

STANOVENÍ VYBRANÝCH BIOLOGICKY AKTIVNÍCH LÁTEK V LEVANDULI LÉKAŘSKÉ VYPĚSTOVANÉ V ČESKÉ REPUBLICE

IVETA ŠÍSTKOVÁ^a, VOJTĚCH KRUŽÍK^a, IVETA HORSÁKOVÁ^a, HELENA NEUMANNOVÁ^b
a HELENA ČÍŽKOVÁ^a

^a Ústav konzervace potravin, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 160 00 Praha 6, ^b Tři věže s. r. o., Lišnice, Česká republika
iveta.sistkova@vscht.cz

Došlo 20.10.23, přijato 13.3.24.

Levandule jako rostlina a levandulová silice mají široké spektrum biologických účinků, levandule se v kosmetice a léčivých přípravcích využívá již od dob starého Řecka a Říma. V dnešní době se na trhu vyskytuje nepřeberná škála produktů obsahujících levanduli, ať už jako takovou (levandulový čaj nebo sušenky či jiné pochutiny s květy levandule), případně obsahující levandulovou silici či vodné extrakty levandule (kosmetika, drogerie, potraviny či farmaceutické přípravky). Tato práce se zaměřuje na zjištění obsahu silice, zastoupení těkavých látek a stanovení celkových fenolů a flavonoidů u vzorků levandule lékařské z Levandulového údolí a porovnání výsledků se složením levandulových květů prodávaných jako bylinné čaje v tržní síti České republiky.

Klíčová slova: levandule lékařská, *Lavandula angustifolia*, silice, fenoly, flavonoidy

Úvod

Levandulová silice (*Lavandulae etheroleum*) je definována Českým lékopisem jako silice získaná z kvetoucích vrcholků druhu *Lavandula angustifolia* Mill. (syn. *Lavandula officinalis* Chaix) destilací s vodní parou, přičemž by sušený květ levandule měl obsahovat nejméně 13 ml silice na kg (cit.¹). Kromě destilace s vodní parou lze k získání silice využít i superkritickou extrakci CO₂ či extrakci do hexanu². Vedlejším produktem destilace silice je vznik hydrolátu. Dominantními látkami levandulové silice (celkem přes 300 látek) jsou linalool a linalyl-acetát, látky s typickou levandulovou vůní, jejichž obsah a vzájemný poměr určuje kvalitu silice. Obě látky se v autentické levandulové silici vyskytují převážně jako (*R*)-enantiomery, obsah (*S*)-linaloolu a (*S*)-linalyl-acetátu by neměl překročit 12 % resp. 1 % (cit.¹). Mezi další látky mající pozitivní vliv na výslednou vůni silice patří borneol, α -terpineol, lavandulyl-acetát, karyofylen a linalool oxid. Naproti tomu zvýšený obsah ocimenu, 1,8-cineolu, kafru a terpinen-4-olu má negativní vliv na výslednou vůni silice³.

Porovnání procentuálního zastoupení vybraných těkavých látek v levandulové silici různého původu^{5,6} s požadavky Českého lékopisu¹ a mezinárodní normy ISO 3515:2022 (cit.⁴), která definuje požadavky pro levandulovou silici (*Lavandula angustifolia* Mill.) uvádí tab. I.

Mezi biologicky aktivní látky obsažené v levanduli lékařské patří vedle dalších látek také fenoly, resp. jejich hlavní podskupina flavonoidy, které mají antioxidační

účinky. Stanovený obsah fenolů a flavonoidů mimo jiného (pěstovaná odrůda, klimatické a geografické podmínky, doba sklizně) závisí na metodách a podmínkách extrakce. Běžně používanými metodami extrakce jsou macerace, odvar, Soxhletova extrakce, hydrodestilace či moderní postupy, jako je ultrazvuková (UAE), mikrovlnná, tlaková kapalínová či zrychlená (akcelerovaná) extrakce, při kterých jsou využívány různé druhy extrakčních rozpouštědel (voda, methanol či ethanol (o různé koncentraci), petrol-ether aj.), lze využít i superkritickou fluidní extrakci (CO₂, 1,1,1,2-tetrafluorethan)^{7,8}. Celkový obsah fenolů se vyjadřuje nejčastěji jako obsah kyseliny gallové v mg na gram vzorku (gallic acid equivalents, GAE), obsah flavonoidů pak jako obsah katechinů v mg na gram vzorku (catechin equivalents, CA). Pro stanovení celkového obsahu flavonoidů je jednou z nejčastěji používaných metod spektrofotometrické stanovení založené na tvorbě barevných komplexů s hliníkem. V literatuře se nejčastěji vyskytují dva postupy stanovení (s a bez NaNO₂) s vyjádřením výsledku pro několik sloučenin z různých tříd flavonoidů. Postupy s NaNO₂, který byl použit i v této práci, jsou specifické pro rutin, luteolin a katechiny⁹. Při porovnání extraktů levandule lékařské získaných macerací (50% ethanol, 30 min), odvarem (voda, var, 30 min) a ultrazvukovou extrakcí (UAE, 50% ethanol, 1 h celkem) byly zjištěny nejvyšší obsahy celkových fenolů u UAE 23–33 mg GAE/g, následovaný macerací (17–28 mg GAE/g) a odvarem (15–21 mg GAE/g). Stejně pořadí účinnosti bylo získáno i u stanovení celkového obsahu flavonoidů (14–24 mg

Tabulka I

Porovnání procentuálního zastoupení vybraných těkavých látek dle Českého lékopisu¹ levandulové silice z různých literárních zdrojů

Sloučenina	Český lékopis ¹	ISO 3515:2002 (cit. ²)	Evropa ^a (cit. ⁵)	Mimo Evropu ^b (cit. ⁵)	Ukrajina ^c (cit. ⁶)
Oktan-3-on, %	0,1–5,0	≤ 3,0	nd–1,6	nd–0,4	0,0–1,0
D-Limonen, %	≤ 1,0	≤ 1,0	0,3–0,9	nd–3,1	0,0–0,6
1,8-Cineol, %	≤ 2,5	≤ 1,3	< 0,05–8,4	nd–3,1	0,0–1,1
Linalool, %	20,0–45,0	20,0–43,0	23,1–36,2	23,6–33,3	11,4–46,7
Kafr, %	≤ 1,2	≤ 1,5	0,5–6,9	nd–9,8	0,1–0,8
Lavandulol, %	≥ 0,1	≤ 3,0	nd–1,6	nd–1,2	0,0–7,8
Terpinen-4-ol, %	0,1–8,0	≤ 8,0	nd–16,1	nd–14,9	1,2–18,7
α-Terpineol, %	≤ 2,0	≤ 2,0	0,3–5,0	nd–6,3	0,5–4,5
Linalyl-acetát, %	25,0–47,0	25,0–47,0	14,2–39,9	19,7–47,6	7,4–44,2
Lavandulyl-acetát, %	≥ 0,2	≤ 8,0	nd–4,4	nd–6,5	0,2–12,3

^a 9 vzorků, ^b 8 vzorků, ^c 13 vzorků, nd – nedetekováno

CA/g pro UAE; 10–20 mg CA/g pro maceraci a 8–16 mg CA/g pro odvar⁷.

Tato práce se zaměřuje na zjištění obsahu silice, zastoupení těkavých látek a stanovení celkových fenolů a flavonoidů u levandule lékařské, odrůda Munstead pocházející z Levandulového údolí u obce Zdice – Chodouň (Česká republika) a porovnání výsledků se vzorky levandule zakoupené v tržní síti.

Experimentální část

Vzorky

Soubor analyzovaných vzorků shrnuje tab. II. U vzorků květy se stonky (tj. květy s květonosnými lodyhami) byla průměrná hmotnostní bilance květu a květonosné lodyhy 55 : 45. Obsah vody ve vzorcích sušených květů a květu se stonky se pohyboval v rozmezí 8–10 %.

Destilace silice s vodní parou

Objem silice ve vzorcích byl stanoven destilací s vodní parou za podmínek uvedených v Českém lékopise¹, výsledek byl přepočítán na kg vzorku. Stanovení silice bylo provedeno v materiálu, jak byl dodán, tedy bez vysušení, a to z důvodu porovnání obsahu silice mezi různými matricemi.

Stanovení těkavých látek

Získané vzorky silice byly analyzovány plynovou chromatografií s hmotnostním detektorem (GC/MS). Pro identifikaci těkavých látek byly použity standardy látek (D-limonen, linalool, terpinen-4-ol, α-terpineol a linalyl-acetát), ostatní sloučeniny byly identifikovány na základě

srovnání spekter s NIST knihovnou hmotnostních spekter (NIST 14, cit.¹⁰) a pomocí Kovatsových retenčních indexů RI. Vzhledem k podobné retenční charakteristice látek D-limonenu (RI=1027) a 1,8-cineolu (RI=1032) na použité koloně (DB-5) se nepodařilo tyto dvě látky separovat, z tohoto důvodu jsou výsledky prezentovány sumou těchto látek. Každý ze vzorků silice byl proměřen 2krát. Výsledky jsou vyjádřeny jako procentuální zastoupení látky ve vzorku.

Příprava extraktů pomocí ultrazvuku

Homogenizovaný vzorek byl extrahován v roztoku ethanolu pomocí ultrazvuku dle podmínek metody dle⁷ (UAE, 50% ethanol, 1 h celkem). Všechny vzorky byly připraveny v paralelním stanovení. Získané extrakty se do doby analýzy uchovávaly při –18 °C.

Stanovení celkových fenolů

Ke stanovení celkového obsahu fenolů (TPC, Total Phenolic Content) byla použita modifikovaná metoda dle⁷. Celkové fenoly v extraktu byly stanoveny spektrofotometricky po reakci s Folin-Ciocalteu činidlem a Na₂CO₃ při vlnové délce 765 nm. Všechny vzorky byly měřeny v paralelním stanovení a výsledky vyjádřeny jako mg kyseliny gallové na gram vzorku na základě získané kalibrační křivky $y = 0,0011x - 0,0085$, $R^2 = 0,994$ (mg kyseliny gallové/g vzorku).

Stanovení celkových flavonoidů

Ke stanovení celkového obsahu flavonoidů (TFC, Total Flavonoid Content) byla použita modifikovaná metoda dle⁷. K extraktu byl přidán roztok NaNO₂ a AlCl₃ a po 5 min byl přidán 1M NaOH. Flavonoidy v extraktu

Tabulka II
Seznam analyzovaných vzorků

Č.	Označení	Popis
1.	Květy č. 1	<i>Lavandula angustifolia</i> odrůda Munstead, Levandulové údolí, sklizeň 2022, výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
2.	Květy č. 2	Vzorek z tržní sítě – levandulový květ (<i>Flos lavandulae</i>), bylinný čaj, značka: čaj bylináře, výrobce: Mediate, s. r. o., DMT 10/2024, země původu: neznámá
3.	Květy č. 3	Vzorek z tržní sítě – levandule květ, značka: Grešík, výrobce: Natura s. r. o., DMT 11/2024, původ: EU a mimo EU
4.	Květy č. 4	Vzorek z tržní sítě – levandule květ (<i>Lavandula angustifolia</i>), značka: Sonnentor, výrobce: Sonnentor s. r. o., DMT 11/2022, země původu: Albánie
5.	Květy se stonky č. 1	<i>Lavandula angustifolia</i> odrůda Munstead, Levandulové údolí, sklizeň 2021, výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
6.	Květy se stonky č. 2	<i>Lavandula angustifolia</i> odrůda Munstead, Levandulové údolí, 1. sklizeň 2022, výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
7.	Květy se stonky č. 3	<i>Lavandula angustifolia</i> odrůda Munstead, Levandulové údolí, 2. sklizeň 2022, výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
8.	Stonky	<i>Lavandula angustifolia</i> odrůda Munstead, Levandulové údolí, 1. sklizeň 2022, výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
9.	Produkt č. 1	100% BIO esenciální olej z Levandule Chodouňské, výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
10.	Produkt č. 2	BIO levandulový hydrolát z Levandule Chodouňské, výrobce: Tři věže s. r. o., DMT 08/2023, země původu: ČR
11.	Produkt č. 3	BIO esenciální olej z Levandule Chodouňské (10ml), výrobce: Tři věže s. r. o., země původu: ČR
12.	Produkt č. 4	100% esenciální olej z levandule, země původu: Francie

Pozn.: Termín „esenciální olej“ je obchodní název převzatý z doslovného anglického překladu *essential oil*, a jedná se tedy o silici levandule lékařské.

byly následně stanoveny spektrofotometricky při vlnové délce 510 nm. Všechny vzorky byly měřeny v paralelním stanovení a výsledky vyjádřeny jako mg katechinu na gram vzorku na základě získané kalibrační křivky $y = 0,0016x + 0,0014$, $R^2 = 1,000$ (mg katechinu/g vzorku).

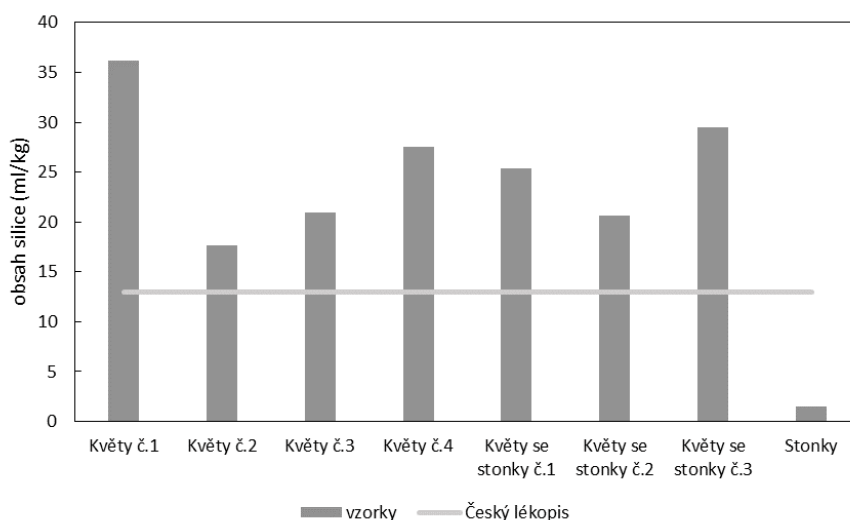
Výsledky a diskuse

Silice ve vzorcích byla stanovena dle Českého lékopisu po destilaci s vodní parou objemově, výsledky znázorňuje obr. 1. Jak je vidět, všechny analyzované vzorky květů splňují požadavek Českého lékopisu na minimální obsah silice (13 ml/kg bezvodé drogy¹, limit při zohlednění 10% vlhkosti vzorků je 11,7 ml/kg vzorku). Stejně tak splňují požadovaný minimální obsah silice vzorky květů se stonky; samotné stonky levandule jsou na silici chudé (pouze 1,5 ml/kg). Co se týká výrobků z Levandulového údolí: dle předpokladů produkt č. 1 (100% BIO esenciální olej z levandule Chodouňské) obsahuje skoro 100 % silice (960 ml/litr výrobku), obdobné výsledky byly zjištěny i u produktu č. 3 a č. 4. Oproti tomu produkt č. 2 – hydrolát, který vzniká jako vedlejší produkt při získávání silice,

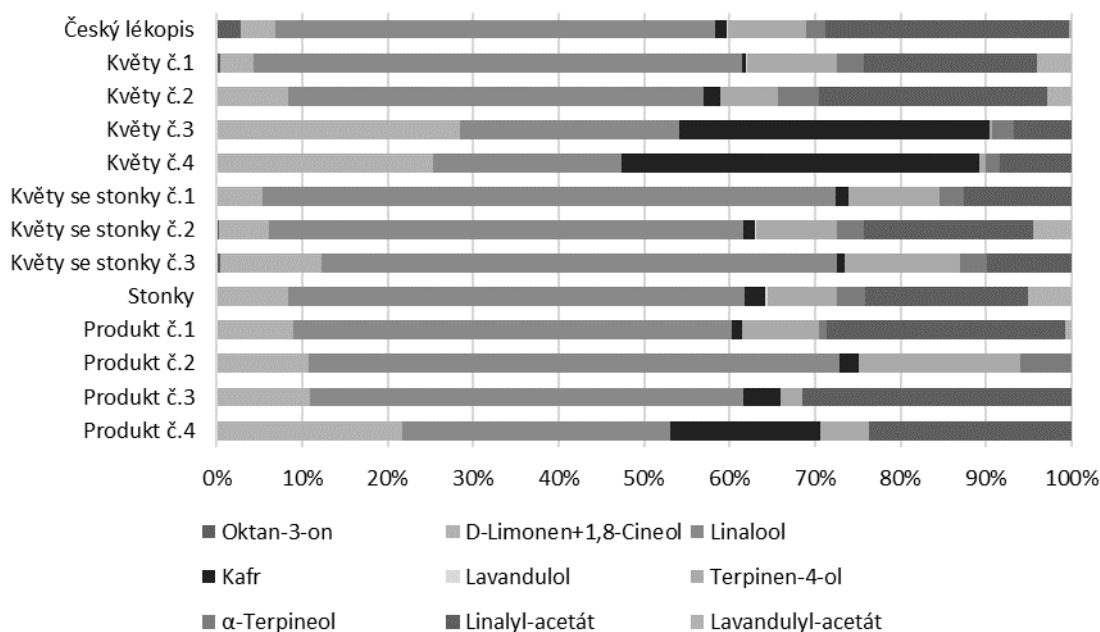
obsahuje pouze zanedbatelné množství (2 ml/litr výrobku) (není uvedeno na obr. 1).

Získané vzorky silic byly analyzovány metodou GC/MS pro získání profilu těkavých látek a následně bylo vypočítáno jejich relativní zastoupení. Nejvíce těkavých látek obsahuje z rostlinné suroviny květ se stonkem (okolo 40 těkavých látek), nejméně pak samotný stoněk (do 30 těkavých látek). Z výrobků z Levandulového údolí (ale i v porovnání se surovinou) má nejbohatší zastoupení těkavých látek produkt č. 1 (100% BIO esenciální olej z levandule Chodouňské, přes 55), jejichž profil je výrazně odlišný od ostatních analyzovaných vzorků.

Český lékopis definuje požadované relativní zastoupení u 10 těkavých látek (viz tab. I), porovnání relativního zastoupení těchto látek u analyzovaných vzorků silic je uvedeno na obr. 2. Jak je patrné, vzorky silic z květů č. 1 a č. 2 svým relativním zastoupením odpovídají požadavku Českého lékopisu. Oproti tomu vzorky z květů č. 3 a č. 4 mají vysoký obsah kafru (36,4 % a 41,9 %) a sumy D-limonenu + 1,8-cineolu (28,4 % a 25,3 %) na úkor nižšího obsahu linaloolu a nesplňují v tomto směru požadavky Českého lékopisu (kafur <1,2 %, D-limonen <1,0 % a 1,8-cineol <2,5 %). Z tohoto lze usoudit, že se u těchto



Obr. 1. Obsah silice v analyzovaných vzorcích levandule

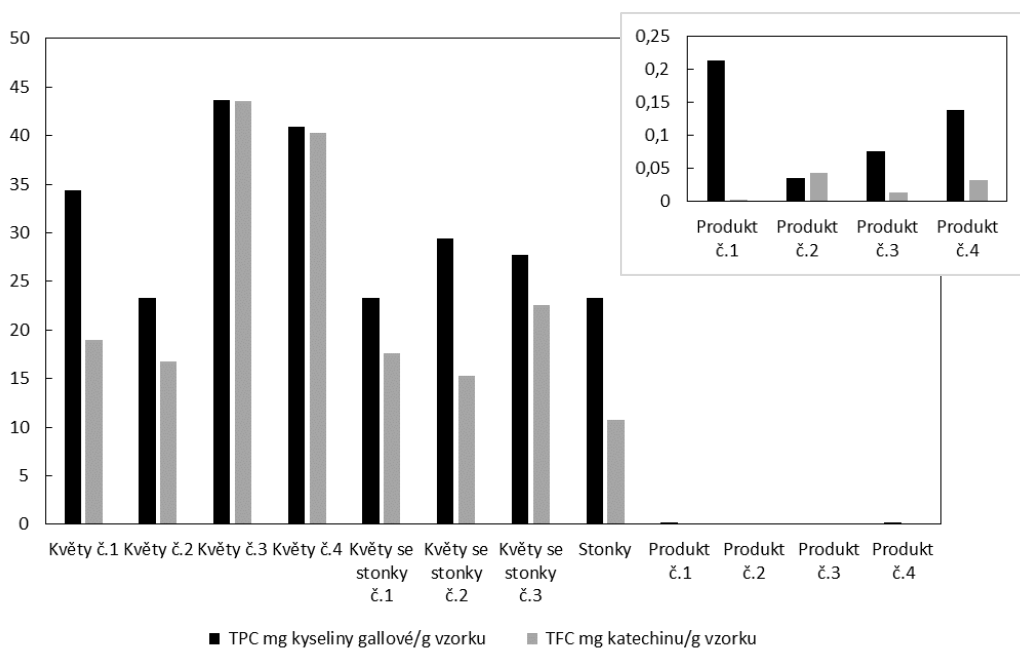


Obr. 2. Porovnání relativního zastoupení těkavých látek v analyzovaných vzorcích silic

dvou vzorků nejedná o levanduli lékařskou, ačkoliv to vzorek květy č. 4 na obalu deklaruje. Původ tohoto vzorku je z Albánie, což by mohlo být vysvětlením rozdílného zastoupení těkavých látek, protože výsledky nejsou v rozporu se zjištěním dalších autorů (viz tab. I). Evidentně zde hraje velkou roli odrůda, místo a podmínky pěstování a způsob izolace těkavé frakce. Jak uvádí cit.⁶, obsahové zastoupení látek se liší v závislosti na druhu levandu-

le lékařské, ale i meziročně v rámci pěstované odrůdy. Z tohoto důvodu je obtížné porovnávat různé roční produkce i typy odrůd levandule mezi sebou.

U výrobků esenciálních olejů z Levandulového údolí (produkt č. 1 a č. 3) je profil těkavých látek ze získané silice téměř totožný s profilem sušených bylin (květy, příp. květy se stonky). Naproti tomu produkt č. 2 – levandulový hydrolát – má rozdílný profil. V tomto produktu se



Obr. 3. Porovnání obsahu fenolů (TPC) a flavonoidů (TFC) u analyzovaných vzorků

nevyskytuje linalyl-acetát, nejvíce zastoupená látka levandulové silice, což je v souladu s literaturou³.

Mezi významné obsahové složky levandule patří fenoly, konkrétně flavonoidy, jejichž obsah se pohyboval od 23 mg TPC/g resp. 10 mg TFC/g u stonků do 43 mg TPC i TFC/g u květů (viz obr. 3). Tyto látky však z důvodu vysoké polaritativy a netěkavého charakteru neprecházejí během destilace s vodní parou do silice ani hydrolátu. Zjištěné obsahy fenolů a flavonoidů ve vzorcích levandule jsou ve shodě s dostupnou literaturou⁷.

Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, zda se kvalita levandule lékařská pěstované v České republice liší od hlavních producentů, jako je Francie či země z Balkánského poloostrova (Bulharsko, Albánie) porovnáním s literaturou a proměřením omezeného množství vzorků dostupných z tržní sítě (viz tab. II). Vzhledem k tomu, že kosmetický průmysl nezpracovává jen čistý květ, jako tomu je ve farmaceutickém průmyslu, byla zároveň provedena bilance sledovaných biologicky aktivních látek v dalších částech rostliny (květy se stonky, stonky).

Výsledky ukazují, že majoritním zdrojem silice jsou podle očekávání květy (až 37 ml/kg), oproti tomu stonky obsahují pouze 1,5 ml silice/kg. Všechny analyzované vzorky květů levandule (květ č. 1–4) splňují požadavky Českého lékopisu na její minimální obsah, ale navzájem se liší až dvojnásobně. Stejně tak květy s květonosnými lody-

hami (květy se stonky), využívané v kosmetickém průmyslu, obsahují více jak 20 ml silice/kg s obdobným profilem těkavých látek jako silice z květů a z ekonomického hlediska je jejich využití v kosmetickém průmyslu smysluplné. Výskyt a relativní zastoupení těkavých látek silice závisí nejen na způsobu získávání silice a metodě stanovení, ale i na pěstované odrůdě, klimatických a geologických podmínkách^{3,5,6}. Přesto lze s velkou pravděpodobností tvrdit, že v případě vzorků květů č. 3 a č. 4 se nejedná o levanduli lékařskou, ale o jiný druh levandule, a to zejména pro vysoké relativní zastoupení kafru na úkor linaloolu a linalyl-acetátu. Tyto vzorky mají zároveň vyšší obsah fenolů a flavonoidů. Vzhledem k tomu, že výrobce na obale deklaruje, že se jedná o levandulový květ, vzorek květy č. 4 pak výslovně uvádí z *Lavandula angustifolia*, je zde riziko klamání spotřebitele ohledně botanického původu výrobku a tím spojených léčivých a aromatických vlastností výrobku. Stejně tak v případě vzorku francouzské silice (produkt č. 4) se s největší pravděpodobností nejedná o levanduli lékařskou. O jaké druhy levandule se jedná však nelze s určitostí říci.

LITERATURA

1. Český lékopis 2023. Grada, Praha 2023.
2. Wells R., Truong F., Adal A. M., Sarker L. S., Mahmoud S. S.: Nat. Prod. Commun. 13, 1403 (2018).
3. Prusinowska R., Śmigielski K.: Herba Pol. 60, 56 (2014).

4. ISO Standard 3515:2002: *Oil of lavender (Lavandula angustifolia Mill.)*.
5. Lawrence B. M.: *Perfum. Flavor.* 40, 42 (2015).
6. Pokajewicz K., Bialoń M., Svydenko L., Fedin R., Hudz N.: *Molecules* 26, 5681 (2021).
7. Dobros N., Zawada K., Paradowska K.: *Antioxidants* 11, 711 (2022).
8. Radulescu C. a 10 spoluautorů: *Anal. Lett.* 50, 2839 (2017).
9. Pekař A., Pyrzyńska K.: *Food Anal. Methods* 7, 1776 (2014).
10. <https://webbook.nist.gov/chemistry/>, staženo 10. 10. 2023.

I. Šístková^a, V. Kružík^a, I. Horskáková^a, H. Neumannová^b, and H. Čížková^a (^a *Department of Food Preservation, University of Chemistry and Technology Prague, Prague, Czech Republic,* ^b *Tři věže s. r. o., Lišnice, Czech Republic*) **Determination of Selected Biologically Active Substances on Lavender Grown in the Czech Republic**

Lavender as a herb and the lavender essential oil have a wide range of biological effects. They have been used in cosmetics and medicinal products since the times of ancient Greece and Rome. Nowadays, there is a wide range of products containing lavender on the market, either as such (lavender tea or biscuits or other snacks with lavender flowers) or containing lavender essential oil or aqueous solutions of lavender (cosmetics, drugstore goods, food or pharmaceutical preparations). This work focuses on the determination of the essential oil content, the representation of volatile substances and the determination of total phenols and flavonoids in samples of medicinal lavender from the Levandulové údolí and bought in the Czech shops.

Keywords: lavender, *Lavandula angustifolia*, essential oil, phenolics, flavonoids



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.