

**VPLYV EXOGÉNNYCH FAKTOROV NA TVORBU
SEKUNDÁRNYCH METABOLITOV MEDOVKY LEKÁRSKEJ
(*MELISSA OFFICINALIS* L.)**

**INFLUENCE OF EXOGENOUS FACTORS ON SECONDARY
METABOLITE PRODUCTION IN LEMON BALM
(*MELISSA OFFICINALIS* L.)**

Jozef FEJÉR¹ – Daniela GRUOVÁ¹

ABSTRACT

Melissa officinalis L. (lemon balm) belongs to the family Lamiaceae. It is grown mainly in warm areas. The whole plant has very pleasant lemon aroma. It has extensive use in cooking, medicine and cosmetics. The aim of presented research was to determine quantitative and qualitative properties of essential oils (EO) extracted from two cultivars 'Citra' and 'Compacta' of lemon balm and identify main factors influencing the changes in EO. The dominant components identified in EO at cultivar 'Citra' were α -citral (26.58%), β -citral (17.56%), citronelal (16.56%) and β -caryophyllene (11.71%). The dominant components identified in EO at cultivar 'Compacta' were β -caryophyllene (23.39%), caryophyllene oxide (18.49%), α -citral (10.62%) and β -citral (7.25%). Comparing obtained results with the results from another studies, the impact on content and composition of EO depends on climatic condition, available soil water and micronutrients as well as genetic variability. The knowledge of impact of different factors on EO properties can help improve yield and breeding of the lemon balm population.

KEYWORDS

citronellal, environmental factors, essential oil, GC-MS, lemon balm, medicinal plants

Úvod

Liečebné účinky niektorých rastlín sú známe už od čias antiky a až do začiatku novoveku tvorili akýsi pilier „*materia medica*“ alebo súboru liečiv, ktoré sa využívali na prípravu tinktúr, čajov, vývarov, masť a podobne. Poznatky o liečivých rastlinách, o ich liečivých účinkoch a spracovaní sa začali rozširovať z kláštorov medzi ľuďmi. Až do polovice 19. storočia tvorili liečivé rastliny základ liečebnej terapie. Z pohľadu farmakologických účinkov, v Európe je známych okolo 4000 rastlinných druhov, z ktorých je v priemere asi 500 liečivých (KOŠŤÁLOVÁ et al., 2012). Skúmaný druh medovka lekárska patrí do čeľade hluchavkovitých (*Lamiaceae*). STARÝ & JIRÁSEK (1989) uvádzajú, že do tejto čeľade patrí viac než 4000 druhov rastlín, ktoré sú zatriedené do približne 220 rodov. Podľa novších výskumov sa počet hluchavkovitých rozrástol na 250 rodov a vyše 6900 druhov (MÁRTONFI, 2007). Najpravdepodobnejšie

¹ Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. Novembra č.1, SK – 081 16 Prešov; e-mail: daniela.grulova@unipo.sk, jozef.fejer@unipo.sk

miesta pôvodu sa považujú oblasti východného Stredomoria, západnej Ázie a južnej Európy ako aj Kaukaz a severný Irán (DE SOUSA *et al.*, 2004; ZARGARI, 1990). Medovka je známa tým, že má špecifickú vôňu, ktorá sa často využíva ako prísada do nápojov a jedál. V ľudovom liečiteľstve sa využíva hlavne pri liečbe nervového systému, bolesti hlavy, reumatizme, ako aj pri gastrointestinálnych problémoch (ZARGARI, 1990; ANON, 2002). Silica extrahovaná z medovky je známa pre jej antioxidačné, antibakteriálne a antifungálne vlastnosti (MASAKOVA *et al.*, 1979; ZANDI & AHMADI, 2000; HOHMANN *et al.*, 1999; BISSET *et al.*, 2001; MIMICA-DUKIC *et al.*, 2004). Vo všeobecnosti sa uvádza, že množstvo silice extrahovanej z medovky lekárskej je zvyčajne v rozsahu od 0,02 – 0,3 %, čo je oveľa menšie množstvo ako u iných druhov hluchavkovitých (MORADKHANI *et al.*, 2010). Toto malé množstvo má vplyv na zvýšené náklady pri jej extrakcii, ako aj na celkovú cenu na trhu, ktorá je vysoká (SARI & CEYLAN, 2002). Zloženie silice je variabilné a závisí od genetického základu, ako aj od klimatických podmienok. Väčšina štúdií však uvádza ako dominantné látky monoterpeny vrátane izomérov citralu (geranial a neral = citral), citronellal a geraniol (MEFTAHIZADE *et al.*, 2010; MIMICA-DUKIC *et al.*, 2004).

Ako dominantné komponenty v silici pestovanej medovky z rôznych končín sveta (Srbsko, Irán, Francúzsko a i.) sa uvádzajú rôzne komponenty v rôznom zastúpení, najčastejšie však citronellal (13 - 40 %), geranial (23 - 30 %), neral (16,5 - 25 %). Niektoré štúdie uvádzajú nielen citral (neral + geranial; 48%), β -citronellol (11,5 - 16,5 %), geranylacetát (0,8 - 6,79 %) a geraniol (3 - 25 %), ale aj karvakrol (37 %) (CARNAT *et al.*, 1998; MRLIANOVA *et al.*, 2002; SARI & CEYLAN, 2002; MIMICA-DUKIC *et al.*, 2004; HUSSAIN, 2009; SAEB & GHOLAMREZAEI, 2012).

U niektorých druhov rastlín sa zloženie silice mení v priebehu vegetačnej sezóny, čo má vplyv na určenie vhodného obdobia zberu, ktorý by mal byť v čase, keď je kompozícia silice najvýhodnejšia. Okrem mesačných či ročných zmien, má vplyv na zmenu obsahových látok silice aj striedanie dňa a noci. V každom prípade, čas zberu je druhovo špecifický a je determinovaný v závislosti od najvhodnejšej kombinácie zloženia silice a množstva biomasy, ktorý je ovplyvnený najmä pôdou - klimatickými podmienkami.

Medovka lekárska výrazne rastie v rozsahu teplôt 15–35 °C, a vyžaduje 500 – 600 mm zrážok, ktoré sú rovnomerne rozložené počas vegetačnej sezóny (SAEB & GHOLAMREZAEI, 2012). Avšak považuje sa za vysoko tolerantný druh voči vodnému stresu (OZTURK *et al.*, 2004). Má bohatý koreňový systém, ktorý jej umožňuje pomerne jednoducho sa prispôsobiť rôznym environmentálnym podmienkam (TURHAN, 2006). Na Slovensku sa pestuje v rôznych agroekologických podmienkach a pestovateľských oblastiach na ornej pôde (HABÁN *et al.*, 2017).

Cieľom tohto výskumu bolo porovnať obsah silice a jeho zloženie pri dvoch odrodách medovky lekárskej rastúcich v rovnakých podmienkach počas jednej vegetačnej sezóny a posúdiť vplyv daných klimatických podmienok na tvorbu a zloženie silice v porovnaní s rovnakým druhom pestovaným v odlišných klimatických podmienkach.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika lokality

Školský pozemok Prešovskej univerzity v Prešove, je lokalizovaný v západnej časti mesta. Územie sa nachádza v severnej časti Košickej kotliny a na severe prechádza do spišsko-šarišského medzihoria. Reliéf územia je morfológicky rovinný až mierne zvlnený, tvorí ho antropogénne premodelovaná rovina alúvia rieky Torysy a jej prítokov. Nadmorská výška oblasti je 253 m.n.m.

Pedologické a klimatické podmienky

Pôdny typ stanovišta je fluvizem typická, tvorená aluviálnymi naplaveninami blízkej rieky Torysy. Pôda je stredne ťažká s neutrálnou reakciou a dobrou zásobou prijateľných živín.

Počas realizácie experimentu sa pravidelne odoberali pôdne vzorky pre získanie aktuálnych údajov o chemických vlastnostiach pôdy - obsah prijateľných živín (P, K, Mg) v mg.kg⁻¹ pôdy, pôdna reakcia pH a obsah humusu v %. Agrochemické rozboru sa realizovali v laboratóriách pobočky Ústredného kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho v Košiciach.

Charakteristika klimatických a poveternostných podmienok lokality

Z klimatického hľadiska patrí lokalita, na ktorej prebiehal experiment do teplej oblasti, mierne vlhkej podoblasti a do okrsku s chladnou zimou. Priemer ročných teplôt sa pohybuje okolo 8 – 9 °C. Najchladnejším mesiacom je január so svojou priemernou ročnou teplotou -3,5 °C a naopak najteplejším mesiacom v roku je august s priemernou mesačnou teplotou 19 °C. Priemerná mesačná teplota za posledných päť rokov dosiahla teplotu -5,6 °C. Pôdotvorným substrátom sú aluviálne naplaveniny blízkej rieky Torysy. Stupeň sklonu svahu je 0 (úplná rovina). Priemerný úhrn zrážok je 623,7 mm. Oblačnosť skúmanej oblasti je 65 %, slnečný svit má ročný priemer 1956 hodín (závisí od polohy mesta) a priemerný tlak vzduchu dosahuje približne 1025 kilo pascalov.

Rastlinný materiál

Na analýzu sa použili dve odrody medovky lekárskej *Melissa officinalis* L. odroda 'Citra' a 'Compacta'. Rastlinný materiál bol získaný zo Školského pozemku Prešovskej univerzity v Prešove. Rastlinné vzorky sa zozbierali ručne, tesne pred kvitnutím (jún 2013). Čerstvý materiál bol uložený v tenkých vrstvách na filtračnom papieri a sušený pri izbovej teplote. Takto vysušené vzorky vňate sa použili na hydrodestiláciu silice.

Izolácia a stanovenie obsahu medovkovej silice

Navážka 15 g sušeného rastlinného materiálu sa vložila do 500 ml varnej banky s 200 ml vody a s niekoľkými kúskami varných kamienkov. Banka sa vložila na ohrevné hniezda a spojila s destilačnou aparaturou. Po dosiahnutí bodu varu a začatí destilácie sa začal odpočítavať čas destilácie, ktorá trvala dve hodiny. Získaná silica sa zachytila do sklenenej vialky z hnedého skla a uzavretá sa uložila do chladničky, kým nebola použitá na kvalitatívnu analýzu pomocou GC-MS.

Analyza plynovou chromatografiou a identifikácia komponentov

Na analýzu plynovou chromatografiou bolo použité zariadenie Varian 450-GC spojené s hmotnostným spektrometrom Varian 220-MS. Separácia silice prebiehala na kolóne Factor Four TM: Capillary Column VF-5ms (30 m × 0,25 mm i.d., 0,25 μm tenký film). Typ injektora bol 1177 pri teplote 220 °C. Injekčný mód splitless (1 μL analytu v pomere 1:1000 rozpúšťadla n-hexanu). Nosný plyn bolo hélium s konštantným prietokom 1,2 ml.min.⁻¹.

Teplotný program kolóny bol nasledovný: počiatočná teplota 50 °C udržiavaná 10 minút. Potom zvýšenie na 100 °C v intervale 3 °C.min.⁻¹ podržané 5 minút a nakoniec kontinuálne zvyšovanie teploty na 150 °C v intervale 10 °C.min.⁻¹. Celkový čas analýzy bol 46,67 minút.

Identifikácia analyzovaných komponentov bola realizovaná pomocou porovnanie retenčného času píku a jeho hmotnostného spektra s knižnicou poskytnutou softvérom NIST 02 (software library) a tiež porovnaním s literatúrou a ADAMS (2007), respektíve použitím externého štandardu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vo všeobecnosti je známe, že medovka lekárska má niekoľko odrôd, ktoré sa od seba navzájom líšia rôznymi morfológickými znakmi. Odroda '*Citra*' je na Slovensku najviac pestovaná. Vyznačuje sa stredným až vyšším obsahom hydroškoricových derivátov kyseliny rozmarínovej (FIALOVÁ et al. 2008), ktorých obsah kolíše aj v priebehu vegetačného roka (HABÁN et al. 2007). Odroda '*Compacta*' vyrastá do výšky 60 cm, nie je náročná na pestovanie a má tmavo zelené listy (ANONYM, 2014).

GC/MS analýza silice

V tabuľke 1 sú uvedené výsledky analýzy komponentov medovkovej silice hodnotených odrôd - '*Citra*' a '*Compacta*'.

Tabuľka 1. Obsahové zloženie silice dvoch odrôd medovky lekárskej.

Názov obsahovej látky	Množstvo komponentu (%)		Identifikácia*
	' <i>Citra</i> '	' <i>Compacta</i> '	
α - citral	26,58	10,62	1,2
β - citral	17,56	7,25	1,2
β - caryophyllene	11,71	23,39	1,2,3
caryophyllene oxide	2,17	18,49	1,2
Citronellal	16,56	5,21	1,2,3
Isopulegol	5,84	1,65	1,2
α- caryophyllene	0,98	2,77	1,2
germacrene D	0,32	1,47	1,2,3

* Identifikácia jednotlivých komponentov prebiehala: 1- porovnaním s knižnicou NIST 02; 2-porovnaním MS s literatúrou ADAMS (2007), 3 - porovnaním s externým štandardom.

Z tabuľky 1 vyplýva, že obsahové látky silice hodnotených odrôd 'Citra' a 'Compacta' sa výrazne odlišujú. Dominantná zložka silice odrody 'Citra' je α -citral (26,58 %), pri odrode 'Compacta' bol identifikovaný ako dominantný komponent β -caryophyllene (23,39 %).

V odrode 'Citra' bol zistený vyšší obsah α - citralu, β - citralu, citronellalu a isopulegolu nižšie množstvo caryophyllene oxidu, α -caryophyllenu a germacrenu D v porovnaní s odrodou 'Compacta'. Rozdielnosť možno pripísať medziodrodovej variabilite a teda reakcii genotypu odrody na dané vonkajšie podmienky (lokalita, klíma). SHARAFZADEH et al. (2011) uvádza, že v troch vzorkách medovky z rôznych lokalít v Iráne boli hlavnými zložkami citronelal a β -caryophyllene. V Teheráne bola zistená dominantná zložka karvakrol. Z našich vzoriek je zrejme, že dominantným komponentom bol β - caryophyllene pri odrode 'Citra' (23,39%) a α - citral pri odrode 'Compacta' (26,58%). Z porovnania vyplýva, že v južnejšie položených krajinách, ako napríklad Irán je obsah esenciálneho oleja vyšší vďaka odlišnej klíme v porovnaní s európskymi krajinami.

Zloženie a množstvo silice určitého druhu by mohlo byť výrazne ovplyvnené aj termínom zberu, geografickým prostredím a ďalšími agronomickými faktormi. AHARIZAD et al. (2012) popisuje, že pre medovku lekársku sú niektoré morfológické znaky hlavné určujúce faktory pre akumuláciu množstva rastlinnej silice a preto poznanie tejto genetickej variability morfológických znakov môže napomôcť pri šľachtení tohto rastlinného druhu.

Klimatické podmienky počas vegetačnej sezóny 2013

V tabuľke 2 je uvedený priebeh poveternostných podmienok (teploty a zrážky) v priebehu mesiacov apríl až júl v pokusnom roku 2013 s uvedeným dlhodobým priemeru teplôt a úhrnu zrážok. Z údajov v tabuľke je zrejme, že v roku 2013 boli v sledovaných mesiacoch vyššie priemerné teploty vzduchu v porovnaní s dlhodobým priemerom. Úhrn mesačných zrážok bol v apríli pod dlhodobým priemerom (- 9,73 mm), v máji mierne nad priemerom (+ 4,50 mm) a v júni presiahol úhrn zrážok pomerne výrazne dlhodobý priemer (+ 22,75 mm).

Tabuľka 2. Priemerné teploty a úhrn zrážok vo vegetačnom období v roku 2013.

Mesiac	Priemerná teplota vzduchu (°C)	Dlhodobý mesačný priemer (°C)	Úhrn zrážok (mm)	Dlhodobý úhrn zrážok (mm)
apríl	9,96	8,72	40,1	49,74
máj	14,66	13,95	82,9	78,40
jún	18,65	16,87	108,7	85,95
júl	19,66	18,67	51,2	99,08

Zdroj: Meteorologická stanica VŠS Malý Šariš

Na základe týchto údajov môžeme predpokladať, že dané poveternostné podmienky počas vegetácie a pred zberom v mesiaci jún pôsobili priaznivo na tvorbu silice me-

dovky lekárskej. ŠTOLCOVÁ (2006) a HABÁN (1996) uvádzajú, že medovka lekárska je náročná na svetlo (ale znáša aj polotieň), pretože pochádza z oblasti Stredomoria. Tak ako u medovky, tak aj iných liečivých rastlín sa dostatočná svetelná intenzita slnečného žiarenia výrazne podieľa na tvorbe účinných látok a to najmä tých, ktoré sa akumulujú v silici a taktiež alkaloidov. Najideálnejšie je teplotné rozpätie 15 – 35 °C. LEON-FERNANDÉZ et al. (2013) vo svojej štúdií porovnal výsadbu medovky lekárskej na slnku a v tieni. Zistil, že množstvo esenciálneho oleja bolo vyššie v rastlinách pestovaných na slnku. Odrody medovky hodnotené v tejto štúdií boli pestované na slnečnej ploche bez tieňa, teda možno predpokladať, že tento faktor mohol byť jeden z rozhodujúcich, ktorý ovplyvnil tvorbu esenciálneho oleja.

Ďalším významným faktorom ovplyvňujúcim akumuláciu silice je voda. Zdrojom vody je atmosféra, pôda, podlažie, toky alebo aj vodné plochy a pre rastliny predstavuje prostredie pre množstvo biochemických reakcií a procesy rastu a vývinu. Rastliny potrebujú dostatok vody počas klíčenia a vzchádzania. U liečivých rastlín sú nároky na vodu rôzne. Napríklad, viacročné liečivé rastliny si vyžadujú dostatok vlhky pre regeneráciu vegetatívnych orgánov po prezimovaní, respektíve po zberoch počas vegetácie (GECÍK, 2005). OZTURK et al. (2004) skúmal pôsobenie deficitu vody na medovku lekársku. Zistil, že obsah silice je vyšší pri deficite vody. V tejto štúdií sa pri nedostatku vody zvýšilo množstvo silice z 0,12 % na 0,16 %, čiže dlhé obdobia sucha zvyšujú obsah silice. HABÁN (1996) tvrdí, že negatívny vplyv na medovku má vlhké a chladné podnebie. Ďalšiu štúdiu ohľadne pôsobenia sucha na tvorbu silice uskutočnil FARAHANI et al. (2009). Skúmal vplyv sucha na obsah silice medovky lekárskej. Výsledky tejto štúdie ukázali, že sucho má negatívny dopad na väčšinu morfológických charakteristík, ale pokiaľ ide o percentuálny obsah silice, výsledky sú rôzne. Ukazuje sa, že rastlina používa rôzne spôsoby ako sa brániť stresu zo sucha, napríklad znížením dĺžky a šírky listu alebo znížením výšky rastlín. To všetko prispieva k zníženiu odparovania, čo následne vedie k zníženiu vyprodukovanej sušiny. Sucho zapríčiňuje uzatvorenie prieduchov a to vedie k zníženiu absorpcie oxidu uhličitého. Ale na druhej strane, čo sa týka obsahu silice, sucho zvýšilo jeho percentuálny obsah. V našej štúdií sme sa zamerali na hodnotenie zastúpenia komponentov silice nie jej množstva, ale na základe priebehu počasia v pokusnom roku 2013 sa dá predpokladať, že bola pozitívne ovplyvnená akumulácia hodnotených komponentov silice.

Ďalším významným faktorom pri tvorbe sekundárnych metabolitov je pôda. Svojimi fyzikálnymi, biologickými a chemickými vlastnosťami sa podieľa na charakteristickej vlastnosti rastlín - úrodnosti. Podľa PAVLIŠINOVEJ et al., (2007) si liečivé rastliny vyžadujú dobre spracované pôdy bohaté na živiny. Rôzne druhy rastlín majú odlišné požiadavky na obsah jednotlivých živín v pôde. Pôdy bohaté na živiny si vyžadujú druhy, ktoré sú pestované pre listy, hlboké pôdy zasa pre koreň. Nami hodnotené odrody medovky lekárskej si vyžadujú pre pestovanie pôdy bohaté na živiny, pretože predmetom zberu sú ich listy. Podľa HABÁNA (1996) a VELGOSOVEJ & VELGOSA (1988) medovka lekárska sa pestuje na hlinito-piesočnatých až hlinitých, kyprých, dostatočne humózných a vyhriatych pôdach. Optimálna hodnota pH sa pohybuje v rozmedzí od 7,0- 8,0, čo je neutrálna až stredne alkalická pôda. Jej korene zvyknú

narásť do 0,20 - 0,30 m, a preto sa odporúčajú hlboké pôdy bohaté na živiny (PAVLIŠINOVÁ et al., 2007). Naše výsledky a porovnania sa zhodujú s predchádzajúcimi štúdiami, keďže na školskom pozemku sa vyskytuje pôdny typ - fluvizem, ktorá sa vyznačuje stredne ľahkou až stredne ťažkou pôdou, s pH 7,3 (alkalická) a dostatkom živín. V tabuľke 3 sú uvedené výsledky agrochemickej analýzy pôdy pokusného pozemku. Aj napriek nízkemu obsahu prístupného draslíka sa dá predpokladať, že pôdne podmienky lokality poskytnú medovke optimálne podmienky pre akumuláciu silice a v ňom jednotlivých komponentov.

Tabuľka 3. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusnej lokality.

pH	Obsah humusu	Obsah prístupných živín (mg.kg ⁻¹)		
	Humus (%)	P	K	Mg
7,3 (alkalická)	2,22 (stredný)	90 (dobrý)	88 (nízky)	239 (dobrý)

Zdroj: ÚKSUP Košice

Na zmeny v zložení a kvantite obsahových látok, vplyva striedanie svetla a tmy a teplotného a vodného režimu. Ide teda o diurnálnu variabilitu obsahových látok, ktorú pomenujeme aj ako premenlivosť obsahových látok v priebehu dňa (HABÁN et al., 2008). SAEB & GHOLAMREZAEI (2012) vo svojej štúdií opisujú vplyv ontogenézy na obsah silice medovky lekárskej v troch fázach -pred kvitnutím, v čase kvitnutia a po odkvitnutí. Zistili, že jeho obsah bol v značnej miere ovplyvnený prostredím (slnko alebo tieň) a tiež termínom zberu v danej rastovej fáze. Tieto dva faktory sú medzi sebou prepojené, pretože ontogenetická fáza rastu súvisí s meniacim sa ročným obdobím. Medovka lekárska mala vyšší obsah v prostredí slnečnom a vo fáze pred kvitnutím. BRABENEC (1983) uvádza, že medovka lekárska v priebehu kvitnutia stráca postupne obsahové látky a mení sa najmä silica svojím zložením a obsahom účinných látok. Zber rastlinných vzoriek v tejto štúdií sa uskutočnil pred fázou kvitnutia, teda je možné predpokladať, že aj ontogenetická variabilita sa podpisala na obsah silice.

ZÁVER

Obsah sekundárnych metabolitov medovky lekárskej (*Melissa officinalis* L.) bol skúmaný v závislosti od vplyvu vybraných ekologických faktorov prostredia, ktoré vplyvajú na rast a tvorbu silice. Jednotlivé zložky silice dodávajú rastline jej charakteristickú vôňu. Tvorbu sekundárnych metabolitov u medovky lekárskej ovplyvňuje celý rad abiotických a biotických faktorov. Ide o geografické podmienky, v ktorých sa medovka pestuje, fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy, množstvo prístupných živín, pH pôdy, intenzita slnečného žiarenia, rozdielny genotyp.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že na rast a tvorbu silice medovky lekárskej značne pôsobia vonkajšie podmienky prostredia. Najdôležitejšími faktormi sú svetlo, teplota, vplyv zrážok, minerálna výživa a taktiež ontogenetická fáza, v ktorej sa medovka zbiera. Možno konštatovať, že priebeh poveternostných podmienok pokusného roku 2013 bol optimálny pre rast medovky, čo sa pozitívne prejavilo v akumulácii sekun-

dárnych metabolitov v silici. Potvrdila sa variabilita medzi hodnotenými odrodami medovky lekárskej. Obidve odrody sú genotypovo rozdielne, čo sa prejavilo výrazne odlišným vplyvom vonkajších faktorov prostredia. Toto sa potvrdilo vo výsledkoch analýzy obsahových komponentov, ktoré vykazovali rôzne množstvá v jednotlivých odrodách. Medziodrodová variabilita je výrazným faktorom, ktorý ovplyvňuje obsahové látky silice a ich množstvo. Dominantným komponentom silice v odrode '*Compacta*' bol β – caryophyllene (23,39 %) a v odrode '*Citra*' α – citral (26,58 %).

Študovanie a poznanie vplyvu ekologických faktorov prostredia môže byť využité pri zefektívnení pestovania liečivých rastlín s možnosťou zvýšenia produkcie silice.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj, pre projekt: Univerzitný vedecký park TECHNICOM pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií, kód ITMS: 26220220182, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a vďaka projektu „Rozvoj výskumnej infraštruktúry pre Centrum excelentnosti ekológie živočíchov a človeka - Dobudovanie laboratórií environmentálnych technológií na sledovanie kvalitatívno- kvantitatívnych zmien bioty a genotoxických rizík“, č. 003PU-2-3/2016.

LITERATÚRA

- ADAMS, R. P., 2007. Identification of Essential Oils Components by Gass Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL., pp. 804.
- AHARIZAD, S. – RAHIMI, M. H. – MOGHADAM, M. – MOHEBALIPOUR, N. 2012. Study of genetic diversity in lemon balm (*Melissa officinalis*) populations based on morphological traits and essential oils content. *Annals Biol. Res.* 3: 5748-5753.
- ANON. 2002. Iranian herbal pharmacopoeia. Tehran: Ministry of Health Publication, Vol.1, pp.141–121.
- ANONYM. 2014. [online]. *Melissa officinalis* „GoldLeaf „ – meduňka lekárska zlatolistá. 2014. [cit. 21.1.2014]. Dostupné na internete: <http://www.zahradnictvikrulichovi.cz/prodej/Melissa-officinalis--Gold-Leaf--medunka-lekarska-zlatolista>.
- BISSET, N. G. – WICHTL, M. 2001. Eds. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. CRC Press: Boca Raton, London, New York, Washington DC.
- BRABENEC, M. 1983. Pestovanie liečivých rastlín na malých plochách. Praha : Svěpomoc, vydavateľský, nakladateľský a obchodný podnik, 1983. 156 s. ISBN 98- 001-83
- CARNAT A.P. – CARNAT A. – FRAISSE D. – LAMAISON J. L. 1998. The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L. subsp. *officinalis*) tea. 1998. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*. 5: 301-305.
- DE SOUSA, A.C – ALVIANO, D.S. – BLANK, A.F. – ALVES, P.B. – ALVIANO, C.S. – GATTAS, C.R. (2004). *Melissa officinalis* L. Essential oil: Antitumoral and antioxidant activities. *J. Agric. Food Chem.* 52 (9):2485-2489.
- FARAHANI, H. A. – VALADABADI, S.A – DANESHIAN, J. – KHALVATI, M. A. 2009. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *J. Med. Plant Res.* 3(5): 329-333.
-

- FIALOVÁ, S. – TEKELOVÁ, D. – MRLIANOVÁ, M. – GRANČAI, D. 2008. The Determination of Phenolics Compounds And Antioxidant Activity of Mints And Balms Cultivated In Slovakia. Acta Facult. Pharm. Univ. Comenianae. 55: 96 – 102.
- GECÍK, J. 2005. Pestovanie rastlín. Bratislava: Príroda. 2005. 311 s. ISBN 978-80-07-02-160-0.
- HABÁN, M. 1996. Pestovanie liečivých rastlín. Nitra : Vydavateľstvo NOI, 1996.135 s. ISBN 80-85330-29-6
- HABÁN, M. – OTEPKA, P. – KOBIDA, E. 2007. Herbage production and content rosemary acid in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) grown in cultural conditions of warm agri-climatic macroregion. Lucrari stiintifice. 39: 83-89.
- HABÁN, M. – OTEPKA, P. – ŠALAMON, I. 2008. Poľnohospodárske aspekty pestovania liečivých rastlín. Nitra: SPU, 2008. 65 s. ISBN 978-80-552-0121-4.
- HABÁN, M. – HABÁNOVÁ, P. – MACÁK, I. 2017. Liečivé rastliny na Slovensku – ich pestovanie a význam pre prax. In Pestovateľské technológie a ich význam pre prax. Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Piešťany : NPPC – VÚRV, s. 149-151. ISBN 978-80-89417-75-9.
- HOHMANN, J. – ZUPKO, I. – REDEL, D. – CSANYI, M. – FALKAY, G. – MATHE I. & JANICSÁK G. 1999. Protective Effects of the Aerial Parts of *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* and *Lavandula angustifolia* and their constituents against enzyme-dependent and enzyme-independent lipidperoxidation. Planta Medica. 65: 576-578.
- HUSSAIN, A.I. 2009. Characterisation and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae. Doctoral thesis. Department of Chemistry and Biochemistry, Faculty of Science, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. 2009. Pp. 257
- KOŠŤÁLOVÁ, D. – FIALOVÁ, S. – RAČKOVÁ, L. 2012. Fytoterapia v súčasnej medicíne. Martin: Osveta, 2012, 379 s., ISBN 978- 80- 8063- 384- 4
- LEON-FERNANDÉZ, M. – SÁNCHEZ-GOVÍN E. – QUIJANO-CELIS C. E. – PINO J. A. 2013. Effect of Planting Practice and Harvest Time in Oil Content and its Composition in *Melissa officinalis* L. Cultivated in Cuba. J. Ess. Oil Bearing Plant. 1: 62-68.
- MÁRTONFI, P. 2007. Systematika cievnatých rastlín, 3 vydanie, Košice: UPJŠ v Košiciach, 2007, 200 s., ISBN 978-80-7097-694-4.
- MASAKOVA, N. S. – TSEEVATUY, B. S. – TROFIMENKO S. L. – REMMER, G. S. 1979. The chemical composition of volatile oil in lemon-balm as an indicator of therapeutic use. Planta Medica. 36: 274.
- MEFTAHAZADE, H. – LOTFI, M. – MORADKHANI, H. 2010. Optimization of micropropagation and establishment of cell suspension culture in *Melissa officinalis* L. African J. Biotechnol. 28: 4314-4321.
- MIMICA-DUKIC, N. – B. BOZIN –SOKOVIC M. – N. SIMIN. 2004. Antimicrobial and antioxidant activities of *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) essential oil. J. Agric. Food Chem. 52: 2485-2489.
- MORADKHANI, H. – BIBAK, H. – NASER, B. – SADAT-HOSSEINI, M. – FAYAZI-BARJIN, A. – MEFTAHAZADE, H. 2010. *Melissa officinalis* L., a valuable medicine plant: A review. J. Med. Plant Res. 25: 2753-2759.
- MRLIANOVA, M. – TEKELOVA, D. – FELKLOVA, M. – TOTH, V. R. 2002. The influence of the harvest cut height on the quality of the herbal drugs *Melissae folium* and *Melissae herba*. Planta Medica. 68: 178-180.
- OZTURK, A. – UNLUKARA, A. – IPEK, A. – GURBUZ, B. 2004. Effect of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) Pakistan J. Bot. 4:787 – 792.
- PAVLÍŠINOVÁ, A. – ČERNÝ, I. – SÚSTRÍKOVÁ, A. 2007. Vplyv výživy na úrodu suchej biomasy medovky lekárskej. In Zborník vedeckých prác vedeckého centra poľnohospodárskeho výskumu v Nitre - ústav agroekológie v Michalovciach. 2007, roč. 23, s. 197-204, ISBN 978-80-88872-70-2
- SAEB, K. – GHOLAMREZAEI, S. 2012. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. Leaves during different stages of plant growth. Asian Pacif. J. Tropic. Biomed. 2012:547-549.
- SARI A.O. – CEYLAN A. 2002. Yield Characteristics and Essential Oil Composition of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) Grown in the Aegean Region of Turkey. Turk. J. Agric. For. 26: 217-224.

- SHARAFZADEH, S. – KHOSH-KHUI, M. – JAVIDNIA K. 2011. Aroma profile of leaf and stem of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) grown under greenhouse conditions. *Adv. Environ. Biol.* 4: 547-550.
- STARÝ, F. – JIRÁSEK, V. 1989. Atlas léčivých rostlin, 1.vydání, Praha: SPN, 1989, 320 s., ISBN 9783811212893
- ŠTOLCOVÁ, M. a kol. 2006. Učební texty: Léčivé, aromatické a kořeninové rostliny. In Sborník referátů, XII. Odborný seminář- Aktuální otázky pěstování, zpracování a využití léčivých, aromatických a kořeninových rostlin. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 12-15 s., ISBN 80-213-15566-0
- TURHAN, M. 2006. Hand book of herbal plants, chapter 4. *Melissa officinalis*, 3: 184-245.
- VELGOSOVÁ, M. – VELGOS, Š. 1988. Naše léčivé rostliny. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1988. 382 s. ISBN 067-027-88
- ZANDI, P. – AHMADI L. 2000. Antioxidant Effect of Plant Extracts of Labiatae Family. *J. Food Sci. Tech.* 4: 436-439.
- ZARGARI, A.I. 1990. Medicinal plants. Tehran: Tehran University Press Vol. 1, pp. 77–81.