomto ohledu nejprve zaměřila na celkovou charakteristiku rodu a čeledě a následně zdůraznila problematiku taxonomie a historii tohoto rodu. Tento přehled také podal obecný výklad k významným obsahovaným látkám rostlin rodu *Mentha*, jimiž jsou sekundární metabolity silice, třísloviny a flavonoidy. Dále dle dostupných zdrojů, a to především odborných cizojazyčných článků, práce zvolila několik jednotlivých zástupců, které jsou pro rod *Mentha* hospodářsky nejvýznamnějšími, a byly v této práci rozebrány v jednotlivých kapitolách. Popsána byla jednotlivě botanická charakteristika rostlin, informace o jejich ekologii, rozšíření, a jejich původu. Práce se také snažila zaměřit se na přesné složení silic konkrétních významných druhů a podala přehled využití máty, a to jak v rámci konvenčního užití, tak z hlediska navrhovaných perspektivních a alternativních možností využití. Zodpovězeny byly i otázky zahrnující rizika v případě dlouhodobého užívání rostlinné drogy, kterou je u rodu *Mentha* nať a list.

V neposlední řadě se tato práce také věnovala problematice a nárokům na pěstování vybraného druhu, včetně přípravy půdy a posklizňových úprav. Uvedla nejčastější škůdce a choroby, které se mohou vyskytovat při pěstování těchto druhů.

Z hlediska využívání se máte přidělují různé prospěšné a žádoucí účinky na lidský organismus. Mezi ně patří například zmírňování křečí, tlumení nadýmání či celkové zlepšování zažívacího ústrojí. Nicméně mimo tato tradiční využití se práce zaměřila i na inovativní způsoby využívání rostlin rodu *Mentha*, které zmiňují současné vědecké studie, a které by mohly přinést tomuto rodu nové zajímavé využití.

Klíčová slova: *Mentha* spp., léčivé rostliny, pěstování, uplatnění, hospodářský význam

The most economically important species of the genus *Mentha* and their use

Summary

The subject of this bachelor thesis was to create a literature search dealing with the individual species of the mint genus (*Mentha*), especially the economically important ones. Part of the purpose of this thesis was also to describe in detail the particular aspects of each chosen species. In this regard, the work first focused on the overall characteristics of the genus and family and then highlighted issues of taxonomy and plant history. This review also gave a general commentary on the important constituents of the plants of the genus *Mentha*, which are the secondary metabolites of essential oils, tannins and flavonoids. Furthermore, according to the available sources, mainly from foreign language articles, the thesis selected a few individual representatives that are economically most important for the genus *Mentha* and were discussed in this thesis in individual chapters. The botanical characteristics of the plants, information on their ecology, distribution, and origin have been described individually. The thesis also aimed to focus on the exact essential oil composition of specific important species and focused on the use of mint, both in terms of conventional uses and in terms of proposed promising alternative uses. The thesis also mentioned issues involving the risks in the case of long-term use of the plant medicine, which in the *Mentha* genus is the stem and leaves. Last but not least, the thesis also discussed the issues and requirements for cultivation of the selected species, including soil preparation and post-harvest treatments. It presented the most common pests and diseases that may occur in the cultivation of these species.

In terms of use, various beneficial and desirable effects on the human body are attributed to mint. These include, for example, relieving cramps, reducing flatulence or improving the overall digestive system. However, beyond these traditional uses, the thesis has also looked at innovative uses of the *Mentha* genus that are referred to in current scientific studies and which could bring new and interesting uses to the genus.

Keywords: *Mentha* spp., medicinal plants, cultivation, application, economic importance

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíl práce	11
3. Literární rešerše.....	12
3.1 Botanická charakteristika	12
3.1.1 Systematika taxonomie	12
3.1.2 Charakteristika řádu Lamiales	12
3.1.3 Charakteristika čeledi Lamiaceae	12
3.1.4 Charakteristika rodu <i>Mentha</i>	14
3.1.4.1 Historie rodu <i>Mentha</i>	14
3.1.4.2 Botanický popis rodu <i>Mentha</i>	15
3.2 Významné látky obsažené v rostlinách rodu <i>Mentha</i>	16
3.2.1 Sekundární metabolity	16
3.2.1.1 Silice	17
3.2.1.2 Třísloviny	19
3.2.1.3 Flavonoidy	19
3.3 Hospodářsky významné druhy	20
3.3.1 <i>Mentha</i> × <i>piperita</i>	20
3.3.1.1 Botanický popis	20
3.3.1.2 Ekologie	21
3.3.1.3 Využití a účinky rostliny	21
3.3.1.3.1 Použití ve farmacii a medicíně.....	22
3.3.1.3.2 Další použití máty peprné	23
3.3.1.4 Obsahové látky.....	23
3.3.1.5 Předávkování a rizika užívání	24
3.3.2 <i>Mentha spicata</i>	24
3.3.2.1 Botanický popis	24
3.3.2.2 Ekologie	25
3.3.2.3 Využití a účinky rostliny	25

3.3.2.4	Obsahové látky.....	26
3.3.2.5	Předávkování a rizika užívání	26
3.3.3	<i>Mentha × gracilis</i>	26
3.3.3.1	Botanický popis	26
3.3.3.2	Ekologie	27
3.3.3.3	Využití a účinky rostliny	27
3.3.3.4	Složení silice	27
3.3.4	<i>Mentha aquatica</i>	28
3.3.4.1	Botanický popis	28
3.3.4.2	Ekologie	28
3.3.4.3	Využití a účinky rostliny	29
3.3.4.4	Složení silice	29
3.3.5	<i>Mentha × villosa</i>	29
3.3.5.1	Botanický popis	29
3.3.5.2	Ekologie	30
3.3.5.3	Využití	30
3.3.6	<i>Mentha sachalinensis</i>	30
3.3.6.1	Botanický popis	30
3.3.6.2	Ekologie	31
3.3.6.3	Využití a účinky rostliny	31
3.3.6.4	Složení silice	31
3.4	Problematika pěstování máty peprné.....	32
3.4.1	Nároky na prostředí.....	32
3.4.2	Příprava půdy	32
3.4.3	Založení a sklizeň porostu.....	33
3.4.4	Posklizňové úpravy	34
3.4.5	Nejčastější choroby máty	35
3.4.6	Nejčastější škůdci máty.....	36
3.5	Inovativní možnosti využití <i>Mentha</i> a způsoby zvýšení výnosnosti ...	38

3.5.1 Antibakteriální využití	38
3.5.2 Ekologické využití	38
3.5.3 Insekticidní využití.....	39
3.5.4 Profylaktické využití	40
3.5.5 Způsoby zvýšení výnosnosti silic	41
4. Závěr.....	43
Literatura.....	45

1. Úvod

Rostliny rodu *Mentha* jsou v našich podmínkách obecně známé a využívané byliny. Používání těchto rostlin datujeme již do dob starověku, kde byly vnímány jako bylina “zábavy a pohostinnosti”. Římané a Řekové se jimi například běžně korunovali a zdobili s ní stoly pro své hosty a rovněž tyto byliny využívali ve svých domácnostech k odstranění zápachu a získání svěžesti (Lawrence 2007). Mimo gastronomické a aromatické funkce má máta také medicínské a průmyslové využití, a to především díky obsahovaným silicím. Pro tyto její medicínské účely je máta využívána stovky let. Rostliny rodu *Mentha* tak řadíme mezi tzv. léčivé, kořeninové a aromatické rostliny. Vedle využití ve farmaceutickém průmyslu jsou tyto léčivé, kořeninové a aromatické rostliny využívány i jako zdroj pro kosmetickou, potravinářskou i lihovarnickou výrobu.

Rod *Mentha* je řazen do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) a přirozeně se vyskytuje v Evropě a na Blízkém východě, v současné době bychom zástupce tohoto rodu našli však také v jiných oblastech mírného pásma v Asii, Africe, Severní Americe a Austrálii. Rod *Mentha* je tvořen zřejmě 25 - 30 druhů a dalšími mezidruhovými hybridy, míra komerční kultivace (zejména pro esenciální oleje) je však u jednotlivých druhů velmi odlišná, mezi nejvíce užívané patří zejména *M. piperita*, *M. canadensis*, *M. spicata*, *M. gracilis* (Lawrence 2007).

Rod *Mentha* dále patří mezi nejvýznamnější v rámci této čeledi, neboť obsahuje řadu významných druhů, jejichž silice mají rozsáhlé průmyslové využití. Množství těchto olejů se ročně vyprodukuje více než 23 000 tun a jejich hodnota přesahuje 400 milionů dolarů (Lawrence 2007). To z nich činí ekonomicky nejvýznamnější vyráběné esenciální oleje. Mátové oleje se vyrábějí v různých částech světa. Lawrence (2007) popisuje například významnou produkci v Severní Americe, v Číně nebo v Indii.

Tato práce je rozdělena do několika částí. První část práce se týká botanické systematiky a popisu čeledi *Lamiaceae*, řádu *Lamiales* a rodu *Mentha*. V této části se práce zaměřuje na konkrétní taxonomický popis. V následující části jsou zmíněny sekundární metabolity. Cílem této kapitoly je podat detailní přehled hlavních složek tvořící významné a užitečné obsahované látky rodu *Mentha*. Třetí část pojednává už o jednotlivých významných druzích rodu *Mentha*, včetně jejich samostatného botanického popisu, využití, účinků, agrotechniky, rozšíření, nároků na pěstování a sběr. Tato část také podává výklad o

průmyslovém a farmaceutickém využití máty, a to včetně inovativních způsobů aplikace máty, o nichž je pojednáváno v literatuře. Předposlední zmíněnou částí je problematika pěstování, kde je popsána agrotechnika máty, posklizňové úpravy a zmíněny jsou také nejčastější choroby a škůdci při pěstování máty. Závěrečná část práce se týká inovativních způsobů využívání rostlin rodu *Mentha* (zejména jejich silic) a způsobů, jak zvýšit jejich výnosnost. Tato část reflektuje současný stav výzkumu v této oblasti.

2. Cíl práce

Cílem této deskriptivní bakalářské práce na téma “Hospodářsky nejvýznamnější druhy rodu *Mentha* a jejich využití” bylo zpracovat literární přehled zabývající se jednotlivými zástupci rodu *Mentha*, a to zejména těch, jež jsou hospodářsky významné. Součástí práce bylo také botanicky popsat tyto jednotlivé druhy, charakterizovat jejich výskyt a rozšíření, popsat jejich nejdůležitější účinné látky, seznámit se s podmínkami a nároky na jejich pěstování a nakonec analyzovat možnosti využití těchto rostlin. Práce je čistě deskriptivní prací, která shrnula poznatky literatury na dané výzkumné téma. Tato práce využívala jak české, tak cizojazyčné zdroje. Primárními zdroji byly zejména cizojazyčné odborné články.

3. Literární rešerše

3.1 Botanická charakteristika

3.1.1 Systematika taxonomie

Systematika rodu *Mentha* je velmi komplikovaná a stále nejasná. Jabeen et al. (2012) tuto problematiku vysvětluje poukazem na skutečnost, že v rámci tohoto rodu existuje variace v počtu základních chromozomů, cytomixie a rozdílném složení silic v různých prostředích polymorfismu v morfologii. Dále zde působí častá mezidruhovú hybridizace, koloniální množení mutantů a výskyt polyploidie a aneuploidie.

Podobný pohled na problematiku mají také Fialová et al. (2014). Autoři zmiňují náročnost identifikace jednotlivých druhů kvůli velké diverzitě, vysokému polymorfizmu, lehké hybridizaci a velké plasticitě, kříženci jsou také většinou neplodní a udržují si vegetativní obnovovací výhonky.

Lawrence (2007) popisuje, že od roku 1753, tedy počáteční datum moderní nomenklatury, bylo pro rostliny rodu *Mentha* publikováno více než 3 000 jednotlivých názvů. Od názvů druhů, až po názvy kultivarů. Pravděpodobně až 95 % těchto názvů jsou synonyma nebo jsou názvy nelegitimní (Lawrence 2007).

3.1.2 Charakteristika řádu *Lamiales*

Lamiales je řád dvouděložných bylin, zřídka i dřevin. Zahrnuje čeledi, z nichž jsou pro farmaceutický průmysl významné čeledi *Lamiaceae* a *Verbenaceae*. Obvykle se vyznačují křížmostojnými až přeslenitými listy, které však nemají palisty. Květy tohoto řádu jsou oboupohlavné, pětičetné a souměrné. Tyčinek, které jsou dvoumocné, se v květu nachází čtyři, nicméně mohou být i v počtu po dvou nebo po pěti. Plodem bývá tvrdka (Jahodář 2011).

3.1.3 Charakteristika čeledi *Lamiaceae*

Rod *Mentha* je dle taxonomického systému zařazen do čeledi *Lamiaceae*, nebo také hluchavkovité. Jde o čeleď bylin, polokeřů a mimo naše teritorium i dřevin, které mohou být jednoleté, dvouleté i vytrvalé (Jahodář 2011). Tato čeleď obsahuje 200 rodů a 3 200 druhů a

jsou uplatňovány nejvíce jako léčivé rostliny, zdroje silice, koření, ale i jako dekorativní rostliny (Bulánková 2005). Dále je jich využíváno ve farmaceutickém prostředí a v lidovém léčitelství. Některé druhy se používají jako koření při dochucování nejrůznějších pokrmů a k přípravě salátů. Mimo jiné se některé druhy, bohaté na vonné silice, využívají také ve voňavkářství, jiné druhy zase jako rostliny okrasné (Slavík et al. 2000).

Charakteristické jsou pro čeleď *Lamiaceae* čtyřhranné lodyhy, které mohou být v podobě jednoduché či větvené. Listy jsou postaveny vstřícně, zpravidla křížmostojně a bývají jednoduché, vzácněji pak peřeně členěné, řapíkaté či přisedlé bez palistů. Byliny z této čeledi jsou často pokryté trichomy (Slavík et al. 2000).

Slavík et al. (2000) píše, že pyskaté květy vyrůstají ve zkrácených úžlabních vidlanech, nebo také lichopřeslenech navzájem oddálené nebo nahloučené do koncových lichoklasů. Někdy jsou skládány z latovitých či vidlanovitých květenství. Vrcholíky mohou být redukováné na jednotlivé květy. Květy jsou většinou viditelně souměrné, oboupohlavné či druhotně jednopohlavné. Také byla u několika druhů prokázána gynodioecie, která zapříčiňuje, že horní korunní pysk je velmi malý, nebo že dokonce zdánlivě chybí. Kalich je pětičetný trubkovitého až zvonkovitého tvaru, bývající zpravidla pravidelný nebo dvoupyský s horním pyskem obvykle třícípým a dolním dvoucípým. Koruna je zřetelně dvoupyská, a složená původně z pěti lístků, kdy je horní pysk celokrajný a na vrcholu vykrojený, nebo vzácněji členěný s dvěma laloky. Laloky mohou být redukováné na malé výrůstky. Tyčinek, kterých se nachází v počtu po čtyřech, jsou dvoumocné. Mohou být ukryté pod horní korunou a nebo nápadně z koruny vyčnívat. Pylové zrno je dvoubuněčné. Gyneceum je synkarpní a skládá se ze dvou plodolistů. Čnělka vyrůstá z báze rozděleného semeníku (Slavík et al. 2000).

Plodem rostlin této čeledě je nejčastěji poltivá tvrdka, nicméně u některých mimoevropských zástupců může být plodem peckovice a nebo tobolka. Semena na našem teritoriu neobsahují endosperm (Slavík et al. 2000).

Květní vzorec pro čeleď *Lamiaceae* je následující: $\text{♀} \downarrow \text{K} (5) / \text{C} (5) \text{A} 4\text{n. A}2/ \text{G}(2)$ (Novák & Skalický 2017).

Mnoho zástupců této čeledě je slabě nebo silně aromatických, díky přítomnosti žláznatých struktur, které produkují terpenovou těkavou silici. Jsou tedy jedním z nejvýznamnějších zdrojů aromatických silic. Právě takové hospodářsky cenné silice jsou

získávány z rostlin, jako je například *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Melissa officinalis* a nebo *Mentha × piperita*, jejíž nejvýznamnější složkou silice je menthol (Giuliani & Bini 2008).

3.1.4 Charakteristika rodu *Mentha*

Rod *Mentha* je z celé čeledi *Lamiaceae* považován za nejdůležitější rod, neboť silice rostlin právě z tohoto rodu mají velmi vysokou ekonomickou hodnotu a je využíván hned v několika průmyslových odvětvích (Gholamipourfard et al. 2021). Nejvýznamnější je ve farmacii, kde slouží především k výrobě léčiv. Dalším sektorem, kde je tato rostlina bohatě využívána, je potravinářství a gastronomie. Zde je využívána pro svojí svěží chuť a příjemný vzhled. Dále se složky máty hojně využívají ve voňavkářství, kosmetice, lihovarnictví. Listy, extrakty a silice některých druhů (*Mentha × piperita* a *Mentha spicata*) jsou také dlouhodobě využívány pro jejich lékařské užití v terapii nebo pro symptomatickou léčbu mnoha nemocí a poruch (Zheljazkov et al. 2010). Některé druhy máty se tradičně využívají v přírodní medicíně proti nejrůznějším onemocněním (Ambrose et al. 2016).

Druhy rodu *Mentha* jsou vytrvalé byliny, tyto rostliny tedy zůstanou zelené buď i přes zimní období nebo se zatáhnou do oddenků a vyraší znovu na jaře. Jsou to aromatické byliny disponující podzemními či nadzemními plazivými oddenky a výběžky s jednoduchými či parohovitě větvenými chlupy (Slavík et al. 2000).

Tyto byliny se na otevřených plochách šíří poměrně rychle, a z tohoto důvodu jsou mnohdy považovány za invazivní rostliny (Ambrose et al. 2016).

3.1.4.1 Historie rodu *Mentha*

Již Ebersův papyrus, nejstarší dochovaný lékařský text, zmiňuje léčebné účinky máty a popisuje mátu jako bylinu s uklidňujícími účinky na žaludek (Mandžuková 2017).

Název rodu pochází z řecké mytologie, dle které Minthé - lesní nymfa - byla Persefonou proměněna v obyčejnou bylinu jako pomstu za milostný vztah s jejím manželem Hádem. Hades, jež nebyl schopen Minthé vrátit do původní podoby, tak alespoň bylině přidal charakteristické aroma (Graves 1955). Ambrose (2016) tvrdí, že výraz Minthé se následně

proměnil v současné době užívané jako *Mentha*, a začalo být užívané pro celý rod. Řecký název je rovněž základem pro anglické „mint.“

Ambrose (2016) dále uvádí, že dle dostupné literatury se první druhy máty vyskytovaly v Evropě a ve Středozeří, kde byly hojně rozšířeny vzhledem ke své nízké náročnosti na prostředí. V této oblasti byly také aktivně pěstovány pro své léčivé a aromatické vlastnosti. V souvislosti autor uvádí, že máta byla užívána Římany a Řeky jako symbol pohostinnosti a oslav, během kterých se jí běžně korunovali a zdobili s ní stoly pro své hosty. Rostliny se rovněž využívaly v domácnostech k odstranění zápachu a získání svěžesti, a to i například pokládáním lístků těchto bylin na podlahu, následné chození po ní uvolnilo aromatické látky v ní obsažené a vytvořilo požadovaný efekt (Ambrose 2016).

Güllüce et al. (2006) dále uvádí, že máta byla ve starověku užívána k ochucení jídla, i jako medicína; esenciální oleje byly užívány jako parfémy, deodoranty nebo farmaceutické přípravky. Kumar et al. (2011) v souvislosti s insekticidními účinky máty tvrdí, že pro tyto účely byla máta pěstována již ve starověku. Ve středověku byly rozdrcené lístky máty užívány k bělení zubů (Hajlaoui et al. 2008).

Rostliny rodu *Mentha* se rovněž dlouhá staletí užívají pro své léčivé účinky, a to ačkoliv tento její potenciál byl vědecky potvrzen relativně v nedávné době (Ambrose 2016).

3.1.4.2 Botanický popis rodu *Mentha*

Slavík et al. (2000) popisuje rod následovně. Lodyha byliny bývá nejčastěji větvená, přímá a nebo na bázi vystoupavá s pravidelným olistěním. Listy jsou přisedlé nebo řapíkaté, čepel listu je celistvá, nejčastěji kopinatá až vejčitá, může být také kadeřavá. Květenství je často husté, v podobě prodloužených nebo zkrácených lichoklasů, složené z lichopřeslenů, prodloužené nebo značně zkrácené s nenápadnými listeny. Pyskaté květy jsou samy o sobě drobné. Kalich je pravidelný nebo téměř pravidelný se stejnotvarými cípy. Kališní trubka je deseti až třinácti-žilná, v ústí lysá či pokrytá trichomy. Koruna bývá mírně souměrná, trubkovitého tvaru, většinou se čtyřmi obvejčitými laloky, přičemž je horní lalok širší než ostatní a trubkou pod ústím pozvolna se zužující. Tvrdky tohoto rodu bývají vejčité či elipsoidní s hladkým nebo síťnatým povrchem. Základní počet chromozómů u tohoto rodu je $x = 12$.

Podle Ambrose et al. (2016) zahrnuje rod *Mentha* pět sekcí, 25-30 druhů a mnoho stovek odrůd. Přesný počet taxonomicky platných druhů v tomto rodu ale není znám. Autor dále tvrdí, že příčinou je vysoká mezidruhovú hybridizace, čímž vzniká mnoho kříženců.

Mezi jednotlivé druhy patří máta peprná (*Mentha x piperita*), máta klasnatá (*Mentha spicata*), máta vodní (*Mentha aquatica*), máta dlouholistá (*Mentha longifolia*), máta rolní (*Mentha arvensis*), máta vonná (*Mentha suaveolens*), máta čokoládová (*Mentha x piperita* 'Chocolate'), nebo bazalková (*Mentha x piperita* 'Basilikum') a další. Všechny tyto druhy lze bezpečně konzumovat mimo poleje obecné (*Mentha pulegium*) (Barrett 2009).

3.2 Významné látky obsažené v rostlinách rodu *Mentha*

V této kapitole práce popíše hlavní látky, jež jsou obsaženy v rostlinách rodu *Mentha*. Zaměří se zejména na 3 sekundární metabolity, a to sice silice, třísloviny a flavonoidy. Tento výběr je odůvodněn ekonomickým významem těchto látek, ale také i jejich procentuálním zastoupením na celkovém složení.

3.2.1 Sekundární metabolity

Mikrobiální sekundární metabolity jsou nízkomolekulární produkty sekundárního metabolismu, které obvykle vznikají v pozdní růstové fázi (v rámci tzv. idiofáze) mikroorganismů (Demain & Sanchez 2011). Sekundární metabolity vznikají přirozeně zejména u některých bakterií, hub a rostlin (Mosunova et al. 2021). Dle autorů je tento název odvozen od skutečnosti, že jejich výroba není pro vývoj a růst daného organismu zásadní (na rozdíl od primárních metabolitů jako jsou lipidy, aminokyseliny, nukleonové kyseliny a sacharidy). Sekundární metabolity jsou pro člověka ovšem velmi důležité, neboť zahrnují imunosupresiva, antibiotika, antihelmintika a jiná antiparazitika, stimulatory růstu přežvýkavců, herbicidy, bioinsekticidy nebo zemědělské fungicidy (Demain & Sanchez 2011). Lze se domnívat, že vysoká produkce většiny sekundárních metabolitů rostlin je součástí chemické obrany rostliny před býložravci, patogenovou infekcí rostliny či environmentálním stresem (Halder et al. 2019). Činitelé, kteří tuto obranou reakcí rostliny vyvolávají se označují jako tzv. elicitory (proces se nazývá elicítace) (Cappellari et al. 2015).

U druhů rodu *Mentha* jsou významné sekundární metabolity zejména tzv. silice, třísloviny a flavonoidy, o těch pojednávají následující podkapitoly.

3.2.1.1 Silice

Silice jsou „směsí“ těkavých látek, které způsobují charakteristickou vůni rostlin. Z tohoto důvodu jsou silice také často označovány jako tzv. esenciální oleje, neboť obsahují vonnou esenci, nikoliv proto, že by obsahovaly pro rostlinu esenciální látky. Silice jsou sekundárními metabolity některých rostlin včetně všech zástupců rodů *Mentha*.

Silice vznikají v tzv. žláznatých trichomech, které lze definovat jako epidermální struktury pokrývající nadzemní část rostliny. Tyto struktury syntetizují a uchovávají silice bohaté na monoterpeny (Cappellari et al. 2019). Existují dva typy žláznatých trichomů: 1) peltátní a 2) kapitátní, které se nacházejí na horním i dolním povrchu listů. Tyto druhy trichomů se od sebe liší sekrečním procesem (Ascensão et al. 1995). *Mentha × piperita* má oba typy. Monoterpeny se hromadí pouze v peltátních žláznatých trichomech. Tyto trichomy obsahují sekreční buňky, které jsou zodpovědné za syntézu oleje. Hustota žláznatých trichomů pozitivně koreluje s obsahem silic v rostlině (Cappellari et al. 2015). Autoři dále uvádí, že vznikající silice je odváděna do dutiny, která vzniká oddělením vrstvy kutikulárního materiálu.

Trichomy jednotlivých zástupců *Mentha* se liší v hustotě, struktuře, velikosti a rozložení (Gholamipourfard et al. 2021). Všechny silice obsahují komplexní směsi mnoha metabolitů léčivých rostlin, přičemž kvalitu produktu určuje technika extrakce použitá k získání sloučenin s vysokou souhrnnou hodnotou z přírodních surovin (Gholamipourfard et al. 2021).

Gholamipourfard et al. (2021) uvádí, že tradičním způsobem extrahování silic z *Mentha* je parní destilace. Tento způsob nevyžaduje využití rozpouštědla, ale zato je velice časově náročný, zároveň vysoká teplota může vést k degradaci kvality silic. Autor dále uvádí, že nově se využívají i tzv. mikrovlnová a tzv. ohmická hydroizolace k extrahování silic. Tyto způsoby jsou schopny výrazně redukovat potřebný čas, ale nepřinášejí žádné výhody ve vztahu k množství silic, které jsou extrahovány. Při extrahování silic za pomoci rozpouštědla se nejčastěji využívá hexan (Gholamipourfard et al. 2021)

Silice jednotlivých zástupců rodu *Mentha* se obecně skládají z více než 30 různých látek. Významné jsou zejména menthol, d-karvon, limonen, menton, a pulegon, které tvoří největší část obsahu složení silice (Gholamipourfard et al. 2021). Složení silic je ovlivněno mnoha faktory, například geografickými podmínkami pěstitelské oblasti, genetickými rozdíly či zvláštní kultivací rostliny. Následující tabulka (Tabulka 1) ukazuje, jak se proměňuje složení silic *Mentha × piperita* v závislosti na změně pěstitelské oblasti. Z těchto dat vyplývá, že tyto změny a pěstitelské oblasti má na složení silic zcela zásadní vliv.

Konkrétní obsahové složení silic jednotlivých druhů rodu *Mentha* je uvedeno v následující kapitole věnované jednotlivým druhům.

Tabulka 1: Obsah látek v silici *Mentha × piperita* v závislosti na geografických podmínkách (Gholamipourfard et al. 2021)

Table 1
Relative percentage (%) of main volatile constituents from the EOs of *Mentha piperita* from different regions. (1) Moghaddam et al. 2013, (2) Roldán et al., 2010, (3) Derwich et al 2010, (4) Benabdallah et al., 2018, (5) de Sousa Barros et al., 2015, (6) Satmi and Hossain, 2016, (7) Hussain et al., 2010.

Compound	Iran (1)	Colombia (2)	Morocco (3)	Algeria (4)	Spain (5)	Brazil (6)	Oman (7)	Pakistan (8)
α -Thujene	0.05	–	–	–	0.07	–	–	–
α -Pinene	0.85	0.26	1.56	2.09	0.38	1.08	0.49	3.53
Sabinene	0.62	0	1.13	–	0.19	–	0.49	–
β -Pinene	1.26	0.19	1.25	1.59	0.60	1.50	0.73	5.70
3-Octanol	0.05	2.81	0.04	–	–	–	–	–
Myrcene	0.17	0.2	1.07	–	–	1.21	0.57	0.29
α -Terpinene	0.09	–	–	–	–	–	–	–
p-Cymene	0.14	–	–	–	–	–	–	0.36
Verbenone	–	–	–	–	–	–	0.72	–
Cis-Carane	–	–	–	4.99	–	–	–	–
1,8-Cineole	2.15	0.28	2.40	6.73	4.22	2.41	5.70	0.90
β -Phellandrene	5.59	–	–	–	–	–	–	–
α -Phellandrene	–	–	–	–	0.11	–	–	–
(Z)- β -ocimene	0.02	–	–	–	–	–	–	–
γ -Terpinene	0.17	–	0.03	–	0.13	–	–	2.66
γ -Terpineol	–	–	–	–	–	–	–	2.34
trans-Sabinene hydrate	1.53	–	–	–	–	–	–	–
Linalool	0.14	–	0.01	–	–	–	–	0.61
Menthone	30.63	–	29.01	–	56.46	–	–	28.13
p-Menthone	–	0.27	1.08	20.84	–	–	–	–
Isomenthone	4.74	26.15	2.12	7.25	0.91	–	–	4.04
Menthofuran	6.47	–	3.01	–	–	–	–	–
Neomenthol	2.83	–	0.50	–	2.37	–	–	–
Neoisomenthol	–	–	–	–	–	–	–	6.53
Menthol	25.16	0.74	5.58	49.89	24.91	0.84	–	4.83
Isomenthol	0.24	7.23	–	–	0.69	–	–	–
α -Terpineol	0.36	–	0.01	–	0.22	0.30	–	–
Pulegone	4.39	44.54	1.12	0.42	–	–	14.8	4.42
Isopulegone	–	0.76	–	0.41	–	–	0.89	–
Camphene	–	–	1.09	–	–	–	–	–
Carvone	–	1.4	–	–	–	49.27	34.94	0.20
cis-dihydrocarvone	–	–	–	–	–	0.80	–	–
Cadinene	–	–	0.40	–	–	–	–	1.34
Piperitone	0.48	2.81	0.07	–	–	1.19	–	0.15
Neomenthol acetate	0.28	–	–	–	–	–	–	–
Menthol acetate	4.61	0.39	3.34	–	7.77	–	–	9.51
Isomenthol acetate	0.14	–	–	–	–	–	–	–
Chrysanthenone	–	8.07	–	–	–	–	–	–
β -Bourbonene	0.23	–	–	–	–	1.00	–	1.82
β -Elemene	0.15	–	–	–	–	–	–	0.84
β -Caryophyllene	3.05	0.63	0.05	–	–	1.16	–	3.55
(Z)- β -farnesene	0.39	–	–	–	–	–	–	–
α -Humulene	0.13	0.22	–	–	–	–	–	–
Germacrene D	1.87	0.24	1.50	–	–	0.59	–	0.69
Germacrene A	0.4	–	–	–	–	–	–	–
isocaryophyllene	–	–	–	–	–	–	0.91	–
Caryophyllene oxide	0.19	–	–	–	–	–	–	0.98
Viridiflorol	0.4	–	–	–	–	–	–	–
Methyl petroselinate	–	–	–	–	–	–	15.51	–
Methyl isoheptadecanoate	–	–	–	–	–	–	2.35	–
1-tridecene	–	–	–	–	–	–	2.21	–
Limonene	–	2.24	2.10	2.97	0.73	37.18	11.20	7.58

3.2.1.2 Třísloviny

Hlavním účinkem tříslovin je adstringens, má tedy svíravé účinky. Je využíván terapeuticky a tlumí mokvání a zastavuje krvácení. Třísloviny dále účinkují vůči mikrobům a zmírňují bolest. Také by měly mírnit nadměrné pocení. Rostliny obsahující třísloviny je vhodné používat k léčení ran, popálenin a omrzlin. Také je možno používat drogy obsahující třísloviny při zánětech sliznice a nosohltanu (Schönfelder & Schönfelder 2010). Schönfelder & Schönfelder (2010) dále rozdělují třísloviny do dvou hlavních skupin: hydrolyzovatelné třísloviny a katechinové třísloviny.

3.2.1.3 Flavonoidy

Flavonoidy jsou odvozeny od latinského *flavus* nebo-li žlutý. Tyto látky se vyskytují téměř ve všech rostlinách, které jsou schopny kvést. Způsobují žluté, oranžové, červené nebo modré zabarvení květů, listů i plodů. Flavonoidy mají močopudné a spasmolytické účinky, jsou zmíněny jako prevence otoků a působí proti křehkosti kapilár. Dále mají vliv na srdeční činnost (Schönfelder & Schönfelder 2010).

Mimica-Dukic & Bozin (2008) tvrdí, že v současné době je studiu fenolických látek věnována čím dále větší pozornost. Dle autorů totiž mnoho účinků rostlin rodu *Mentha* souvisí s kyslíkatými monoterpeny C-3 třídy „methan” a kyslíkatými monoterpeny C-2 třídy „karvon”, tyto látky jsou však v nálevech z rostlin přítomny pouze v malém množství. Z tohoto důvodu je fenolickým látkám, jež dle autorů vykazují celou řadu podobných účinků (antioxidační, antiulcerózní, cytoprotektivní, heptoprotektivní, cholagogní, chemopreventivní, protizánětlivou, antidiabetogenní) věnována zvýšená pozornost. Nejvýznamnějšími fenolickými sloučeninami rodu *Mentha* jsou především fenolické kyseliny a flavonoidy.

Mahendran & Rahman (2020) píší, že flavonoidy jsou jedny z nejrozšířenějších polyfenolů ve stravě. Flavonoidy bývají dále děleny na flavanony, flavanoly, flavonoly, antokyaniny, flavony a isoflavony a na rozdíl od silic, jejichž složení je silně variabilní, složení flavonoidů je relativně stabilní (Mimica-Dukic & Bozin 2008). Mahendran & Rahman (2020) izolovali v *Mentha × piperita* celkem 49 flavonoidů. Patří mezi ně například rutin, myricetin, kaempferol, luteolin, erocitin, hesperidin, diosmin, linarin, thymosin, salvigenin, naringin a mnoho dalších (Mahendran & Rahman 2020).

3.3 Hospodářsky významné druhy

V této rozsáhlejší kapitole se práce zaměří na podrobný popis vybraných zástupců rodu *Mentha*. Tento výběr je zdůvodněn skutečností, že se jedná o druhy, jež mají na celém světě velké komerční a hospodářské využití, a to především pro produkci kvalitních silic (Ambrose et al. 2016). Jsou jimi *Mentha × piperita*, *Mentha spicata*, *Mentha × gracilis* a *Mentha sachalinensis*. Přičemž nejpěstovanějšími druhy jsou *Mentha × piperita* a *Mentha spicata*. Práce také zmíní další významné druhy, jimiž jsou *Mentha aquatica* a *Mentha × villosa*.

3.3.1 *Mentha × piperita*

3.3.1.1 Botanický popis

Mentha × piperita vznikla křížením máty vodní (*Mentha aquatica*) a máty klasnaté (*Mentha spicata*). Je to tedy hybrid, jak už značí ležatý křížek mezi rodovým a druhovým jménem rostliny. Slavík et al. (2000) popisuje mátu peprnou následovně. Rostlina má oddenky s podzemními výběžky a její lodyha je přímá, v horní polovině někdy větvená. Dorůstá se výšky kolem 40-80 cm. Máta peprná může být lysá i pokrytá trichomy, v horní části zpravidla s četnými, drobnými papilami dlouhé 0,01 - 0,02 mm. Listy této máty jsou řapíkaté s charakteristickou kopinatou čepelí. Čepel listu na šířku obvykle bývá kolem 20-33 mm široká a na délku 45-80 cm dlouhá, ostře špičatá. Na bázi je zúžená nebo uťatá, na okrajích ostře pilovitá. Žilnatina, která může být zbarvena do fialova, je na rubu listu mírně vyniklá, postranních žilek bývá 6-9. Řapík listu je délky od 8 do 15 mm. Lichoklas máty peprné bývá hustý, zkrácený a kuželovitého tvaru, dlouhý obvykle 3-5 cm. Květní stopky 1-2 mm dlouhé hustě pokryté drobnými papilami. Kalich je úzce trubkovitý a 2,5 až 3,3 mm dlouhý. Koruna je světle růžová v různých odstínech až do fialova. Prašníky jsou zpravidla zakrnělé, pokud se vyvinou, pyl není životaschopný (Slavík et al. 2000).

Tato rostlina je sterilní a nevytvářejí se plody nebo-li tvrdky, tudíž se rostlina lze rozmnožovat pouze vegetativním způsobem. Bylo zjištěno, že $2n = 72, 96$ (Slavík et al. 2000).

3.3.1.2 Ekologie

Tato významná máta měla náhodně vzniknout v Anglii koncem 17. století a byla poprvé popsána botanikem J. Rayem roku 1696. Od 18. století se začala pěstovat v Anglickém městě Mitcham (Bulánková 2005). Je hospodářsky velmi ceněná pro svůj obsah kvalitních silic. Pěstuje se v mírném pásu celého světa. Janča & Zentrich (1995) ve své literatuře upozorňují na to, že tento druh se ve volné přírodě vyskytuje pouze výjimečně, a to obvykle poblíž míst, kde byla dříve pěstována. Slavík et al. (2000) podotýká, že zplaňuje roztroušeně nejčastěji na vlhkých lokalitách uvnitř obcí a nebo v jejich blízkosti. Například na březích rybníků, ve vlhkých příkopech nebo podmáčených depresích. Tato bylina tedy není bylinou sběrovou, ale hospodářsky pěstovanou.

3.3.1.3 Využití a účinky rostliny

Máta byla využívána už od pradávna pro své aromatické a terapeutické schopnosti v tradiční čínské medicíně. Byla pěstována v Egyptě a usušené listy jedné z druhů máty byly dokonce nalezeny v egyptských pyramidách (Beigi et al. 2018). Také byla zmíněna v islandském lékopise pro její aromatické účinky využívané v potravinách a čajích (Singh et al. 2015). Byla využívána jako aromatická přísada ve známém nápoji "Touareg tea" v arabských oblastech a severní Africe (Mahendran & Rahman 2020). Máta a její silice se užívaly i v tradiční starořecké, římské a egyptské kuchyni i v lékařství (Balakrishnan 2015). Silice z listů se využívá v tradiční medicíně i jako lék na menstruační bolesti a křeče, revmatismus a ke zmírnění bolesti svalů (Gruenwald 2000). *Mentha × piperita* má také charakteristické silné a svěží aroma a vykazuje několik biologických účinků a vlastností, které podporují její hojné využití v péči o zdraví zubů (Herro & Jacob 2010).

Nyní je jednou z nejčastěji používaných léčivých rostlin (Schönfelder & Schönfelder 2010). Sbíranou a využívanou drogou je především list (*Folium menthae piperitae*), ale také nať (*Herba menthae piperitae*). Sbírají se zpravidla na počátku květu v šestém nebo sedmém měsíci roku a to nejlépe kolem desáté hodiny dopoledne (Janča & Zentrich 1995).

3.3.1.3.1 Použití ve farmacii a medicíně

Listy, extrakty a silice *Mentha × piperita* jsou dlouhodobě využívány pro jejich lékařské užití v terapii nebo pro symptomatickou léčbu mnoha nemocí a poruch (Zheljazkov et al. 2010). Ve farmacii je nejvýznamnějším druhem máty právě *Mentha × piperita*. Máta peprná má spazmolytické účinky na svalovinu trávicího traktu. Dále byl prokázán antivirový, antimikrobní, diuretický, cholagogní, karminativní a mírně sedativní účinek (Jahodář 2009). Droga tedy výrazně tlumí problémy, které se týkají nadýmání a bolesti v trávicím ústrojí. Zlepšuje funkci trávení a kladně ovlivňuje správnou funkci žlučníku. Bylo také prokázáno, že máta a její obsahované látky snižují krevní tlak a také mírně stimuluje centrální nervovou soustavu (Janča & Zentrich 1995). Příznivé účinky má máta také při inhalování v době rýmových onemocnění a onemocnění dutin. Schönfelder & Schönfelder (2010) zmiňuje i účinek povzbuzování tvorby žluče a její následné vyměšování do střev. Dále autor poznamenává, že se máta peprná používá například i na tlumení revmatických onemocnění, na které se využívají masti s obsahem mentholu.

Drážděním lokálních receptorů zapříčiňuje vyvolávání chladu, který je schopen překrýt nepříznivé podněty, jako například svědění (Janča & Zentrich 1995). Autoři dále uvádějí, že tohoto efektu je možno účelně využít jak vnitřně, tak i zevně.

Mahendran & Rahman (2020) uvádějí, že v Egyptě byla provedena etnobotanická studie, která sděluje kladné a léčebné působení odvaru máty peprné vůči úzkosti a kolice v gastrointestinálním traktu. Mátová silice se využívá jako jedna ze složek směsi určené k inhalaci (10 % mátový olej + 45 % eukalyptový olej + 45 % borovicová silice) při problémech dýchacího ústrojí (Schilcher 1997). List máty peprné se využívá v lékařství také jako součástí čajové směsi, která se v tradiční medicíně užívá k léčbě žaludečních potíží a žaludečních vředů (33 % květy heřmánku + 67 % list máty peprné) (Khayyal et al. 2006). Herro & Jacob (2010) uvádějí, že také existují důkazy o tom, že lokální aplikace výtažků z máty peprné je účinná při kožní iritaci způsobenou popálením kopřivou nebo břečťanem.

3.3.1.3.2 Další použití máty peprné

Máta se hojně využívá v gastronomii. Díky svému čerstvému vzhledu a svěží chuti i vůni se máta peprná bohatě využívá v potravinářství a kulinářství. Může se využít buď jako ozdobný doplněk pokrmů, moučníků i nápojů, nebo se využívá jako jeho chutnou součást. Máta se dá uplatnit dokonce i v omáčkách pod pečená masa. Skvěle chutná v ovocných salátech. Je součástí limonád a alkoholických i nealkoholických nápojů.

V potravinovém průmyslu slouží máta a její silice k přípravě sirupů, bonbonů a především k výrobě žvýkaček pro osvěžení dechu.

Dále se svěží aroma máty peprné využívá v aromaterapii. Využívá se při relaxačních koupelích a užívá se při míchání olejných potíracích směsí a masážních olejů.

V kosmetice se výtažky z máty využívají nejčastěji k výrobě zubních past a ústních vod. Celkově k péči o dutinu ústní (Schönfelder & Schönfelder 2010). Díky svým protizánětlivým účinkům se máta používá také pro výrobu kosmetických přípravků, jako je například pleťová voda, krémy a masky, které jsou určené na problematickou pleť se sklonem s akné. Také by měla urychlovat hojení a zároveň příjemně chladit (Ponešová & Tréglová 2018).

3.3.1.4 Obsahové látky

Hlavní účinnou látkou máty peprné je mentholová silice (Janča & Zentrich 1995). Dalšími obsahovými látkami jsou třísloviny, hořčiny a flavonové glykosidy, sacharidy, mikro a makroživiny a již zmíněné silice. Hlavními složkami silice máty peprné je menthol (35-50 %), menthon (15-20 %), menthylacetát (3-5 %), neomenthol (2,5-3,5 %), izomenthon (2-3 %), menthofuran (2-7 %) a jasmon (0,1 %) (Jahodář 2009). Směr užití drogy a její účinnost určuje především obsah a kvalita složení silic díky svému silnému antiseptickému účinku.

Gholamipourfard et al. (2021) píše, že z mastných kyselin rostlina obsahuje zejména kyselinu linolovou, palmitovou a linolenovou. Sušené a čerstvé listy této rostliny obsahují dále značné množství minerálních látek (K, Ca, P, Mg a Na). Dle autorů je v rostlině největší množství draslíku (5143-8903 mg na 100g/sušiny), následované vápníkem (1936-2290 mg na 100 g sušiny). Nejméně je naopak mědi (0.74-3.67 mg na 100g/sušiny).

Z obsahovaných fenolytických látek jsou významné zejména kyselina kávová, kyselina p-kumarová, eriocitrin, luteolin-7-O-glukosid, kyselina rozmarýnová, kyselina galová, kyselina elagová, kyselina chloregenová a kyselina sinapová (Gholamipourfard et al. 2021).

3.3.1.5 Předávkování a rizika užívání

Máta peprná je nevhodná k dlouhodobému užívání. A to zvláště v situaci, kdy se podávají vyšší dávky. *Mentha × piperita* totiž působí jako mírné celkové anestetikum, což se může ze začátku zdát jako kladná vlastnost. Problémem je, že při dlouhodobém užívání může nastat citlivost organismu vůči působení bylin (Janča & Zentrich 1995). Autor z tohoto důvodu doporučuje mátu peprnou míchat do směsí, při předávkování touto bylinou totiž může docházet k toxickým projevům a dokonce až celkovou ochablostí a křečemi. Janča et al. (1995) také nevylučuje vznik alergie na menthol, která může mít až bouřlivý průběh, a to zvláště u dětí.

3.3.2 *Mentha spicata*

3.3.2.1 Botanický popis

Mentha spicata, nebo-li máta klasnatá, má podzemní oddenek dlouhý 5 až 15 cm a široký kolem 3 až 5 mm s lysými výběžky. Lodyha této máty bývá vysoká od 45 do 110 cm, ale může mít až 130 cm. Lodyha je pokryta převážně dolů zahnutými jednoduchými trichomy. V horní části poblíž květenství jsou trichomy husté a velmi krátké (0,01 - 0,02 mm). Střední a horní lodyžní listy jsou přisedlé nebo krátce řapíkaté. Čepel je kopinatá, podlouhlá či eliptická dosahujících rozměrů na délku okolo 35 - 60 mm a na šířku 15 - 25 mm. Čepel je na bázi uťatá až vykrojená, obvykle řídce ostře pilovitá. Na líci hustě pokrytá trichomy dosahujících délky 0,1 - 0,4 mm. Žilnatina je na rubu listu mírně vyniklá se 7 - 10 postranními žilkami. Květenství v lichoklasu oproti *Mentha × piperita* není příliš husté (Slavík et al. 2000). Janča et al. (1995) květenství popisuje jako „štíhlé válcovité klasy“. Celé květenství se dorůstá délky 4 - 11 cm. Kalich je úzce zvonkovitý až trubkovitý, 1,7 až 2,3 mm. Koruna bývá světle růžová až růžově fialová. Tato rostlina vytváří tvrdky (0,6 - 0,8 mm) tmavé barvy (Slavík et al. 2000). Celá rostlina charakteristicky voní, avšak postrádá pro mátu typickou vůni mentholu, neboť tato součást silice se v této mátě nenachází (Janča & Zentrich 1995).

3.3.2.2 Ekologie

Jahodář (2011) popisuje ve své literatuře, že máta klasnatá je tetraploidní druh ($2n = 48$), který je neobyčejně proměnlivý. Na jeho vzniku se pravděpodobně podílely diploidní druhy *Mentha longifolia* a *Mentha suaveolens* (Slavík et al. 2000). Slavík et al. (2000) dále považuje za vhodné a oprávněné členit *Mentha spicata* na dvě morfologicky a geograficky vyhraněné skupiny: nominátní subsp. *spicata*, rostoucí v západní části areálu a subsp. *condensata* (Briq.). *Mentha spicata* subsp. *condensata* nebo-li máta klasnatá východní je oproti *Mentha spicata* subsp. *spicata* nebo-li máta klasnatá pravá hustě šedochlupatá. Jediný, a u nás kdy pěstovaný (případně poté zplaněný) typ této máty, byl nápadný druh s kadeřavými listy a celkově hustým výrazným oděním se specifickou vůní karvonu. Tento typ se na našem území dnes vyskytuje pouze vzácně (Slavík et al. 2000).

Původní areál rozšíření zahrnuje celé Středozeemí a přilehlé oblasti. Druh je pěstován v mírných pásech celého světa, zejména v anglicky mluvících zemích (Slavík et al. 2000).

3.3.2.3 Využití a účinky rostliny

Sbíranou drogou je list (*Folium menthae crispae*), nebo i nať (*Herba menthae crispae*). Ideálním časem sklizně těchto částí jsou dopolední hodiny, kolem desáté, a sbírají se na počátku květu v letních měsících (Janča & Zentrich 1995).

Mimo *Mentha × piperita* je tento druh v celosvětovém měřítku nejvýznamnějším zástupcem pěstované máty. Je kultivována především v anglosaské oblasti pro siličnou drogu nazývanou „spearmint“. Hlavní složkou této silice je karvon. V České republice je pěstována ve venkovských zahradách jako aromatická bylina (Slavík et al. 2000). Autor dále uvádí, že silice tuzemských klonů má velmi často nevhodné složení.

Droga této máty má příznivé účinky na trávení, činnost žlučníku a slinivky. Také tlumí flatulenci. Její nejčastější využití je tedy jako korigens a karminativum (Janča & Zentrich 1995). Autoři dále porovnávají účinky máty peprné a máty klasnaté. Domnívají se, že máta klasnatá v porovnání s mátou peprnou působí mnohem mírněji a vyrovnaněji a při běžném dávkování se neprojevují žádné vedlejší účinky, oproti mátě peprné. Schönfelder & Schönfelder (2010) zmiňuje i možnost inhalace při nemocích a nachlazení.

Bulánková (2005) uvádí, že se látky této rostliny nejčastěji používají do aromat pro žvýkačky, cukrovinky, dále v kosmetice a parfumerii.

3.3.2.4 Obsahové látky

Droga této rostliny obsahuje především silici, která je ceněná pro obsah karvonu. Tato droga neobsahuje ve své silici složku menthol. Dále obsahuje hořčiny, třísloviny, flavony, organické kyseliny a další látky (Janča & Zentrich 1995).

Hlavní účinnou složkou silice máty kadeřavé je je karvon (58 %). Dále je obsažen dihydrocarveol (7 %), dipenten (10 %), dihydrokarveol acetát (12 %) a limonen (8 %) (Ambrose 2016).

3.3.2.5 Předávkování a rizika užívání

Užívání máty klasnaté je vhodné pro dlouhodobější terapie. Například pokud víme, že chceme drogu užívat dlouhodobě, měli bychom sáhnout právě po druhu *Mentha spicata*, nikoli *Mentha × piperita*. Máta peprná totiž není vhodná pro dlouhodobé užívání z hlediska obsahu mentholu, který se doporučuje užívat pouze krátkou dobu. Přeci jen je ale předávkování silicí máty klasnaté možné. Předávkování může doprovázet toxický projev. Pokud ale uživatel drogy bude předem dané dávkování dodržovat, nebudou s terapií spojeny žádné nepříznivé účinky (Janča & Zentrich 1995).

3.3.3 *Mentha × gracilis*

3.3.3.1 Botanický popis

Mentha × gracilis je křížencem máty klasnaté (*Mentha spicata*) a máty rolní (*Mentha arvensis*). Na našem území je známá pod názvem máta jemná.

Stejně jako ostatní máty, má i tato máta oddenek s podzemními výběžky. Lodyha může být lysá nebo hustě pokrytá trichomy (0,2 - 1,2 mm) a dorůstá 40 až 70 cm výšky. Lodyžní listy jsou řapíkaté a čepel je buď vejčité kopinatá až vejčitá. Listy bývají dlouhé kolem 65 - 70 mm a široké kolem 30 - 40 mm. Na okraji je čepel ostře pilovitá. Postranních žilek na čepeli je v počtu 6 - 9. Řapík listu může být dlouhý od 1 mm do 10 mm. Lichopřesleny jsou navzájem oddálené. Květní stopky jsou v průměru velikosti 1 - 3 mm. Kalich je zvonkovitý

(1,9 - 2,3 mm), kališní trubka je lysá. Koruna rostliny je světle fialová až růžová a prašníky máty jemné jsou zpravidla zakrnělé, tím pádem se nevyvíjejí ani semena rostliny (Slavík et al. 2000).

3.3.3.2 Ekologie

Slavík et al. (2000) dále popisuje, že na území České republiky se vyskytuje pouze menší počet klonů a většina z nich náleží k hybridní kombinaci *Mentha arvensis* s *Mentha spicata* subsp. *spicata*. Tyto hybridy se vyznačují velmi řídké oděnými lodyhami trichomy, listy i listeny lysými kališními trubkami a obvykle fialovým zbarvením lodyh, květních stopek i kališních cípů.

Rostlina je pěstována především v termofytiku a mezofytiku, ale maximálně do 650 m (Slavík & kol. 2000). Tato máta je často k nalezení ve venkovských zahradách, na kterých je vlhčí půda. Také snadno zplaňuje (Slavík et al. 2000).

3.3.3.3 Využití a účinky rostliny

Slavík et al. (2000) popisuje, že *Mentha × gracilis* je v menší míře v zahraničí pěstována k průmyslovému získávání silice a to především silice s podílem karvonu. Je pěstována a využívána i v domácnostech. U tohoto druhu je důraz na pěstování klonů obsahující větší podíl karvonu.

3.3.3.4 Složení silice

Složení silice mladé rostliny *Mentha × gracilis* je: karvon (69,9 %), limonen (11 %), dihydrokarvon (2,3 %), 3-octanol (1,9 %), 1-8-cineol (1,2 %), myrcen (1,5 %) a menthon (1 %) (Lawrence 2007).

3.3.4 *Mentha aquatica*

3.3.4.1 Botanický popis

Mentha aquatica je u nás známá pod jménem máta vodní. Tato máta společně s mátou klasnatou dala vzniku hospodářsky významné *Mentha × piperita*. Oddenek s přizemními výběžky má na délku až 45 cm a jsou cca 2 mm široké. Oddenky mají zhruba stejné zbarvení jako lodyha. Ta je vystoupavá, 45-130 cm vysoká, přímá, může být i poléhavá a zpravidla bohatě větvená. Slavík et al. (2000) uvádí, že není příliš hustě oděná trichomy. Lodyžní listy jsou řapíkaté s vejčitou až široce vejčitou čepelí dlouhou 40-60 mm a širokou 25-40 mm. Na bázi je náhle zúžená a na okraji je čepel pilovitá. Žilnatina je na rubu mírně vyniklá s 5-7 postranními žilkami. Řapík je listu obvykle 15-25 mm dlouhý. Lichoklas je oproti ostatním druhům máty značně zkrácený kulovitě až vejcovitě tvaru na bázi často se dvěma zkrácenými větvemi. Listeny v květenství jsou drobné, kopinaté až čárkovité. Kalich je úzce zvonkovitý a koruna světle růžová až červenofialová. Prašníky jsou délky 0,5-0,6 mm, rostlina vytváří semena (tvrdky) (Slavík & kol. 2000).

3.3.4.2 Ekologie

Máta vodní je velmi proměnlivý druh v řadě morfologických znaků. Slavík et al. (2000) uvádí, že pod botanickým názvem *Mentha aquatica* jsou často mylně uváděny někteří jiní kříženci. Omyly určování jsou nejčastěji s druhem *Mentha × verticillata*. Zejména u morfologických typů s více nahloučeným květenstvím. Mátu vodní lze odlišit podle lodyžních listů, které má narozdíl od *Mentha × verticillata* dlouze řapíkaté.

Rostlina je rozšířena v teplých oblastech České republiky v okolí vlhkých stanovišť. Vyskytuje se nejčastěji na březích stojatých a mírně tekoucích vod. Také ji lze nalézt na zamokřených loukách a bažinných křovinách. Asi 70 % známých lokalit, na kterých se máta vodní nejčastěji nachází, je situováno ve fytogeografické oblasti termofytikum (Slavík & kol. 2000).

3.3.4.3 Využití a účinky rostliny

Mentha aquatica je významná už jen díky skutečnosti, že právě tento druh přispěl ke vzniku ekonomicky významného druhu máty *Mentha × piperita*. Máta vodní je často spjata s názvem „máta bergamotová“, především *Mentha aquatica* var. *citrata*. Tato máta se nevyužívá pro potravinářské účely, ale za to je uplatňována ve voňavkářství, parfumerii a kosmetice především pro bohatý obsah vonného linaloolu v silici (Lawrence 2007).

3.3.4.4 Složení silice

Složení silic *Mentha aquatica* podle Lawrence (2007) je následující: linalool (19-51 %), linalyl acetát (14,8-60 %), citronelol (1,4-2,9 %), terpineol (0,4-5,9 %), geraniol (0,5-8,4 %), 3-octanol (0,2-0,3 %) (Lawrence 2007).

3.3.5 *Mentha × villosa*

3.3.5.1 Botanický popis

Máta huňatá (*Mentha × villosa*) je křížencem máty klasnaté (*Mentha spicata*) a máty vonné (*Mentha suaveolens*). Slavík et al. (2000) rostlinu popisuje následovně. Podzemní oddenky bývají dlouhé 5-10 cm a tlusté přibližně 3-6 mm. Lodyha může být přímá i vystoupavá a dorůstá se až 135 cm. Charakteristické je pro tento druh máty husté ochlupení trichomy dlouhými 0,4 - 1,6 mm. Střední a lodyžní listy mohou být přisedlé nebo krátce řapíkaté. Čepel listu bývá na délku dlouhá 60-90 mm a na šířku 30-45 mm eliptického až podlouhle vejčitého tvaru. Na bázi je čepel hluboce vykrojená a mělce, obvykle ostře pilovitá. Líc čepele je oděn 0,1-0,3 mm dlouhými rovnými trichomy tmavě šedozelené barvy. Na rubu čepele jsou umístěny světlejší, zprohýbané trichomy, dlouhé v průměru 0,2-0,9 mm, maximálně ale 1,8 mm. Žilnatina na čepeli rubu listu je vyniklá s osmi až deseti postranními žilkami. Lichoklas této máty je hustý, dlouhý až 9 cm. Listeny jsou drobné, čárkovité až šídlovité. Kalich je zvonkovitý 1,6-2,2 mm a cípy jsou zašpičatělé, hustě oděné trichomy. Koruna je světle růžová. Prašníky máty huňaté jsou vyvinuté jen z části a dosahují 0,40-0,50 délky. Pylová zrna jsou zakrnělá a plody tohoto druhu máty se nevyvíjejí, rozmnožují se tedy výhradně vegetativní cestou. $2n = 36$. (Slavík & kol. 2000).

3.3.5.2 Ekologie

Máta huňatá je původem známá především ze západní Evropy, kde jsou některé klony široce rozšířeny díky zdejšímu pěstování. Druh této máty provází lidská sídliště bez ohledu na výškové stupně. Nalezena byla dokonce v maximální výšce cca 1 005 m (Slavík et al. 2000). Vyskytuje se na okrajích cest, v okolí zahrádek, na rumišťích a v navážkách tuhého odpadu. Zpravidla se tento druh máty nachází uvnitř nebo v bezprostřední blízkosti lidských sídlišť, a to nejčastěji na půdách suchých až čerstvě vlhkých, s bohatým obsahem živin. Rozšířená je *Mentha × villosa* v západní části České republiky, kde byla v minulosti běžně pěstována. Rostlina v místě pěstování velmi snadno zplaňuje a udržuje se tedy v blízkosti míst původního pěstování (Slavík et al. 2000).

Slavík et al. (2000) upozorňuje na skutečnost, že se v České republice mohou ojediněle vyskytovat také zplanělé rostliny vypadající podobně mátě huňaté, avšak mající nápadně kadeřavé listy. V tomto případě by se jednalo o *Mentha × villosa* var. *macrophylla*.

3.3.5.3 Využití

Zejména v minulosti byl druh této máty využíván běžně v domácnostech jako aromatická bylina. Byla dříve také pěstována pro obsah karvonu ve svém složení silice (Slavík et al. 2000). Lawrence (2007) uvádí, že v silicích této máty je obsaženo až 68,6 % karvonu.

3.3.6 *Mentha sachalinensis*

3.3.6.1 Botanický popis

Schönfelder & Schönfelder (2010) popisují *Mentha sachalinensis* (mátu sachalinskou) následovně. Lodyhu má tato máta vzpřímenou a nepříliš rozvětvenou. Na lodyze jsou umístěny odstáté trichomy. Listy bývají obvykle krátce řapíkaté, oválné až kopinaté a tupě pilovité. Květy mají 4-6 mm dlouhou, růžovou nebo fialovou korunu a daleko vyčnívající prašníky v lichopřeslenech.

3.3.6.2 Ekologie

Máta sachalinská se vyskytuje nejčastěji na vlhkých stanovištích na území východní Asie, odkud také pochází. Její další domovinou je Severní Amerika. Ve farmaceutické literatuře se *Mentha sachalinensis* dle nomenklatury dříve nazývala také jako *Mentha arvensis* ssp. *haplocalyx*, avšak dnes už se na tento druh pohlíží jako na samostatný druh, mátu kanadskou (*Mentha canadensis*) (Schönfelder & Schönfelder 2010).

3.3.6.3 Využití a účinky rostliny

Mentha sachalinensis tato práce uvádí, neboť se v poslední době druh *Mentha sachalinensis* rozšířil více do povědomí. Známa je pod názvem „čínský“ nebo „japonský“ olej (Schönfelder & Schönfelder 2010). Autoři dále uvádějí, že ho lze označit za prostředek moderního lidového léčitelství.

Silice máty sachalinské nejsou zcela tak aromatické, jako silice máty peprné. Nicméně se silice máty sachalinské užívají obdobně jako silice máty peprné. Podobně se podávají při potížích trávicího ústrojí, doprovázené křečemi a při žlučnickových poruchách. Dále například při oslabení organismu nachlazením, kdy je doporučováno inhalovat silice z této máty, nebo jako součást obsahu mastí určených k tišení bolesti svalů a bolestí nervového původu (Schönfelder & Schönfelder 2010).

3.3.6.4 Složení silice

Dle Schönfelder & Schönfelder (2010) *Mentha sachalinensis* v silici obsahuje až 50 % mentholu. Dále silice obsahují menthon, isomenthon, limonen, menthylacetát, pulegon (2,5 %) a carvon (2 %).

Lawrence (2007) uvádí, že podle nejnovějších výzkumů jeden z klonů, který byl získán umělou hybridizací máty sachalinské a máty dlouholisté, prokázal obsah mentholu v silici tohoto klonu až s 88,1% zastoupením. Dále bylo doporučeno, aby byl tento nový hybrid použit jako další hospodářsky významnou druh máty, z něhož by bylo možno izolovat čistý menthol.

3.4 Problematika pěstování máty peprné

V této kapitole se práce zaměří na problematiku týkající se pěstování máty peprné (*Mentha × piperita*), jakožto jednoho z hospodářsky nejvýznamnějších a nejvíce pěstovaných druhů máty.

3.4.1 Nároky na prostředí

Pro dosažení velkého výnosu natě a kvalitního složení silic jsou pro pěstování máty vhodné oblasti teplé s dostatečnými srážkami. Gromová (1993) uvádí, že ideální roční úhrn srážek je kolem 500 - 560 mm za rok. Úhrny srážek jsou pro pěstování máty zcela esenciální, neboť kořenové systémy máty jsou typicky mělké a nepronikají příliš hluboko do půdy. Pěstovaná rostlina je tedy velmi citlivá k vyschnutí (Gromová 1993). Půdy by neměly být jílovité a příliš zamokřené, naopak vhodné půdy jsou výhřevné s bohatým obsahem humusu a pH pohybující se kolem 5 - 7. Pozemky by také měly být chráněné proti studenému větru, neboť se při větru a tím způsobeném otěru listy a trichomy o sebe může uvolňovat cenná silice. Gromová (1993) také doporučuje volit pro máty, pěstované pro svůj obsah silic, volit nejteplejší oblasti jako je například jižní Morava nebo Slovensko. Naopak pokud bychom chtěli pěstovat mátu na drogu, vhodnější jsou výše položené oblasti s dostatečnou závlahou. V tomto případě je nutné počítat s nižšími výnosy silice (Gromová 1993).

Máta vyžaduje plné osvětlení, neb je rostlinou dlouhého dne, v půdě začíná rašit již při 2-3°C, avšak zcela nejrychlejší růst nastává při překročení teploty nad 10°C a abychom dosáhli vysokého výnosu natě máty a silic, je zapotřebí aby se denní teploty pohybovaly kolem 18-20°C, a to zejména v nástupu do květu (Gromová 1993).

Je také důležité dodržovat osevní sled. Je známo, že by se máta neměla pěstovat na stejném stanovišti více než dva, maximálně tři roky. A to kvůli výskytu houbových chorob, nejčastěji je poté napadána rzí mátovou (Gromová 1993).

3.4.2 Příprava půdy

Pavela (2017) i Gromová (1993) se shodují na skutečnosti, že máta je plodinou velmi náročnou na organické hnojení, a to především pokud nebyla zařazena v osevním postupu po organicky hnojené okopanině, jako jsou například brambory. Další předplodinou může být

ozimá obilnina. Autoři v takovém případě doporučují na podzim zaorat nejméně 20 t.ha⁻¹ chlévského hnoje, který se následně zapraví hlubokou orbou.

Pavela (2017) ve své literatuře dále klade důraz na následující dodávku fosforu a draslíku, a to nejlépe ve formách P₂O₅ v dávce 50 – 90 kg.ha⁻¹ a K₂O v dávce 60 – 90 kg.ha⁻¹. A to dle půdního typu a jiných parametrech pozemku. Pavela (2017) i Gromová (1993) dále zmiňují dodávku dusíkatých hnojiv na jaře, které je vhodné rozdělit do dvou nebo tří dávek v dávce 30 – 50 kg.ha⁻¹.

3.4.3 Založení a sklizeň porostu

Před založením porostu je důležité, aby půda byla zbavena vytrvalých plevelů, jako je například *Elytrigia repens* (Mitáček 2014). Pro založení porostu máty se využívá vegetativní cesty, neboť většina hospodářsky významných druhů máty netvoří semena (tvrdky). Využívají se jednoleté nebo dvouleté oddenky máty, které jsou také označovány jako „stolony“. Pro výsadbu je vhodné volit ty, které jsou dlouhé alespoň 10 cm (Pavela 2017). Autor popisuje, že tyto oddenky by měly mít nejméně tři spící očka.

Nejvhodnější doba pro výsadbu porostu máty jsou podzimní měsíce (říjen až listopad), kdy je půda dostatečně vlhká. Nicméně výsadbu je také možno provádět v jarních měsících (duben). Stolony se vysazují do brázd hlubokých 10 - 15 cm s doporučenou šířkou řádků 60 cm (Gromová 1993). Podzemní i nadzemní stolony se kladou souvisle na dno brázd tak, aby se na obou koncích vzájemně překrývaly. Na jeden hektar potřebujeme asi 170 tisíc stolonů (Gromová 1993). Takto vysázené oddenky se ihned přihrnou 10 - 20 cm vrstvy půdy. K mechanizaci sázení máty uvádí Gromová (1993) čtyřřádkový nesený hrobkovač. Za nosičem je plošina, na které jsou čtyři pracovníci, kteří pokládají předem upravené řízky.

Pavela (2017) uvádí další možnost výsadby máty, který je vhodný z hlediska ochrany rostlin a také pro ozdravení porostu, který byl napaden chorobami. Tento způsob spočívá v použití vrcholových prýtů. Vrcholový prýt se získává z růstového vrcholu lodyhy v jarních měsících a měl by dosahovat délky alespoň 10 cm. Tyto prýty se poté nechávají zakořenit v pařeništi a výsadba vrcholových prýtů probíhá na podzim.

Dalším možným způsobem výsadby máty je použití tzv. neupravené sadby, která spočívá v přemístění celých trsů starších rostlin, a to i s drnem a kořenovým balem, kdy je následně přihnut a zavlažován (Pavela 2017).

Důležitá je také ochrana a ošetřování rostlin během vegetace. Například udržovat porost máty bezplevelný. Pro tyto účely je vhodné v meziřádcích provést vláčení a v porostu plečkování či okopávku. Tyto procesy se provádí při výšce rostlin 5 -15 cm (Pavela 2017). Dále je během vegetace velice důležité a esenciální porost zavlažovat, a to v nekritičtějších obdobích sucha. Zavlažují se v době výšky 80 - 100 mm, poté při vytváření vedlejších větví, při tvorbě pupat a po první sklizni natě při regeneraci porostu máty (Gromová 1993).

Sklizeň je možná během jedné vegetační doby dvakrát, za určitých podmínek i třikrát. První sklizeň nati se provádí zpravidla před květem nebo na začátku kvetení v červnu až červenci. Druhá sklizeň vedlejších lodyh je možná koncem srpna až začátkem září, kdy jsou rostliny máty v plném květu. Za příznivých podmínek, dostatečné závlahy a opakovaného hnojení dusíkem je možné porost sklízet i potřetí za vegetaci. Není tu zde ale záruka dostatečné kvality sklizené drogy (Pavela 2017). V prvním roce pěstování je ale podle Pavely (2017) vhodné za jednu vegetaci sklízet porost pouze jednou, aby došlo k lepšímu zapojení porostu. Výnos natě může dosahovat až 15 t.ha⁻¹ (Pavela 2017). Nať máty se sklízí za příznivého počasí v dopoledních hodinách a přenáší se co nejdříve k sušení do sušáren.

Při pěstování na malých plochách se nať sklízí ručně nebo s použitím srpu či kosy 50 - 70 mm nad povrchem půdy. Při pěstování na velkých plochách, kde ruční práce nestačí, se sklízí mechanizovanou sklizní, nejčastěji stroji na zelenou píci s žacími lištami a sběrným košem. Zde je důležité dimenzovat sběrný koš na sklízenou hmotu tak, aby měl správnou velikost a nedocházelo v něm k zapaření sklizené hmoty a tím k nežádoucím mikrobiálním procesům. Také je vhodné sběrný koš v pravidelných intervalech vyprazdňovat (Mitáček 2014).

3.4.4 Posklizňové úpravy

Po sklizni rostlinná hmota putuje ihned ke zpracování, kde se oddělují listy od stonků a rostlinná hmota se očistí od minerálních nečistot a organických příměsí. K tomuto procesu slouží jednoduchý princip tzv. „fukarování“. Nať dále prochází řezačkou, kde ji zařízení

přeřeže na řezanku o velikosti 3 - 4 cm. Poté je přiváděna do kanálů třídičky, kde jsou separovány lehčí a těžší části, v této fázi dochází k separaci listů a natě od nežádoucích stonků a minerálních nečistot (Mitáček 2014).

Další fází posklizňové úpravy je sušení. To by mělo probíhat velmi efektivně a rychle, aby si droga zachovala přirozenou barvu a vysoký obsah specifických látek. Podmínkou je čistota sušících prostor a zabránění přístupu světla. Sušení může probíhat dvěma způsoby. První způsob je investičně minimálně náročný - přirozený odpar vody z rostlin v tzv. lískových sušárnách. Ta se nejčastěji využívá u menších pěstitelů. Dalším typem jsou sušárny s umělým zdrojem tepla. Těchto sušáren je více druhů (roštová sušárna, zásobníková sušárna, pásová sušárna, kondenzační sušárna) (Mitáček 2014). Autor dále zmiňuje skutečnost, že při sušení rostlin je nutné brát ohled na druh jednotlivé léčivé rostliny a její charakter, také by teplota v sušárnách s umělým zdrojem tepla neměla překročit 40°C, pokud by se tak stalo, rostlina by mohla ztratit velké množství svých cenných látek.

Prostory, které slouží ke skladování usušeného rostlinného materiálu, musejí být suché, čisté a stinné. Pokud možno, je ideální, aby prostory byly chladné, ale dobře větratelné. Optimální teplota pro skladování usušeného rostlinného materiálu je okolo 15°C a vlhkost vzduchu by neměla překročit 75 %. Ve skladu se sušeným materiálem jsou velmi praktické omyvatelné betonové podlahy a kovové regály, také je účelné pravidelně vyvěšovat leповé desky, které neslouží pouze jako signalizační prostředek pro výskyt nežádoucího hmyzu, ale také jako významný přerušovač jejich vývojového cyklu (Mitáček 2014).

I balení má svá pravidla a specifika. Musí splňovat požadavky na jednotlivá balení. Balené rostlinné drogy bývají nejčastěji zabaleny do papírových pytlů, jutových žoků nebo kartonů a musejí být řádně označeny (Mitáček 2014).

3.4.5 Nejčastější choroby máty

Jednou z nejčastějších a nejzávažnějších chorob při pěstování porostu máty bývá rez mátová (*Puccinia menthae*). Tato závažná patogenní houba se objevuje na různých druzích rodu *Mentha*. Projevuje se rozsáhlými deformacemi výhonů až opadem listů. Na jaře se na listech objevují 1 - 4 mm velké puchýřky, které jsou vyplněné oranžovými ložisky infekčních výtrusů. Během dubna puchýřky začínají praskat a patogenní houbová choroba se začne šířit na okolní porost. Rozvoj této choroby podporuje deštivé a vlhké počasí (Mitáček 2014).

Další chorobou máty je septoriová skvrnitost máty (*Septoria menthicola*). Tento patogen způsobuje nekrózu částí listů nebo i celých listů. Na počátku se choroba projevuje pouze okrouhlými rozšiřujícími se skvrnami, které jsou patrné jak na spodní straně listů, tak na svrchní straně listové plochy. Tato choroba se vyskytuje jen v některých letech (Mitáček 2014).

Poslední chorobou, kterou tato práce zmíní, je bledá skvrnitost máty. Bledá skvrnitost máty se obvykle vyskytuje na jiných rostlinách, například na paprikách nebo vojtěšce. Nicméně se vyskytuje i na mátě. Onemocnění přenáší mšice. Tato virová choroba se projevuje především na listech, na nichž dochází k tvorbě světlých skvrn. Zasažené pletivo nekrotizuje. Napadené rostliny mají sice slabší růst, ale zůstává zachován obsah silice (Mitáček 2014).

3.4.6 Nejčastější škůdci máty

Mitáček (2014) uvádí jako jedny z nejnebezpečnějších škůdců vyskytující se na mátě mandelinky (*Chrysolina herbacea*, *Chrysolina coeruleans*). Rostliny napadají v období, kdy teploty stabilně dosahují alespoň 10°C. Dospělí škůdci přezimují v půdě a škodí žírem listů, počínající zpravidla na okrajích čepelí. V případě vyšších výskytů dochází k holožiru a z rostlin zbydou pouze holé stonky. Mandelinka modravá (*Chrysolina coeruleans*) je oválná a má nápadně kovově modré až fialové zbarvení. Dosahuje velikosti 6-8 mm. Mandelinka mátová má zbarvení do kovově zelené barvy. Jejich vajíčka jsou velká asi 2 mm a jsou okrově zbarvená. Mandelinka klade vajíčka na rub listu cca po dvaceti kusech (Mitáček 2014).

Dalším z významných škůdců pěstované máty je pidikřísek polní (*Eupteryx atropunctata*). Tento polyfágní škůdce kromě máty poškozují celou řadu dalších pěstovaných plodin. Na mátě způsobuje škody zejména sáním, poškozují tak zelená pletiva. Velikostí se dorůstá od 3 do 4 mm. Tento savý hmyz je specifický svým zbarvením. Dospělí jedinci jsou žlutozelené barvy se dvěma tmavými skvrnami a dalšími skvrnami přímo mezi křídly. Mají světlé končetiny a mohou přenášet svým savým ústrojím další virové choroby, ohrožující pěstované plodiny (Mitáček 2014).

Významným škůdcem máty je i mšice broskvoňová (*Myzus persicae*), která na rostlinných pletivech způsobuje škodu sáním rostlinné šťávy a především je nebezpečná ve směru přenášením virových chorob. Mitáček (2014) zmiňuje, že zimující generace přežívají na slivoních, odkud se na jaře rozšiřují na hostitelské rostliny. Mezi ně patří i máta. Rostliny

jsou sáním deformovány a škody se začínají objevovat v červnu, ovšem největší škody nastávají v červenci a srpnu. Jedinci bývají oválného tvaru a dosahují velikosti kolem 1,2-2,5 mm (Mitáček 2014).

Posledním významným škůdcem máty, který Mitáček (2014) ve své literatuře uvádí, je štítonoš zelený (*Cassida viridis*). Dospělci jsou oválného tvaru a jsou specifictí svým zeleným zbarvením a štítem. Délka jejich těla je okolo 7-9 mm. Typickým projevem jeho přítomnosti je proděravění listů spojené s žírem. Oválné dírky jsou k nalezení nejvíce poblíž žilnatiny. Začínají se objevovat na rostlinách v průběhu dubna a května. Vajíčka, které samičky kladou na povrch rostlin jsou v hnědých pouzdrech (Mitáček 2014).

3.5 Inovativní možnosti využití *Mentha* a způsoby zvýšení výnosnosti

Tato kapitola je zaměřená na inovativní způsoby využití *Mentha* × *piperita* a na způsoby zvýšení výnosnosti jejích silic. Práce se pro výběr studií přinášející pokrok v této oblasti inspirovala přehledem sestaveným Gholamipourfard et al. (2021). V následujícím výběru je však již čerpáno z výhradně z vybraných studií.

3.5.1 Antibakteriální využití

Relativně novým způsobem je využití silic jako antibakteriálního prostředku. Využití silic jako antimikrobiální látky má 2 výhody: 1) jedná se o látky přírodního původu, nemá tedy negativní důsledky pro životní prostředí a zároveň je bezpečná pro jejich uživatele; 2) jedná se o látky, proti kterým je nižší pravděpodobnost, že si patogenní mikroorganismy vypěstují rezistenci (Daferera et al. 2003). Ze stejných důvodů by byla vhodná i jako biopesticid. Daferera et al. (2003), zkoumající antimikrobiální účinky vůči *Fusarium solani*, *Botrytis cinerea* a *Clavibacter michiganensis* prokázala, že silice *Mentha pulegium* dokázaly zcela zastavit růst *Botrytis cinerea* a *Fusarium solani* za použití koncentrace 400 µg/ml. Dále proti *Clavibacter michiganensis* byl prokázán 80 % inhibující účinek za použití 200µg/ml této silice.

Obdobně Sing et al. (2015), zaměřující se na antimikrobiální účinky *Mentha* × *piperita*, potvrdil silný antibakteriální účinek jejích silic. Studie ukázala, že destilované koncentráty silic zastavují růst mikroorganismů a jejich výsledky jsou porovnatelné s antibiotickým gentamycinem. Studie byla provedena na *Escherchia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Staphylococcus aureus* a *Streptococcus pyogenes*. Autoři dodávají, že silice by potenciálně mohly být vhodným potravinovým konzervantem, avšak pokud se neprokáží žádná bezpečnostní rizika (Sing et al. 2015).

3.5.2 Ekologické využití

Environmentální problémy, zejména klimatická změna, jsou v dlouhodobém horizontu největší výzvou, které naše společnost čelí. Klimatická změna je zapříčiněna zvýšenou koncentrací skleníkových plynů v atmosféře. Jedním z těchto plynů (a zároveň ve vztahu ke

klimatické změně nejsilnějším) je metan. Významným producentem metanu jsou hospodářská zvířata, která denně vyprodukují mezi 250-500 l metanu. Faktory ovlivňující hladinu metanu jsou 1) příjem krmiva; 2) typ sacharidů, 3) zpracování krmiva, 4) přidání lipidů nebo ionofory do krmiva; a 5) změna bachorové mikroflóry. Manipulace s těmito faktory může snížit emise metanu ze skotu. Patra et al. (2006) se domnívá, že silice s vysokým obsahem sekundárních metabolitů mohou cíleně ovlivnit mikroflóru v bachoru hospodářských zvířat. Autoři zkoumali vliv vybraných silic bylin a došli k různým redukcím methanu. Agarwal et al. (2009) provádí obdobný výzkum s *Mentha × piperita*. Dle autorů je krmivo v bachoru proměněno v řetězec mastných kyselin, které jsou následně využity jako zdroj energie, a ve vodík, který vzniká jako meziproduct a který následně metanotvornými organismy proměněn v metan. Sekundární metabolity *Mentha × piperita* tak dle autorů představují přirozenou cestu jak modifikovat střední mikroflóru v bachoru přežvýkavců. Výsledky studie ukázaly, že *Mentha × piperita* má potenciál ve správné koncentraci (vyšší než 2.0 mL/mL) pro použití jako krmné přísady ke snížení produkce metanu. Autoři tento výsledek mimo jiné spojují s antimikrobiálními vlastnostmi této silice, které tato práce zmiňuje výše.

V souvislosti s enviromentálními problémy Razic & Dogo (2010) ve své studii tvrdí, že *Mentha × piperita* by mohla být potenciálně využitelná i k tzv. fytoremediaci, což označuje metody využívající zelené rostliny k odstranění znečišťujících látek z prostředí. Tato metoda je tedy založena na schopnosti rostliny pohltit ionty těžkých kovů z půdy, a tím půdu vyčistit. Dle autorů je *Mentha × piperita* schopna pohlcovat chrom v půdě. Autoři ve své studii dokazují korelaci mezi zvyšujícím se obsahem chromu a zvyšujícím se pohlcením této látky rostlinou. Dle autorů má *Mentha × piperita* zároveň takový kořenový systém, jež ji umožňuje účinně vázat chrom a zajišťuje tak rostlině ochranu před jeho toxicitou.

3.5.3 Insekticidní využití

U silice rodu *Mentha* jsou opakovaně potvrzovány insekticidní účinky (Samarasekera et al. 2008; Kumar et al. 2011). Dle Kumara et al. (2011) je příčinou lipofilní povaha silic, která jim umožňuje narušit základní metabolické, biochemické a fyziologické funkce hmyzu. Autoři v přehledové studii zmiňují celou řadu studií různých esenciálních olejů a jejich insekticidních účinků. Jako významný příklad zde můžeme zmínit repelentní účinek silice *M. × piperita* proti *Anopheles annularis* (100 %), *Anopheles culicifacies* (92 %), a *Culex*

quinquefasciatus (84 %). Bylo zjištěno, že z látek obsažených v silici *M. × piperita* má nejvýznamnější moskyticidní účinek vůči *Culex quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* a *An. tessellatus* menthol (LC₅₀¹ - 0,36µg/ml). Studie dále testovala syntetizaci derivátů za stejným účelem a zjistila, že moskyticidní účinek má také menthylchloroacetát, menthyldichloroacetát, menthylcinnamát, menton glycerylacetát, thymol, α-terpineol a mugetanol.

Kumar et al. (2012) testovali *Mentha × piperita* a *Mentha citrata* na insekticidní účinky proti *Musca domestica* ve fázi larvy a kukly. Insekticida silic byla hodnocena proti larvám a kuklám mouchy domácí pomocí dvou různých biologických testů: kontaktní toxicity a fumigace. Studie prokázala, že v obou případech je silice *Mentha × piperita* účinnější. V rámci testování toxicity silice *Mentha × piperita* i *Mentha citrata* proti larvám dosahovaly 50% účinnosti, ovšem lišily se v době, než účinek nastal, a to u *Mentha × piperita* 1,5 dne, zatímco u *Mentha citrata* 3,3 dne, a to při koncentraci 2.01 µl/cm². Míra inhibice vypočtená po 6 dnech se při různé koncentraci pohybovala mezi 54-100 % pro *Mentha piperita* a 23-68 % pro *Mentha citrata*. V rámci testování tzv. fumigace, kdy byly nanočástice silice obohacené o polyetylglykol, byla míra inhibice při koncentraci 40–70 µl/L 23,3-95 % proti larvám za 48h u *Mentha × piperita* a 66,7 % u *Mentha citrata* s koncentrací 70 µl/L za 48 h. Míra inhibice fumigace proti *Musca domestica* ve fázi larvy u *Mentha × piperita* byla 100 %, zatímco u *Mentha citrata* byla mezi 25 a 57 %.

Kumar et al. (2011) dále zjistili, že repelentní účinek silic *Mentha × piperita* (86 µg/cm²) proti dospělé *Musca domestica* je 86 %.

3.5.4 Profylaktické využití

Studie naznačují, že extrakty *Mentha × piperita* mohou mít relativně významné profylaktické účinky díky stimulaci buněčné odpovědi na řadu patogenů nebo toxických látek, včetně záření (Jagetia 2007; Samartha & Samartha 2008).

Samartha & Samartha (2008) hodnotili imunomodulační účinky extraktu z listů *Mentha × piperita* na základě stanovení aktivity oxidu dusnatého (NO) a b-glukosonidázy. Autoři zjistili, že při podávání extraktů laboratorní myši skutečně došlo k navýšení zmíněných

¹ Koncentrace látky, kdy mortalita testovaných organismů je rovna 50 %.

látek, které aktivizovaly tzv. makrofágy², čímž došlo k silné reakci antimikrobiálního systému. Studie tak naznačuje, že extrakt z *Mentha × piperita* má významné radioprotektivní a imunomodulační účinky. Autoři se domnívají, že účinnou látkou způsobující tyto účinky jsou fenolické sloučeniny.

Jagetia (2007) zkoumající celou řadu rostlin pro jejich profylaktické využití rovněž tvrdí, že při podávání 10mg/kg chloroformového extraktu *Mentha arvensis* došlo k ochraně laboratorní myši před nevolností způsobenou radiací, gastrointestinálním úmrtím a úmrtím kostní dřeně. Při užití *Mentha × piperita* se dále podařilo ochránit laboratorní myš i před poklesem hematologických složek, sérové fosfatázy, tvorbou endogenních kolonií sleziny a chromozomálním poškozením. Autor navrhuje využití zejména pro ochranu před ionizačním zářením, ke kterému dochází v diagnostických, terapeutických či v průmyslových procesech (Jagetia 2007).

3.5.5 Způsoby zvýšení výnosnosti silic

Současná vysoká poptávka po alternativních léčivých produktech rostlinného původu vede výrobce ke snaze zefektivnit technologický postup výroby silic a jiných extraktů tak, aby uspokojili trh a tím maximalizovali svůj zisk.

Cappellari et al. (2015) tvrdí, že některé bakterie, které žijí v tzv. rhizosféře, což je oblast povrchu a nejbližšího okolí kořenů rostlin, mají pozitivní účinky na růst rostliny, její kvalitu a rovněž na její výnosnost. Tyto bakterie jsou obecně označovány jako rhizobakterie podporující růst rostlin (PGPB³). Autoři dále uvádí, že PGPB vytváří pro rostlinu stimulační bakteriální těkavé organické látky, fytohormony a podporuje stav živin v rostlinách tím, že uvolňuje fosfáty a mikroživiny z jinak nerozpustných zdrojů. PGPB má ale také dále význam coby biokontrolní činitel omezující choroby na základě tzv. indukované systémové rezistence. Dále podporuje i prospěšné symbiózy a ochraňuje rostlinu rozkladem xenobiotik v kontaminovaných půdách (Cappellari et al. 2015). Autoři ve studii zkoumali vliv PGPB *Pseudomonas fluorescens* WCS417r, *Pseudomonas putida* SJ04 a *Bacillus subtilis* GB03 na

² Makrofág je bílá krvinka, která fagocytuje nekrotické zbytky buněk a cizí materiál, včetně virů, bakterií

³ plant growth promoting bacteria

Mentha × piperita. Výsledky studie naznačují, že u takto naočkovaných rostlin došlo k zvýšení biosyntézy terpenů. Celková výnosnost silic byla 4-6 násobně vyšší oproti rostlinám v kontrolní skupině (Cappellari et al. 2015).

Další studie ukázaly, že naočkováním *Mentha × piperita* PGPB, zvýšila hladinu endogenní kyseliny jasmonové a kyseliny salicylové, což dle autorů naznačuje, že oba fytohormony se účastní transdukce signálu vyvolaných rhizobakteriemi (Cappellari et al. 2019). Studie ale zároveň tvrdí, že PGPB nemůže nahradit vnější užití fytohormonů, protože kyselina jasmonová, ač vede ke zvýšení výnosnosti silic, zároveň vede k omezení růstu. Autoři zjistili, že kombinace naočkování rostliny s vnější aplikací methyl-jasmonátu (2mM) zvyšuje produkci silic až osminásobně, oproti kontrolní skupině (Cappellari et al. 2019).

Kumar a Patra (2012) tvrdí, že popílek, jenž obsahuje značné množství K, Ca, Mg a S lze ve vztahu k *Mentha × piperita* využít jako půdní doplněk zlepšující fyzické podmínky půdy. Autoři testovali různé koncentrace popílku (25 %, 50 %, 75 % a 100 %) v zahradnickém substrátu s organickým odpadem. Studie zjistila, že pokud je koncentrace popílku vyšší než 50 % dochází k negativním dopadům na růst a výnosnost silic i kvalitu jejího složení. Ovšem pokud je zahradnický substrát s organickým odpadem doplněn z 50 % o popílek, je tento postup účinným způsobem ke zvýšení úrodnosti podporující jak růst, tak výnosnost silic, a to bez kontaminace konečného produktu (Kumar a Patra 2012).

Dalším možným způsobem, jak zvýšit výnosnost silic je dle Ahmad et al. (2018) využití nanočástic oxidu titaničitého jako postřiku na listy. Dle autorů studie zkoumající vliv nanočástic oxidu titaničitého, na mimo jiné, produkci silic *Mentha × piperita*, dojde aplikací této látky k významnému nárůstu produkce silic a to až o 39,4-105,1 %. Aplikace této látky má rovněž vliv na kvalitu silic, zejména dochází ke zvýšení obsahu mentholu, a to o 9,6-124,1 % (Ahmad et al. 2018). Autoři zdůvodňují tento nárůst tím, že aplikace účinné látky vede i ke zvýšení počtu a velikosti peltátních žláznatých trichomů (PGT). Studie potvrdila, že došlo ke zlepšení průměru i hustoty těchto trichomů při foliární aplikaci nanočástic TiO₂. Při aplikaci 100 mg L⁻¹ TiO₂ NPs bylo pozorováno zvýšení průměru a hustoty PGT o 77,8 %, resp. 62,5 % ve srovnání s kontrolní skupinou, ve které byl jako postřik použita voda. Tato technika dále pozitivně ovlivňuje i aktivitu enzymů, fotosyntézu a nutriční stav rostliny. Navíc je tato technika i ekonomicky výhodná, protože nanočástice jsou účinné i pouze v nepatrných koncentracích (Ahmad et al. 2018).

4. Závěr

Cílem této práce bylo zpracovat literární přehled zabývající se jednotlivými druhy rodu *Mentha*, a to se zaměřením na druhy hospodářsky významné. Důležitými aspekty práce bylo konkrétní botanické popsání jednotlivých druhů, upřesnění jejich výskytu a rozšíření, popis jejich nejdůležitějších účinných látek, seznámení se s vhodnými podmínkami a nároky na pěstování a analýza možnosti využití těchto rostlin.

Za tímto účelem práce poskytla přehled týkající se charakteristiky jednotlivých druhů máty a pěstování máty peprné, a to včetně jejich nároků na agrotechniku, přípravy půdy, založení a sklizně porostu. Ačkoli se pěstování máty peprné může zdát jako bezproblémové, komplikace ohledně pěstování mohou nastat již při volbě vhodné lokality k pěstování. Je důležité si uvědomit, že druhy máty jsou typické mělkým kořenovým systémem, a při vyšších teplotách a zároveň nižších srážkách dochází rychleji k výparu a tím vadnutí rostliny. Je tedy vhodné hledat výživné a humózní půdy, ideálně v závětrných místech. Zároveň ale slunná a teplá stanoviště zvyšují kvalitu a výnosnost silic, pro které jsou máty především pěstované. Je tedy důležité najít kompromis mezi těmito jednotlivými aspekty.

Práce dále rozebrala nejčastější choroby a škůdce, které se při pěstování máty objevují. Jedná se především o *Puccinia menthae*, tedy rez máťovou. Z významných škůdců máty práce uvedla mandelinky *Chrysolina herbacea* a *Chrysolina coerulans*, a v neposlední řadě škodí například *Eupteryx atropunctata*, neboli pidikřísek polní.

Dále zde popsala obsahové látky v rostlinách rodu *Mentha* a zaměřila se na tzv. sekundární metabolity, které tvoří látky významné v oboru LAKR. Tyto látky práce podrobně popsala z hlediska jejich významu, tvorby a složení. Práce také upozornila na studie prokazující závislost složení na pěstitelské oblasti. V této souvislosti práce rovněž poskytuje přehled výsledků některých významných studií zkoumající zvýšení výnosnosti silic či některých jejich složek, práce tak upozorňuje například na ekonomicky i funkčně velmi efektivní nanočástice oxidu titaničitého, jako foliárního postřiku.

Užívání rostliny rodu *Mentha* je známo již od starověku z antického Řecka a Říma, a to zejména pro své aromatické účinky. Dnes mají tyto rostliny, jejich výluhy a silice podstatně širší využití. Práce zmiňuje jak klasická využití v gastronomii a potravinářském průmyslu či užití v aromaterapii, tak alternativní využití, které nabízí perspektivní možnosti aplikace této

rostliny v budoucnu a zároveň prostor pro další výzkum. Tyto alternativní možnosti využívání poskytují oproti konvenčním prostředkům řadu výhod, které práce zmiňuje.

Literatura

- Agarwal N, Shekhar C, Kumar R, Chaudhary LC, Kamra DN. 2009. Effect of peppermint (*mentha piperita*) oil on in vitro methanogenesis and fermentation of feed with Buffalo Rumen Liquor. *Animal Feed Science and Technology* **148**:321–327.
- Ahmad B, Shabbir A, Jaleel H, Khan MM, Sadiq Y. 2018. Efficacy of titanium dioxide nanoparticles in modulating photosynthesis, peltate glandular trichomes and essential oil production and quality in *mentha piperita* L. *Current Plant Biology* **13**:6–15.
- Ambrose DP, Manickavasagan A, Naik R. 2016. *Leafy medicinal herbs: Botany, chemistry, Postharvest Technology and uses*. CABI, Wallingford, Oxfordshire.
- Ascensão L, Marques N, Pais M. S. 1995. Glandular trichomes on vegetative and reproductive organs of *Leonotis Leonurus* (lamiaceae). *Annals of Botany* **75**:619–626.
- Balakrishnan A. 2015. Therapeutic Uses of Peppermint -A Review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, **7**: 474-789.
- Barrett J. 2009. What can I do with my herbs? how to grow, use & enjoy these versatile plants. Texas A&M University Press, College Station. In: Ambrose DP, Manickavasagan A, Naik R. 2016. *Leafy medicinal herbs: Botany, chemistry, Postharvest Technology and uses*. CABI, Wallingford, Oxfordshire.
- Beigi M, Torki-Harchegani M, Ghasemi Pirbalouti A. 2018. Quantity and chemical composition of essential oil of peppermint (*mentha × piperita* L.) leaves under different drying methods. *International Journal of Food Properties* **21**:267–276.
- Bulánková I. 2005. *Léčivé Rostliny na naší zahradě*. Grada, Praha.
- Cappellari L, Santoro MV, Reinoso H, Travaglia C, Giordano W, Banchio E. 2015. Anatomical, morphological, and phytochemical effects of inoculation with plant growth – promoting rhizobacteria on peppermint (*mentha piperita*). *Journal of Chemical Ecology* **41**:149–158.
- Cappellari L, Santoro MV, Schmidt A, Gershenzon J, Banchio E. 2019. Induction of essential oil production in *Mentha x Piperita* by plant growth promoting bacteria was correlated with an increase in jasmonate and salicylate levels and a higher density of glandular trichomes. *Plant Physiology and Biochemistry* **141**:142–153.

- Daferera DJ, Ziogas BN, Polissiou MG. 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *botrytis cinerea*, *fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection* **22**:39–44.
- Demain A, Sanchez S. 2019. Secondary Metabolites. Pages 3206-3221 in Webb C. and Moo-Young M, editors. *Comprehensive biotechnology*. Pergamon, Amsterdam.
- Fialová S, Tekeľová D, Švajdlenka E, Potůček P, Jakubová K, Grančai D. 2014. The variability of secondary metabolites in *mentha* × *piperita* CV . 'perpeta' during the development of inflorescence. *Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comenianae* **61**:21–25.
- Gholamipourfard K, Salehi M, Banchio E. 2021. *Mentha piperita* phytochemicals in agriculture, Food Industry and Medicine: Features and Applications. *South African Journal of Botany* **141**:183–195.
- Giuliani C, Maleci Bini L. 2008. Insight into the structure and chemistry of glandular trichomes of Labiatae, with emphasis on subfamily Lamioideae. *Plant Systematics and Evolution* **276**:199–208 In: Ambrose DP, Manickavasagan A, Naik R. 2016. *Leafy medicinal herbs: Botany, chemistry, Postharvest Technology and uses*. CABI, Wallingford, Oxfordshire.
- Graves R. 1955. *The Greek myths*. Penguin, Middlesex.
- Gromová Z. 1993. *Pestovanie špeciálnych plodín*. VŠP, Nitra.
- Gruenwald J, Brendler T, Jaenicke C, Fleming T. 2000. *PDR for Herbal Medicines*. Medical Economics Co., Montvale, NJ.
- Güllüce M, Özkan H, Özbek T, Bariş Ö, Özer H, Şahin H, Kilic H a Sökmen M. 2006. Biological activities of the essential oil and methanol extract of *achillea biebersteinii* afan (Asteraceae). *Turkish journal of biology* **30**: 65-73.
- Hajlaoui H, Snoussi M, Ben Jannet H, Mighri Z, Bakhrouf A. 2008. Comparison of chemical composition and antimicrobial activities of *mentha longifolia* L. ssp. *longifolia* essential oil from two Tunisian localities (Gabes and Sidi Bouzid). *Annals of Microbiology* **58**:513–520.

- Halder M, Sarkar S, Jha S. 2019. Elicitation: A biotechnological tool for enhanced production of secondary metabolites in hairy root cultures. *Engineering in Life Sciences* **19**:880–895.
- Herro E, Jacob SE. 2010. *Mentha piperita* (peppermint). *Dermatitis* **21** (6):327-9. in Ambrose DP, Manickavasagan A, Naik R. 2016. *Leafy medicinal herbs: Botany, chemistry, Postharvest Technology and uses*. CABI, Wallingford, Oxfordshire
- Jabeen A, Guo B, Abbasi BH, Shinwari ZK, Mahmood T. 2012. Phylogenetics of selected *Mentha* species on the basis of RPS8, RPS11 and RPS14 chloroplast genes. *Journal of Medicinal Plants Research* **6**: 30–36.
- Jagetia GC. 2007. Radioprotective potential of plants and herbs against the effects of ionizing radiation. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* **40**:74–81.
- Jahodář L. 2011. *Farmakobotanika: semenné rostliny*. Karolinum, Praha.
- Jahodář L. 2010. *Léčivé rostliny v současné medicíně: (co Mattioli ještě nevěděl)*. Volvox Globator, Praha.
- Janča J, Zentrich JA. 1995. *Herbář léčivých rostlin*. Eminent, Praha: Eminent.
- Johnson KA, Johnson DE. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* **73**:2483–2492.
- Khayyal MT, Seif-El-Nasr M, El-Ghazaly MA, Okpanyi SN, Kelber O, Weiser D. 2006. Mechanisms involved in the gastro-protective effect of STW 5 (Iberogast®) and its components against ulcers and rebound acidity. *Phytomedicine* **13**:56–66.
- Kumar P, Mishra S, Malik A, Satya S. 2012. Efficacy of mentha×piperita and mentha citrata essential oils against housefly, *Musca domestica* L. *Industrial Crops and Products* **39**:106–112.
- Kumar P, Mishra S, Malik A, Satya S. 2011. Insecticidal properties of *Mentha* Species: A Review. *Industrial Crops and Products* **34**:802–817.
- Kumar KV, Patra DD. 2012. Alteration in yield and chemical composition of essential oil of *mentha piperita* L. plant: Effect of fly ash amendments and organic wastes. *Ecological Engineering* **47**:237–241.
- Lawrence BM. 2007. *Mint: The genus mentha*. CRC, Boca Raton.

- Mahendran G, Rahman LU. 2020. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on peppermint (*mentha × piperita* L.)—a review. *Phytotherapy Research* **34**:2088–2139.
- Mandžuková J. 2017. *Bylinky: léčivá moc přírody*. Brána, Praha.
- McKay DL, Blumberg JB. 2006. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*mentha piperita* L.). *Phytotherapy Research* **20**:619–633.
- Mimica-Dukic N, Bozin B. 2008. *Mentha* L. species (Lamiaceae) as promising sources of bioactive secondary metabolites. *Current Pharmaceutical Design* **14**:3141–3150.
- Mitáček T. 2014. *Pěstování léčivých a kořeninových rostlin v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi*. Bioinstitut, Olomouc.
- Mosunova O, Navarro-Muñoz JC, Collemare J. 2021. The biosynthesis of fungal secondary metabolites: From fundamentals to biotechnological applications. *Encyclopedia of Mycology*:458–476.
- Novák J, Skalický M. 2017. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint, Praha.
- Patra AK, Kamra DN, Agarwal N. 2006. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of Buffalo. *Animal Feed Science and Technology* **128**:276–291.
- Pavela R. 2017. *Možnosti využití botanických pesticidů a rostlinných extraktů v ochraně porostů fenyklu obecného, máty peprné a tymiánu obecného: certifikovaná metodika*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Ponešová A, Tréglová L. 2018. *Máta*. Grada, Praha.
- Razic S, Dogo S. 2010. Determination of chromium in *Mentha piperita* L. and soil by graphite furnace atomic absorption spectrometry after sequential extraction and microwave-assisted acid digestion to assess potential bioavailability. *Chemosphere* **78**: 451–456.
- Samarasekera R, Weerasinghe IS, Hemalal KDP. 2008. Insecticidal activity of menthol derivatives against mosquitoes. *Pest Management Science* **64**:290–295.
- Samartha RM, Samartha M. 2008. P37. Radioprotective and immunomodulatory effects of *mentha piperita* leaf extract in Swiss albino mice. *Nitric Oxide* **19**:51.

- Schilcher H. 1997. *Phytotherapy in Paediatrics: Handbook for Physicians and Pharmacists*. Medpharm scientific publishers, Stuttgart.
- Schönfelder I, Schönfelder P. 2010. *Léčivé rostliny*. Ottovo nakladatelství, Praha
- Singh R, Shushni MA, Belkheir A. 2015. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry* **8**:322–328.
- Slavík B, Bělohávková R, Skoumalová-Hadačová A, Smrčinová E. 2000. *Květena České republiky 6*. Academia, Praha.
- Zheljazkov VD, Cantrell CL, Astatkie T, Ebelhar MW. 2010. Productivity, oil content, and composition of two spearmint species in Mississippi. *Agronomy Journal* **102**:129–133.