

**ÉTERICKÝ OLEJ V PLODOCH BORIEVKY OBYČAJNEJ
(*Juniperus communis* L.) V INTERAKCII S PÔDNOU REAKCIOU**
**ESSENTIAL OIL OF JUNIPER BERRIES
(*Juniperus communis* L.) IN INTERACTION WITH SOIL REACTION**

Vladimíra VARGOVÁ¹, Zuzana KOVÁČIKOVÁ¹, Elena PANGYOVÁ²,
Filip DIMITROV³, Stanislav BAXA²

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
e-mail: vladimira.vargova@nppc.sk

²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky,
Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou

³Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky,
Odbor chémie a analýzy potravín

Abstract: *The aim of the research was to review soil characteristics as well as content of the essential oil and his main constituents in the Juniper berries (*Juniperus communis* L.) found. The following research sites with different altitude were monitored: Kišovce (667 m a.s.l.), Chrámec (185 m a.s.l.), Priechod (576 m a.s.l.), Horné Lazy (470 m a.s.l.), Selčianske sedlo (749 m a.s.l.) and Iľiaš (440 m a.s.l.). In most locations, the soil was characterized by a neutral soil reaction, with a high content of humus and nitrogen (N), a low to very low content of phosphorus (P), a good to a high content of potassium (K) and a very high content of magnesium (Mg). The soil acidity was very high at the Chrámec. The higher content of essential oil was in the fruits of juniper harvested in 2020. The increase was 4-fold higher at the Kišovce and at the Horné Lazy increased 3.5-fold. The content of essential oils ranged from 1.1 % in the locality of Iľiaš to 2.2 % at the Chrámec. In 2017, at the Kišovce was determined by the essential oil content of 0.5 % and the relative α -pinene content was 62 %. There was an increase in essential oil content to 2.1 %, in 2020, but the relative α -pinene content reached only 32 %. The soil reaction showed a moderately positive correlation with the content of α -pinene ($r = 0.5079$) and a low correlation between the contents of essential oils, sabinene and β -myrcene. The content of essential oil correlated negatively with the medium degree of dependence with the content of α -pinene ($r = -0.5005$).*

Key words: *Juniperus communis L., altitude, soil reaction, essential oil, α -pinene*

Úvod

Populácie borievok rastú v širokej ekologickej amplitúde, v rôznych nadmorských výškach a v širokej škále pôdnych typov (Cooper et al., 2012). Rod *Juniperus* patrí do

čelade *Cupressaceae*, skupiny nahosemenných rastlín (*Gymnospermeae*). *Juniperus* má asi 60 druhov vždyzelených stromov alebo kríkov, široko rozšírených na severnej pologuli, v Európe vrátane ostrovov Stredomoria, Severnej Ameriky a východnej Afriky (Adams, 2011). V našich podmienkach sa najčastejšie nachádza na ťažko prístupných lokalitách. Borievka obyčajná je málo konkurenčný ihličnatý vždyzelený ker s tvrdými, pichľavými ihlicami v trojpočetných praslenoch. Vyskytuje sa tam, kde je dostatok svetla, je nenáročná na pôdu a vlahu. Thomas et al. (2007) uvádza, že uprednostňuje suché pôdy, kamenisté podložie a vlhké podmienky obýva zriedkavo. Je to dvojdomá rastlina. Samičia rastlina produkuje mäsité šišky (*galbulae*, označované ako bobule, pre ich mäsitú textúru), ktoré majú spočiatku zelenú farbu a za 2 – 3 roky pri dozrievaní majú výraznú modrú farbu (Ward, 2010). Plody borievky obyčajnej sa používajú na výrobu destilátov, likérov, sirupov a iných produktov. V súčasnosti sa zabezpečujú výlučne dovozom z Albánska a Macedónska. Dovážajú sa prevažne plody borievky červenoplodej (*Juniperus oxycedrus* L.) s väčším obsahom cukru, ale s nižším obsahom aromatických látok v porovnaní s plodmi borievky obyčajnej. Ďalej sa borievka využíva aj v kozmetickom, potravinárskom a farmaceutickom priemysle na získavanie éterických olejov. Plody borievok sa využívajú najčastejšie na dochutenie alkoholických nápojov. Najčastejšie užívaný alkoholický nápoj na svete po škótskej whisky a vodke je gin, ktorého pôvodnou vlasťou je Holandsko (Solmonson, 2012). Gin je ochutený nápoj obsahujúci extrakčný destilát z borievok a iných ochucujúcich zložiek, ako je koreň angeliky (*Archangelica officina*), semená koriandra (*Coriandrum sativum*), šupky z pomaranča a citrónu. Jeho presné zloženie je výrobným tajomstvom. Na Slovensku sa z plodov borievky vyrába „Borovička“, ktorá sa získava ochutením poľnohospodárskeho liehu s extrakčným destilátom z fermentovaných plodov borievky. Pri výrobe alkoholických nápojov vzniká ako druhý komerčný produkt borievkový olej, ktorý sa využíva najmä vo farmaceutickom priemysle. Nízka koncentrácia borievkového oleja v alkoholických nápojoch (max. 0,006 %) nespôsobuje žiadne nepriaznivé účinky na zdravie človeka, avšak pri farmaceutických aplikáciách sa toxicita borievkového oleja môže zvyšovať v dôsledku oxidačných procesov. Zloženie éterického oleja z plodov borievok je veľmi variabilné, je závislé od zemepisného pôvodu rastlín, od pôdno klimatických podmienok, štádia zrelosti, veku rastliny, spôsobu ošetrovania. Rovnako je rôznorodá aj výťažnosť oleja získaného z plodov borievok. Množstvo oleja získaného destiláciou vodnou parou sa pohybuje od 0,5 % hmot. až do 3,8 % hmot. (Falasca et al., 2016; Angioni et al., 2003; Zheljaskov et al., 2018). Aj Šalamon, Petruška, 2017 uvádzajú, že podmienky biotopov a vývojové štádiá rastlín majú vplyv na kvalitatívne zloženie a množstvo éterických olejov. Éterický olej nesie zodpovednosť za typickú arómu a chuť borievok. Cieľom príspevku je zhodnotenie vplyvu pôdnej reakcie a agrochemických vlastností pôdy na obsah éterického oleja a jeho dominantných zložiek v plodoch borievky obyčajnej z rôznych lokalít.

Materiál a metóda

Monitoring lokalít s výskytom borievky obyčajnej sme realizovali v rokoch 2017 a 2020 v rôznych nadmorských výškach – Kišovce (667 m), Priečhod (578 m), Horné Lazy

(470 m), Iliáš (440 m), Selčianske sedlo (749 m) a Chrámec (185 m). Lokality sa nachádzajú v nadmorskej výške od 185 m n. m. do 749 m nad morom. Teplú agroklimatickú oblasť, okrskok T7 (teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou) s teplotou v januári ≤ -3 °C a dlhodobým úhrnom zrážok 600 mm reprezentuje lokalita Chrámec. Do mierne teplej agroklimatickej oblasti, agroklimatického okrsku M7 (mierne teplého silne vlhkého vrchovinového) s dlhodobým ročným úhrnom zrážok 795 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 8,1 °C patria lokality Priechod, Horné Lazy a Iliáš. Chladnú agroklimatickú oblasť, okrskok C1 (mierne chladného, veľmi vlhkého) s teplotou v júli ≥ 12 °C až < 16 °C a dlhodobým ročným úhrnom zrážok 955 mm predstavuje lokalita Kišovce a Selčianske Sedlo (Džatko a Sobotská, et al., 2009). Pôdne vzorky sme odoberali v jesennom období (október) z hĺbky 0 – 150 mm. Z odobratých pôdnych vzoriek sme stanovili pH v KCl, C_{ox} , N, P, K a Mg (podľa Vyhlášky MPRV SR Z. z. č. 151/2016), z ktorých sme určili štatistickú významnosť rozdielu jednotlivých lokalít metódou analýzy rozptylu ANOVA pomocou Tukeyovho testu na hladine významnosti $\alpha = 0,05$, na určenie vzájomných vzťahov bol použitý Pearsonov korelačný koeficient. Zber plodov sme realizovali v mesiaci október a november.

Stanovenie obsahu éterického oleja

Stanovenie bolo prevedené hydrodestiláciou vodnou parou na zariadení na stanovenie silíc. Ku 25 g plodov bolo pridané 150 cm³ destilovanej vody. Hydrodestilácia sa vykonala v priebehu 1 h.

GC-MS analýza éterického oleja.

Zariadenie GC- Agilent technologies 6890N a MS- agilent technologies 5973

Podmienky: Kolona HPINNOWAX agilent technologies rozmery: 30m x 0.25mm x 0.5 mikrometra; Nosný plyn: Helium tlak 85,5 kPa; Konštantný prietok 1,5 ml/min, Teplotný program: 40 °C, 1 min; 5 °C/min do 250 °C; 250 °C, 2 min; Injektor: Split 10:1, Teplota injektora 250 °C; Detektor: MSD; ionizacia EI 70 eV; Scan mód; hmotnostný rozsah 29 – 250 m/z; Solvent delay 2,5 min; Teplota MS zdroja 230 °C. Knižnica na identifikáciu píkov NIST14.

Výsledky a diskusia

Vlastnosti pôd sú ovplyvňované edafickými faktory ako geologický podklad, pôdny druh a pôdny typ (Skládanka et al., 2014). Dostupnosť živín v pôde sa mení pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009). Lokalita Kišovce (N 49,029444°, E 20,38277°) sa nachádza v katastrálnom území obce Hôrka pri Poprade, mala neutrálnu pôdnu reakciu (pH 6,94) so stredným obsahom humusu (21,60 g.kg⁻¹ C_{ox}) a dusíka (tab. 1). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka, s vyhovujúcim obsahom prijateľného draslíka (252,82 mg.kg⁻¹) a horčíka (287,65 mg.kg⁻¹). Na stanovišti Chrámec, (N 48,264514°, E 20,195566°) ktorý sa nachádza v okrese Rimavská Sobota, bola pôdna reakcia silne (pH 4,65) až slabo kyslá (pH 6,57). Obsah humusu bol nízky (11,30 – 19,70 g.kg⁻¹ C_{ox}). Zásoba dusíka a fosforu bola nízka, rovnako aj zásoba draslíka bola nízka až dobrá (206,81 mg.kg⁻¹). Obsah

prijateľného horčička osciloval od 530,76 – 675,77 mg.kg⁻¹, t.j. veľmi vysoký. Lokalita Horné Lazy (N 48,767791°, E 19,167587°) sa nachádza pri Banskej Bystrici, vykazovala neutrálnu pôdnu reakciu (pH 6,86), s vysokým obsahom humusu (41,20 g.kg⁻¹ C_{ox}) a dusíka (3,25 g.kg⁻¹). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka. Obsah draslíka v pôde bol dobrý s veľmi vysokým obsahom prijateľného horčička (1350,63 mg.kg⁻¹).

Tab. 1: Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2020

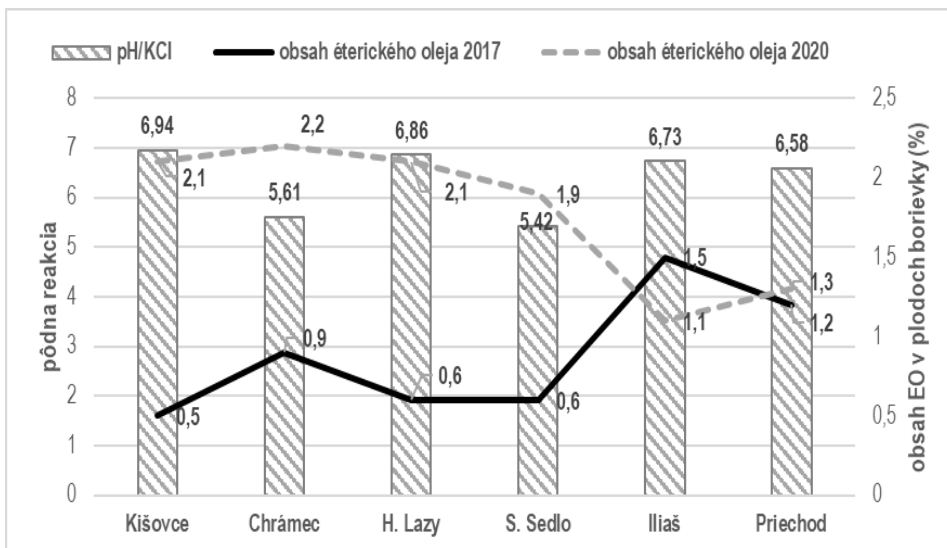
Lokalita	pH/KCl	C _{ox} g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹
Kišovce	6,94 ^a	21,60 ^a	2,19 ^a	1,34 ^a	252,82 ^a	287,65 ^a
Chrámec	5,61 ^a	15,50 ^a	1,61 ^a	1,18 ^a	184,52 ^a	603,27 ^{ab}
Horné Lazy	6,86 ^a	41,20 ^a	3,25 ^a	1,25 ^a	193,31 ^a	1350,63 ^b
Selčianske sedlo	5,42 ^a	37,40 ^a	3,02 ^a	0,79 ^a	164,72 ^a	204,85 ^a
Iliaš	6,73 ^a	44,16 ^a	3,07 ^a	2,31 ^a	337,89 ^a	1167,86 ^{ab}
Priechod	6,58 ^a	44,23 ^a	4,32 ^a	0,96 ^a	271,58 ^a	1480,45 ^b
<i>F-ratio</i>	0,29	6,02	6,69	14,28	0,81	30,33
<i>P-value</i>	0,8763	0,2955	0,2812	0,1955	0,6841	0,1351

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t-test, P = 0,05).

Pôdna reakcia na lokalite Selčianske Sedlo (N 48,791585°, E 19,173297°) mala kyslú pôdnu reakciu (pH 5,42) s vysokým obsahom humusu (37,40 g.kg⁻¹) a dusíka. Obsah fosforu v pôde bol v nízkej hodnote. V pôde bola dobrá zásoba draslíka (164,72 mg.kg⁻¹) a vysoká zásoba horčička. Lokalita Iliaš (N 48,700161°, E 19,162821°) sa nachádza južne za Banskou Bystricou, mala neutrálnu pôdnu reakciu (pH 6,73), s vysokým obsahom humusu (44,16 g.kg⁻¹ C_{ox}) a dusíka (3,07 g.kg⁻¹). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka. Obsah draslíka bol vysoký s veľmi vysokým obsahom prijateľného horčička (1167,86 mg.kg⁻¹). Pôdna reakcia na lokalite Priechod (N 48,786645°, E 19,214618°) bola neutrálna (pH 6,58). Obsah humusu (44,23 g.kg⁻¹ C_{ox}) bol vysoký s veľmi vysokou zásobou dusíka (4,32 g.kg⁻¹). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka (0,96 mg.kg⁻¹), s vysokým obsahom prijateľného draslíka a veľmi vysokým obsahom horčička (1 480,45 mg.kg⁻¹). S tým korešponujú výsledky Kobzu et al., (2010), ktorí uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčikom. Vysoký obsah humusu, prijateľného dusíka, draslíka a horčička v pôde súvisí s pasením zvierat, čím sa zvyšujú zásoby živín v pôde (tab. 1).

Éterický olej z plodov borievky je väčšinou tvorený monoterpenmi (asi 58 %), hlavne α-pinénom, β-myrcénom a sabinénom (Duke et al., 2002). Chémiu borievkového oleja (chemo typy) preskúmal Lawrence už v roku 1987. Hlavné chemické zloženie éterického oleja je uvedené v tabuľke 4. V plodoch borievok nazbieraných v roku 2020 bol obsah éterického oleja (EO) vyšší ako v roku 2017, okrem lokality Iliaš (graf 1).

Graf 1: Obsah éterického oleja (EO) v plodoch *J. communis* L. v roku 2017 a 2020 a pH pôdy



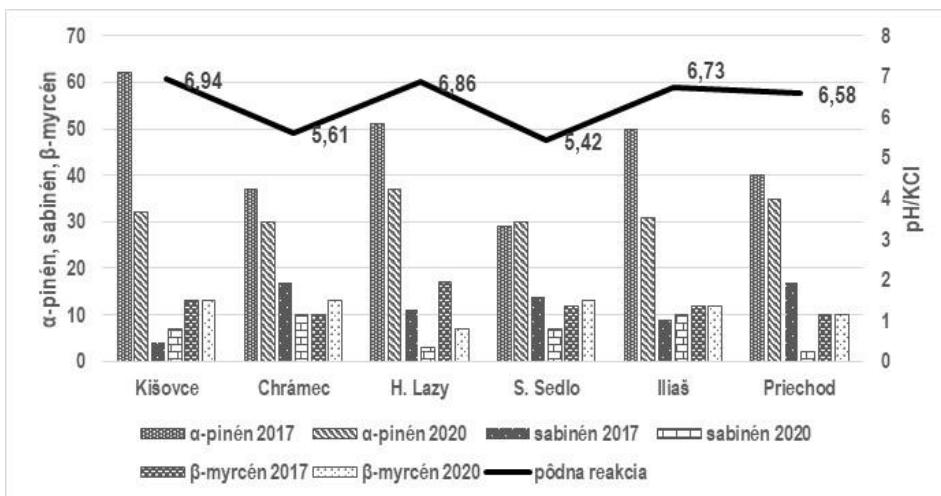
Najvýraznejšie zvýšenie v obsahu éterického oleja sme zaznamenali z borievok nazbieraných na lokalite Kišovce, kde bol až 4-násobný nárast obsahu éterického oleja (obr. 1). Na lokalite Horné Lazy bol jeho obsah 2,1 %, čo predstavuje 3,5-násobné zvýšenie. Obdobný obsah éterického oleja 0,9 – 1,6 % z južného Slovenska (lokalita Chrámec) z októbra 2016 uvádzajú aj Šalomon a Petruška (2017).

Tab. 2: Porovnanie obsahu α -pinénu, sabinénu a β -myrcénu v éterickom oleji z plodov *J. communis* L. v roku 2017 a 2020

Lokalita	Éterický olej		Majoritné monoterpenické zložky éterického oleja z plodov <i>J. communis</i> L. (rel. %)					
	2017	2020	α -pinén 2017	α -pinén 2020	sabinén 2017	sabinén 2020	β -myrcén 2017	β -myrcén 2020
Selčianske sedlo	0,6±0,1	1,9±0,2	29±0,6	30,5±0,6	14±0,3	6±0,1	12±0,2	12±0,2
Chrámec	0,9±0,2	2,2±0,3	37±0,7	30,1±0,6	17±0,3	10±0,2	10±0,2	13±0,3
Priechod	1,2±0,1	1,3±0,2	40±0,8	34,4±0,7	17±0,3	2±0,0	10±0,2	10±0,2
Horné Lazy	0,6±0,1	2,1±0,3	51±1,0	36,6±0,7	11±0,2	3,0±0,1	12±0,2	7±0,1
Iliáš	1,5±0,1	1,1±0,1	50±1,0	30,7±0,6	9,0±0,2	10±0,2	17±0,3	12±0,2
Kišovce	0,5±0,1	2,1±0,3	62±1,2	32,1±0,6	4±0,1	7,0±0,1	13±0,3	13±0,3

Obsah alfa pinénu závisí od obsahu éterického oleja, to znamená, že s vyšším obsahom éterického oleja v plodoch sa mení kvantitatívne zloženie zložiek éterického oleja, čo sa výrazne prejavilo práve v obsahu α -pinénu. V plodoch nazbieraných v roku 2017 na lokalite Kišovce bol stanovený obsah éterického oleja 0,5 % a súčasne bol relatívny obsah α -pinénu 62 %. Avšak v roku 2020 sa zvýšil obsah EO na 2,1 % a relatívny obsah α -pinénu bol len 32 % (graf 2).

Graf 2: Pôdna reakcia a obsah α -pinénu, sabinénu a β -myrcénu (%) v éterickom oleji v roku 2017 a 2020



So signifikantným potvrdením ($P < 0,05$) bol v roku 2020 obsah α -pinénu výrazne nižší (osciloval v rozmedzí od 30 až 37 %), pri porovnaní s rokom 2017 (tab. 2). Výnimkou bola lokalita Selčianske sedlo, kde bol obsah α -pinénu takmer rovnaký (29 až 30,5 %). Šalomon, Petruška (2017) uvádzajú vyšší obsah α -pinénu (37 – 48 %) v plodoch borievky z lokality Chrámec.

Tab. 3: Korelačná analýza medzi vybranými parametrami (Pearsnov koeficient)

	Pôdna reakcia	Éterický olej	α -pinén	Sabinén	β -myrcén
Pôdna reakcia	1				
Éterický olej	0,0449	1			
Alfa pinén	0,5079	-0,5005	1		
Sabinén	-0,2346	-0,3450	-0,1620	1	
Beta myrcén	-0,0390	-0,2934	0,2763	0,1070	1

* Korelácia je preukazná pri $P < 0,05$

Nesignifikantne vyšší obsah α -pinénu sme zistili na lokalitách s neutrálnou pôdnou reakciou. Nebol zistený korelačný koeficient medzi obsahom éterického oleja a pôdnou reakciou, pričom v iných prácach sa uvádza vysoký negatívny korelačný koeficient ($r = -0,83$) (Fejér et al., 2018; Ložiené and Labokas, 2012). Pearsnov korelačný koeficient ukázal strednú pozitívnu koreláciu medzi pôdnou reakciou a obsahom α -pinénu ($r = 0,5079$) a negatívnu korelačnú analýzu medzi obsahom éterického oleja a α -pinénu ($r = -0,5005$), ale bez štatistickej preukaznosti (tab. 3). Pôdna reakcia k ostatným parametrom vykazovala nízky stupeň závislosti.

Obsah sabinénu v éterickom oleji v roku 2020 nekoreloval s rokom 2017 (graf 2). Najvyšší obsah sabinénu bol na lokalite Chrámec (17 %), pričom v roku 2020 bol zistený jeho obsah o takmer 48 % vyšší (obr. 2). Obsah β -myrcénu v oboch rokoch s výsledkami takmer koreloval. Zaznamenali sme výrazný rozdiel na lokalite Horné Lazy, kde bolo zníženie zo 17 % na 7 %, čo predstavuje pokles o takmer 59 %. Rozdiel v zisteniach môže byť spôsobený klimatickými podmienkami v jednotlivých rokoch. Získaný éterický olej mal svetlú farbu s výraznou borievkovou arómou a je v prevažnej miere tvorený monoterpénmi, ktoré predstavujú priemerne $59,2 \pm 3,5$ % zo všetkých identifikovaných zložiek v získanom éterickom oleji (tab. 4). Dominantným monoterpénom v éterickom oleji je α -pinén (od $277,7 \mu\text{l/cm}^3$ do $365,9 \mu\text{l/cm}^3$), ktorý sa vyznačuje výraznou borovicovou arómou a drevitou chuťou. Druhým v poradí je myrcén (od $66,8 \mu\text{l/cm}^3$ do $133,5 \mu\text{l/cm}^3$), ktorý senzorycky prispieva ku drevitej, korenistej aróme. Zo sesquiterpénov (priemerný obsah v éterickom oleji $38,8 \pm 3,7$ %) je majoritne zastúpený germakrém-D vyznačujúci sa taktiež výraznou drevitou arómou (od $90,8 \mu\text{l/cm}^3$ do $196,8 \mu\text{l/cm}^3$). Pomerný obsah monoterpenoidov a sesquiterpénov sa mení v priebehu dozrievania plodov borievok. V priebehu dozrievania plodov sa obsah sesquiterpénov pozvoľna zvyšuje a znižuje sa obsah α -pinénu. Obsah germakrému-D sa zvyšuje s dozrievaním plodov a v mesiaci november sa germakrém-D stáva dominantným sesquiterpénom. (Falasca, 2016).

Nestabilnými monoterpénmi je najmä sabinén, β -pinén, α -pinén, D-limonén (Tisserand, 2014). Oxidáciou týchto monoterpénov sa stráca aj biologická účinnosť éterického oleja. Borievkový olej preukázal inhibíciu rastu *S. aureus* (MIC $4,75 \mu\text{l/cm}^3$) a *E. coli* (MIC $16,8 \mu\text{l/cm}^3$) a pozitívne prispieva ku tvorbe protizápalových faktorov, má protiplesňové, antivírusové a antioxidačné vlastnosti (Raina, 2019; Darwish, 2020). Z dôvodu nestability monoterpénov je veľmi dôležitý postup pri izolácii éterického oleja. Pri hydrodestilácii má vplyv na výťažnosť pomer medzi obsahom plodov a obsahom vody, ako optimálny pomer bol definovaný pomer 1:6 (Milojevič, 2008). Počas hydrodestilácie sa v prvej hodine destilácie vydestiluje najviac éterického oleja, a predĺžovaním destilácie dochádzalo ku degradácii α -pinénu, sabinénu a myrcénu (Chatzopouloy, 1995). Tieto podmienky hydrodestilácie boli dodržané aj v prevedených experimentoch.

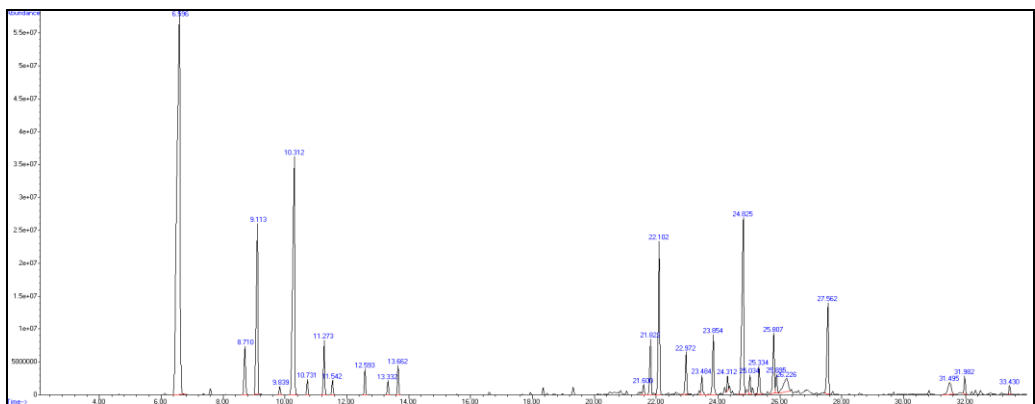
Tab. 4: Porovnanie zloženia terpénov v éterickom oleji z plodov borievok zo sledovaných lokalít v roku 2020

Lokalita / Zloženie	Priechod	Horné Lazy	Iliaš	Ostrá Hora	Chrámec	Selčianske sedlo	Kišovce
Monoterpény	µl/cm ³ éterického oleja						
α-pinén	343,8	365,9	307,3	277,7	300,5	305,1	321,2
camfén	2,4	2,3	2,1	1,7	1,6	1,9	2,2
β-pinén	21,9	22,8	24,2	19,3	15,2	21,7	18,8
sabinén	23,0	27,8	99,3	142,8	98,3	64,5	72,3
δ-3-carene	1,2	0,9	5,2	5,8	4,6	2,4	3,0
myrcén	98,3	66,8	124,2	78,2	125,9	124,6	133,5
D-limonén	14,1	37,6	18	25,4	21,6	26,8	8,3
β-felandrén	4,6	4,6	5,9	4,9	3,1	4,9	4,6
γ-terpinén	2,1	1,7	10,1	11	8,3	4,3	8,3
α-terpinolén	5,0	4,6	11,7	11,3	10,5	7,4	9,5
p-cymén	1,9	x	5,1	4,8	3,7	2	4,5
borneol	1,2	x	1,3	x	x	x	2,5
bornyl acetát	2,8	3,2	2,4	2,2	2,8	2,7	3,8
α-terpineol	6,6	4,7	4,5	2,9	4,3	2,1	6
citronelyl tiglate	x	x	1,1	x	0,8	1,4	1,6
citronellol	x	x	0,5	x	x	x	x
Sesquiterpény	µl/cm ³ éterického oleja						
α-cubebén	4,9	8,7	6,6	4,6	8,7	7,5	2,3
α-copaén	4,3	4,2	4,4	1,7	2,1	2,5	2,8
β-copaén	1,9	1,1	1,6	x	x	x	x
γ-elemén	17,5	7,4	2,0	22,8	9,3	30,5	15,4
β-elemén	30,6	38,6	4,3	20,1	12,5	20,5	20,6
β-farnesén	18,3	7,7	20,7	8,2	6,9	16,2	7,2
α-humulén	19,7	21,6	15,6	36,2	20,9	12,7	24,2
β-karyofilén	22,8	24,6	38,8	82,9	44,1	23,5	59,6
γ-muuroolén	3,9	3,6	2,7	2,4	3,8	2,1	2,8
germakrém-D	196,8	176,8	100,1	97,0	145,4	82,5	90,8
cis muurola-4-(15),5diene	2,4	2,3	2,1	1,6	1,7	1,6	2,1
α-muuroolén	9,8	10,3	7,1	6,0	8,4	5,2	7,2
selina 3,11 dién	3,1	3,1	2,1	1,8	3,2	2,0	2,4

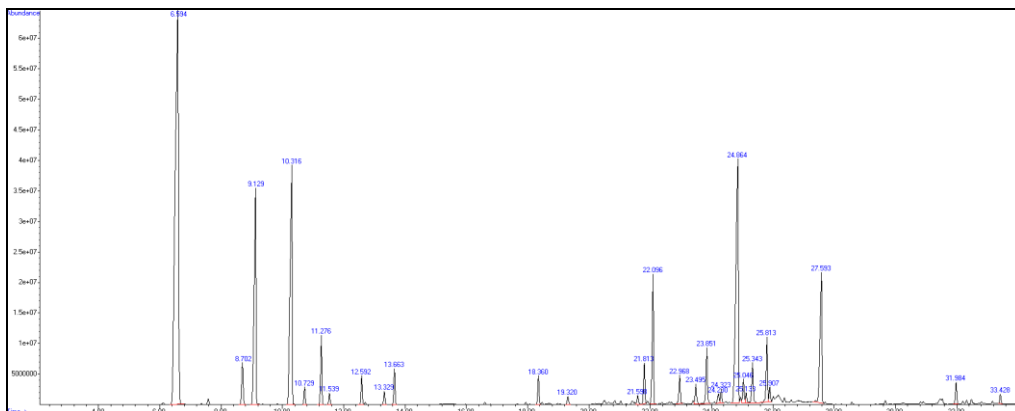
Lokalita / Zloženie	Priechod	Horné Lazy	Iliaš	Ostrá Hora	Chrámec	Selčianske sedlo	Kišovce
δ-cadinén	28,4	36,7	22,5	16,5	21,6	15,6	23,4
γ-cadinén	5,3	1,6	0,9	x	x	x	2
cadina1,4 dién	1,2	1,4	0,6	x	x	x	1,2
germakrém-B	46,9	20,8	96,2	59,8	62	86,2	40,3
karyofilén oxid	1,4	3,3	0,7	x	1,3	x	x
nerolidol	1,5	2,6	1,2	x	0,9	x	2,0
epikubenol	x	x	x	1,3	x	x	1,2
	2	1,6	1	2,0	1,2	2,4	1,8
spathulenol	3,9	4,0	3,2	1,5	2,9	2,6	3,1
α-cadinol	x	16,7	5,4	9,3	1,5	35,3	23,7
germakrém-4-ol	12,0	25,0	7,5	11,0	6,8	10,7	7,1
iné	3,1	30,2	16,6	6,7	19,6	37,2	23,7
Percentuálne zloženie zložiek v éterickom oleji z plodov borievok							
% monoterpénov	54,5	54,5	63,1	59,9	61,0	59,0	62,1
% sesquiterpénov	45,2	42,5	35,2	39,4	37,0	37,1	35,5
% iné	0,3	3,0	1,7	0,7	2,0	3,8	2,5

Vysvetlivky: x nebol detekovaný

Obr. 1: Chromatografický záznam z GC-MS merania v éterickom oleji z borievok zozbieraných na lokalite Kišovce



Obr. 2: Chromatografický záznam z GC-MS merania v éterickom oleji z borievok zozbieraných na lokalite Chrámec



Obr. 3: Lokalita Horné Lazy (2020, V. Vargová, autor)



Záver

Lokality s výskytom borievky obyčajnej (*J. communis* L.) boli v agroklimatickej oblasti od chladnej po teplú a nachádzali sa v rozdielnych nadmorských výškach (185 – 749 m). Pôdy na lokalitách sa vyznačovali neutrálnou (Kišovce, Horné Lazy, Priechod, Iľiaš), kyslou (Selčianske sedlo) až silne kyslou pôdnou reakciou (Chrámec, pH 4,65). Pôdy boli charakteristické vysokým obsahom humusu, dusíka, nízkym až veľmi nízkym obsahom prijateľného fosforu, s dobrým až vysokým obsahom draslíka a veľmi vysokým obsahom horčíka. Okrem lokality Chrámec, ktorý mal deficitnú zásobu všetkých prvkov. Vyšší obsah éterického oleja bol v plodoch borievky nazbieraných v roku 2020. Na lokalite Kišovce bolo zvýšenie 4-násobné a na lokalite Horné Lazy 3,5-násobné zvýšenie.

Minimálne zvýšenie, len 1,1 % sme zaznamenali na lokalite Priechod. V plodoch z roku 2017 bol na lokalite Kišovce stanovený obsah éterického oleja 0,5 % a relatívny obsah α -pinénu bol 62 %. V roku 2020 nastalo zvýšenie obsahu éterického oleja na 2,1 %, ale relatívny obsah α -pinénu dosiahol len hodnotu 32 %. Korelačná analýza medzi pôdnou reakciou a obsahom éterického oleja a ich zložiek vykázala strednú pozitívnu koreláciu medzi pH/KCl a α -pinénom v plodoch borievok ($r = 0,5079$). Obsah éterického oleja bol v rozpätí od 1,1 % na lokalite Iliáš do 2,2 % na lokalite Chrámec. Negatívne so stredným stupňom závislosti koreloval obsah éterického oleja s obsahom α -pinénu ($r = -0,5005$).

PodĎakovanie

*Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-19-0471 „Využitie potenciálu borievky (*Juniperus communis* L.) v potravinárskom priemysle“.*

Literatúra

ADAMS, R. P., 2011: *Junipers of the World: The Genus Juniperus*. Bloomington, Vancouver, BC, Canada: Trafford Publishing, pp. 436.

ANGIONI, A., BARRA, A., RUSSO, M. T., CORONEO, V., DESSI, S., CABRAS, P., 2003: Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity. *J. Agric. Food Chem*, 51, p. 3073 – 3078.

COOPER, F., STONE, R. E., MCEVOY, P., WILKINS, T., REID, N., 2012: The conservation status of juniper formations in Ireland. 1st Edition, *Irish Wildlife Manuals*, 63, p. 1 – 224.

DARWISH., R. S. et al., 2020: Efficacy-directed discrimination of the essential oils of three *Juniperus* species based on their in-vitro antimicrobial and anti-inflammatory activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 259, 112971.

DUKE, J. A., BOGENSCHULTZ-GODWIN M. J., DUCCELLIER, J., DUKE, P. A., HANDBO, 2002: *Book of Medicinal Herbs*. 2nd ed. Boca Raton, London, New York, Washington D.C.: CRC Press, ISBN 0-8493-1284-1.

DŽATKO, M., SOBOCKÁ, J. et al., 2009: Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek. Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy. 102 s.

FALASCA, A., CAPRARI, C., FELICE, V., FORTINI, P., SAVIANO, G., ZOLLO, F., IORIZZI, M., 2016: GC-MS analysis of the essential oils of *Juniperus communis* L. berries growing wild in the Molise region: Seasonal variability and in vitro antifungal activity. *Biochemical Systematics and Ecology*, 69, p. 166 – 175.

- FEJÉR, J., GRUĽOVÁ, D., ELIÁŠOVÁ, A., KRON, I. DE FEO, V., 2018: Influence of environmental factors on content and composition of essential oil from common juniper ripe berry cones (*Juniperus communis* L.). In: Plant Biosystems. Vol. 152, No. 6, p. 1227 – 1235.
- CHATZOPOULOU, P. S., KATSIOTIS, S. T., 1995: Procedures influencing the yield and the quality of the essential oil from *juniperus communis* L. berries In: Pharmaceutics Acta Helueriae, 70247 – 253.
- KOBZA, J. et al., 2010: Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In Agrochémia, 50, 1, p. 3 – 8.
- LAWRENCE, B. M., 1987: Progress in essential oils-Juniper berry oil. Flavours and Fragrances, 12, p. 59 – 61.
- LOŽIENÉ K, LABOKAS, J., 2012: Effects of abiotic environmental conditions on amount and enantiometric composition of α -pinene in *Juniperus communis* L. Biochem Syst Ecol. 44: 36 – 43.
- MAATHUIS, F., 2009: Physiological function of mineral macronutrients. In Current Opinion in Plant Biology, 12, 3, p. 250 – 258.
- MILOJEVIČ, S. Z. et al., 2008: Kinetics of distillation of essential oil from comminuted ripe juniper (*Juniperus communis* L.) berries Biochemical Engineering Journal, 39, 547 – 553.
- RAINA, R. et al., 2019: Potential of *Juniperus communis* L as a nutraceutical in human and veterinary medicine. Heliyon, 5, e02376.
- SOLMONSON, L. S., 2012: Gin: A Global History. Reaktion Books, pp. 167.
- SKLÁDANKA, J. et al., 2014: Pícninářství. Brno: MU, 368 s.
- ŠALAMON I., PETRUŠKA P., 2017: Quality of juniper essential oil (*Oleum Juniperi*) in the South slovakia and its curative and industrial utilization. Indian J. Pharmaceut. Edu. and Res., 51, vol. 3, p. 136 – 140.
- TISSERAND, R., YOUNG, R., 2014: Essential oil composition Chapter2 In Book Essential oils safety, second edition, pp. 780.
- THOMAS, P. A., EL-BARGHATHI, M., POLWART, A., 2007: Biological flora of the british isles: *Juniperus communis* L. J. Ecol., 95, 6: 1404 – 1440.
- WARD, L. K., 2010: Variation in ripening years of seed cones of *Juniperus communis* L., Watsonia, 28, 1, p. 11 – 9.
- ZHELJAZKOV, VALTCHO, D., KACANIOVA, M., DINCHEVAD, I., RADOUKOVAE, T., SEMERDJIEVAF, I. B., ASTATKIEG, T., SCLEGELH, V., 2018: Essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activity of the galbuli of six juniper species. Industrial Crops & Products, 124, p. 449 – 458.