

Vaistinių (aromatinių) augalų eterinių aliejų ekstrakcijos metodų palyginimas

Eventas Šaučiūnas¹, Ona Ragažinskienė², Audrius Sigitas Maruška¹, Mantas Stankevičius¹

Vytauto Didžiojo universitetas¹, Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodas²

Vaistinių (aromatinių) augalų eteriniai aliejai, kurie yra sudėtingi lakių mažos molekulinės masės (iki 500 Da) antrinių metabolitų mišiniai, plačiai taikomi maisto, gėrimų, parfumerijos, kosmetikos ir farmacijos pramonėje. Gausiai eterinius aliejus kaupia notrelinių (*Lamiaceae*), rūtinių (*Rutaceae*), mirtinių (*Myrtaceae*), imbierinių (*Zingiberaceae*), astrinių (*Asteraceae*) šeimų augalai. Vienas svarbiausių etapų eterinių aliejų moksliniuose tyrimuose ir pramoninėje gavyboje yra jų ekstrakcijai taikomi metodai. Darbo tikslas – apžvelgti ir palyginti vaistinių (aromatinių) augalų eterinių aliejų ekstrakcijos organiniais tirpikliais, CO₂ superkritiniu skysčiu ir hidrodistiliacijos metodus. Skirtingais tyrimais nustatyta, kad ekstrahuojant eterinius aliejus kievienu iš metodų, būtina kontroliuoti tokius parametrus, kaip temperatūra, smulkintos žaliavos dalelių dydis ir ekstrakcijos laikas. Laikoma, kad CO₂ superkritinių skysčių ekstrakcija yra perspektyvus metodas, kuris pasižymi ne tik pakankamai aukšta išgava, bet ir lengvai kontroliuojamu atrankumu eteriniam aliejui ir atskiriems jo komponentams.

Eterinis aliejus, ekstrakcijos metodai, ekstrakcijos išgava, ekstrakcijos atrankumas, vaistiniai (aromatiniai) augalai

Įvadas

Vaistiniai (aromatiniai) augalai yra vienas perspektyvių biologiškai veiklių medžiagų šaltinis. *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Rutaceae*, *Myrtaceae*, *Zingiberaceae*, šeimos augalai kaupia eterinį aliejų, kuris yra sudėtingas lakių mažos molekulinės masės (iki 500 Da) antrinių metabolitų mišinys. Šiuo metu intensyviai vykdomi eterinių aliejų biologinių savybių tyrimai, kurie įtraukia antioksidacinį, priešvėžinį, prieššūdegiminį, antimikrobinį jų aktyvumą. Reikia pabrėžti, kad eteriniai augalų aliejai turi ne tik aukštą mokslinį potencialą, bet pasauliniu mastu augantis jų suvartojimas ir produkcijos kiekis rodo didelę praktinę reikšmę (Raut, Karuppaiyil, 2014).

Moksliniu ir praktiniu požiūriu, vienas svarbiausių etapų yra eterinio aliejaus ekstrakcija iš vaistinės žaliavos. Tam plačiai taikomi klasikiniai ekstrakcijos metodai, tokie kaip, šalto spaudimo metodas, distiliacija ir ekstrakcija organiniais tirpikliais. Taip pat šiuolaikiniai metodai – superkritinių skysčių ekstrakcija, kietafazė mikroekstrakcija, mikrobangomis skatinama ekstrakcija, mikrodistiliacija, ultragarsu skatinama ekstrakcija, membraninė ekstrakcija ir kt. (Handa, 2008; Jurado et al., 2014). Priklausomai nuo taikomų ekstrakcijos metodų, eterinio aliejaus išgava, kokybinė, kiekybinė sudėtis ir tuo pačiu biologinės savybės gali kisti (Jurado et al., 2014), todėl priklausomai nuo tikslų, būtina pasirinkti tinkamus ekstrakcijos metodus.

Darbo tikslas – apžvelgti ir palyginti vaistinių (aromatinių) augalų eterinių aliejų ekstrakcijos organiniais tirpikliais, CO₂ superkritiniu skysčiu ir hidrodistiliacijos metodus.

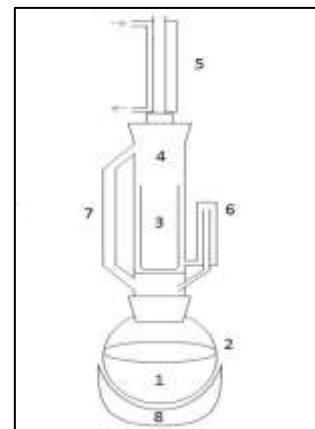
Metodai

Šios apžvalgos duomenys surinkti analizuojant naujausius mokslinės literatūros straipsnius pasirinktose duomenų bazėse (Scencedirect, Springerlink, Pubmed).

Rezultatai ir aptarimas

Augalų eteriniai aliejai pasižymi hidrofobinėmis savybėmis, todėl juos iš vaistinės augalinės žaliavos galima ekstrahuoti organiniais tirpikliais – acetonu,

heksanu, metanolio arba etanolio. Tam dažniausiai taikomi šaltosios perkoliacijos ir Soksleto ekstrakcijos būdai (Handa, 2008; Jurado et al., 2014; Tongnuanchan, Benjakul, 2014). Soksleto ekstrakcija pradedama smulkintą vaistinę žaliavą patalpinant į porėtą ekstrakcijos įdėklą, kuris gali būti pagamintas iš tvirto filtrinio popieriaus (1 pav.).



1 pav. Soksleto aparatas: 1 – organinis tirpiklis, 2 – apvaliadugnė kolba, 3 – celiuliozinis įdėklas, 4 – ekstraktorius, 5 – šaldytuvas, 6 – sifonas, 7 – platusis ekstraktoriaus vamzdelis, 8 – kaitinimo elementas (Redfern et al., 2014)

Fig. 1. Soxhlet extractor: 1 – organic solvent, 2 – flask, 3 – cellulose thimble, 4 – extraction tube, 5 – condenser tube, 6 – reflux sidearm, 7 – bypass sidearm, 8 – heat source (Redfern et al., 2014)

Į apvaliadugnę kolbą (2), kuri sujungta su ekstraktoriu (4) ir šaldytuvu (5), įpilama tirpiklio (1). Įšilus kaitinimo elementui (8), tirpiklis pradeda garuoti per platųjį ekstraktoriaus vamzdelį (7) į šaldytuvą, kuriame jis kondensuojasi ir ima varvėti ant ekstraktoriuje patalpinto bandinio. Tirpikliui pasiekus sifono (6) viršų, jis suteka atgal į apvaliadugnę kolbą. Ciklas kartojasi ir tokiu būdu iš bandinio ekstrahuojami eterinio aliejaus komponentai (Redfern et al., 2014). Ekstrakcija gali vykti 5 – 6 h, po to iš ekstrakto nugarinamas tirpiklis ir gaunamas tirštąs, tamsios spalvos koncentratas (Danh et al., 2012). Šio metodo vienas iš privalumų yra toks, jog palyginti nedideliu tirpiklio tūriu galima išekstrahuoti didelį veikliosios medžiagos kiekį. Tai paaiškinama tuo, jog nepertraukiamo proceso metu, kuomet šviežias tirpiklis cikliška laša ant žaliavos, suformuojamas aukštas

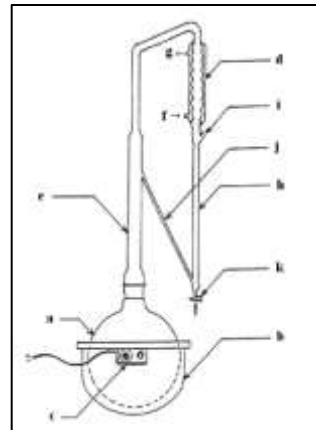
koncentracijos gradientas ir tokiu būdu eterinio aliejaus komponentai efektyviai difunduoja į tirpiklį (Handa, 2008).

Šaltosios perkoliacijos metu, sausa smulkinta vaistinė žaliava pakraunama į vertikalią indą (perkoliatorių) be apatinio pagrindo, kurio apačia vietoj pagrindo dengta porėta medžiaga. Į pakrautą perkoliatorių pilama nepolinio tirpiklio, kuris persisunkia per porėtą medžiagą ir su ištirpusiu eteriniu aliejumi surenkamas atidarant perkoliatoriaus sklendę. Šio labiausiai koncentruoto ekstrakto tirpiklis nugarinamas ir gaunamas tirštas koncentratas kaip ir Soksleto ekstrakcijoje. Likusi perkoliatoriuje žaliava vėl užpilama šviežiu tirpikliu, tačiau šiuo atveju gautas ekstraktas yra nukreipiamas į kitą perkoliatorių su naujai pakrauta žaliava iš kurio po ekstrakcijos analogiškai surenkamas ekstraktas. Pakartotinai į antrąjį perkoliatorių patenka vis mažiau koncentruotas ekstraktas iš pirmojo perkoliatoriaus. Galiausiai eterinis aliejus antrajame perkoliatoriuje baigiamas ekstrahuoti užpilant šviežiu tirpikliu. Vis dėl to šiuo metodu ne visada pasiekiamas aukštas efektyvumas, nes užtrunka pasiekti pusiausvyrą dėl lėto masių pernašos proceso tarp žaliavos ir tirpiklio (Handa, 2008; Jurado et al., 2014).

Klasikinis maceracijos metodas yra vienas iš dažniausiai naudojamų metodų ekstrahuojant vaistinės augalinės žaliavos komponentus, kuomet naudojamas organinis tirpiklis (Beek, 1999; Seidel, 2006). Šis metodas gali būti taikomas ir ekstrahuojant eterinį aliejų (Handa, 2008), tačiau tyrimų šia tematika yra nedaug. Bendrai, maceracija atliekama užpilant vaistinę žaliavą tirpikliu ir ją maišant kambario temperatūroje apie 3 dienas ekstrakcijos inde, vėliau žaliava nusunkinama, o ekstraktas nufiltruojamas (Handa, 2008). Nors pastarasis metodas lyginant su aptartais metodais yra paprastesnis ir pigesnis, tačiau pagrindiniai trūkumai yra ilgas ekstrakcijos laikas (Seidel, 2006) ir galima neefektyvi veikliųjų medžiagų ekstrakcija dėl žemų temperatūrų (Beek, 1999), kita vertus šiuo metodu dėl naudojamos neaukštos temperatūros sumažėja tikimybė prarasti ekstrahuojamus komponentus, kitaip nei Soksleto ekstrakcijos metodu (Seidel, 2006).

Vertėtų paminėti, kad eterinių aliejų ekstrakcijos organiniais tirpikliais greitis priklauso nuo susmulkintos žaliavos dalelių dydžio, naudojamo tirpiklio, taip pat temperatūros (Mindaryani, Rahayu, 2007).

Hidrodistiliacija yra vienas iš standartinių eterinių aliejų ekstrakcijos metodų, kuris taikomas ir eterinių aliejų kokybės kontrolėje. Tam dažnai naudojamas Klevendžerio aparatas (Mastelić, Jerković, 2003; Oke et al., 2009; Oliveira et al., 2012) (2 pav.). Kitaip nei distilijuojant vandens garais, augalinė žaliava yra sumaišoma su vandeniu. Šis mišinys, esant normaliam atmosferiniam slėgiui, kaitinamas distiliavimo kolboje. Dėl šilumos, lakieji junginiai ir vanduo pereina į dujinę fazę, kur susidaro azeotropinis mišinys, kuris yra išgarinamas esant tam pačiam slėgiui, sukondensuojamas ir surenkamas. Distiliate susidaro dvi nesimaišančios fazės – viršutinė, kurioje yra lengvesnis eterinis aliejus ir apatinė sunkesniojo vandens fazė. Atskyrus šias fazes, gaunamas eterinis aliejus (Handa, 2008). Hidrodistiliacijoje naudojant mikrobangas, galima gerokai pagreitinoti ekstrakcijos laiką – nuo 240 iki 75 min (Tongnuanchan, Benjakul, 2014).



2 pav. Klevendžerio aparatas: a) apvaliadugnė kolba, b) kaitinimo elementas, c) šilumos reguliatorius, d) šaldytuvas, e) stiklinis vamzdelis, f) vandens įleidimas, g) vandens išleidimas, h) matavimo vamzdelis, i) oro išleidimas, j) sifonas, k) distiliato išleidimo sklendė (<http://www.google.co.in/patents/US6911119>)

Fig. 2. Clevenger type apparatus: a) spherical glass vessel, b) heating mantle, c) energy regulator, d) vertical condenser, e) vertical glass tube, f) water inlet, g) water outlet, h) measuring tube, i) air outlet, j) return tube, k) stop-cock valve (<http://www.google.co.in/patents/US6911119>)

Temperatūra yra vienas svarbesnių veiksnių, nes nuo jos priklauso eterinio aliejaus komponentų stabilumas, tuo pačiu kokybinė ir kiekybinė sudėtis. Temperatūra kontroliuoja eterinių aliejų hidrolizės greitį, taip pat jų difuziją iš augalinės žaliavos dalelių. Kaip teigiama, didžiausia eterinių aliejų išgava ir priimtina kokybė pasiekama hidrodistiliaciją atliekant kuo žemesnėje temperatūroje ir vaistinę augalinę žaliavą smulkinant iki mažų dalelių (Handa, 2008).

Nors šiuo metu yra sukurta efektyvesnių, greitesnių ir ekologiškesnių eterinių aliejų ekstrakcijos metodų (ultragarsu, mikrobangomis skatinama ekstrakcija, turbo distiliacija, mikrodistiliacija, ekstrakcija subkritiniu vandeniu, membraninė ekstrakcija), vis dėl to klasikiniai metodai, tokie kaip hidrodistiliacija, yra plačiai taikomi tiek komercijoje, tiek moksliniuose eterinių aliejų tyrimuose (Handa, 2008).

Skiriant vis didesnę dėmesį darnaus vystymosi strategijai, buvo sukurta eilė tvarių eterinių aliejų ekstrakcijos technologijų, viena jų – ekstrakcija superkritiniu CO₂ skysčiu (Jurado et al., 2014). Ekstrakcija superkritiniais skysčiais pagrįsta superkritinio skysčio savybe tirpinti tam tikrus junginius. Superkritinis skystis išgaunamas slėgiui ir temperatūrai esant aukščiau kritinio taško ir pasižymi būdingomis savybėmis tiek skysčiams, tiek dujoms (Capuzzo et al., 2013). todėl eterinių aliejų ekstrakcija superkritiniais skysčiais yra vienas iš plačiai naudojamų ekstrakcijos metodų, ypač maisto, farmacijos ir kosmetikos pramonėje (Pourmortazavi, Hajimirsadeghi, 2007). Cheminės analizės tikslais, apie 90 % ekstrakcijų superkritiniais skysčiais atliekama superkritiniu CO₂ skysčiu. Tai lemia keletas praktinių priežasčių: žemas kritinis CO₂ slėgis (74 bar) ir temperatūra (32 °C), CO₂ yra netoksiškas, nedegus, pigus ir lengvai pašalinamas iš ekstrakto. Superkritiniame būvyje CO₂ poliškumas panašus į pentano skysčio ir yra giminingas lipofiliniams junginiams, be to CO₂ superkritinio skysčio atrankumas,

taip pat tirpinimo geba gali būti keičiami, skirtingai nei skysčiams (Capuzzo et al., 2013).

Ekstrakcija vykdoma naudojant superkritinių skysčių ekstraktorių, kuomet augalinė žaliava patalpinama į ekstrakcijos rezervuarą. Skystas CO₂, esantis rezervuare, siurbliu suspaudžiamas iki superkritinio skysčio, kuris, kad pasiekti darbinę temperatūrą, yra pakaitinamas ir tam tikru slėgiu kartu su modifikatoriumi tiekiamas į ekstrakcijos rezervuarą. Iš ekstrakcijos rezervuaro superkritinis skystis su ištirpusiais komponentais teka į surinkimo gaudyklę, kur didinant temperatūrą arba mažinant slėgį, CO₂ verčiamas į dujas ir gali būti kondensuojamas kondensatoriuje pakartotiniam naudojimui (Shao et al., 2014; Sharif et al., 2014).

Ekstrakciją superkritiniu CO₂ skysčiu veikia eilė parametru: slėgis, temperatūra, modifikatoriai, ekstrakcijos laikas, tėkmės greitis, mėginio dalelių dydis ir pakrovimo tankis, vandens kiekis mėginyje. Siekiant optimizuoti ekstrakcijos procesą, būtina stebėti ir kontroliuoti šiuos parametrus (Pourmortazavi, Hajimirsadeghi, 2007; Shao et al., 2014; Sharif et al., 2014).

Renkantis eterinio aliejaus ekstrakcijos iš vaistinės augalinės žaliavos metodą, reikia atsžvelgti į ekstrakcijos išgavą ir ekstrakcijos metodo atrankumą. Skirtingi autoriai yra nustatę, kad ekstrahuojant Soksletu eterinį aliejų iš įvairių vaistinių augalų heksanu (Danh et al., 2012), metileno chloridu (Pavlič et al., 2015) ir etanoliu (Wenqiang et al., 2007), gaunama didžiausia išgava (% w/w), lyginant su CO₂ superkritinių skysčių ekstrakcija ir hidrodistiliacija, kuri svyruoja 7,57 – 41,80 %. Tie patys autoriai yra pastebėję, jog ekstrakcijos superkritiniu CO₂ skysčiu metodu išgava yra didesnė nei hidrodistiliacijos metodu, atitinkamai 6,68 – 19,60 % ir 0,6 – 11,5 % (Wenqiang et al., 2007; Danh et al., 2012; Pavlič et al., 2015). Kaip teigiama, didžiausia išgava organiniais tirpikliais (Soksleto metodas) ir superkritiniu CO₂ skysčiu, lyginant su hidrodistiliacija, gaunama dėl to, jog kartu su eteriniu aliejumi yra ekstrahuojamos ir riebalų rūgštys (Wenqiang et al., 2007; Danh et al., 2012; Pavlič et al., 2015). Ekstrahuojant superkritiniu CO₂ skysčiu to galima išvengti mažinant slėgį iki 90 – 100 bar, o temperatūrą palaikant 40 – 50 °C (Grosso et al., 2010). Tirpikliais gautą ekstraktą po tirpiklio nugarinimo galima išgryninti iki eterinio aliejaus maišant jį su grynu alkoholio tirpalu, po to žemoje temperatūroje išsodinant riebalų rūgštis ir galiausiai nugarinant alkoholį (Handa, 2008), tačiau tai atliekama retai. Kita vertus, hidrodistiliacijos metodu gaunama mažiausia eterinio aliejaus išgava dėl ekstrakcijai naudojamos aukštos temperatūros, kuri skatina eterinio aliejaus komponentų hidrolizę ir tuo pačiu praradimą (Handa, 2008; Danh et al., 2012; Pavlič et al., 2015).

Minėtų ekstrakcijos metodų atrankumas eteriniam aliejui priklauso nuo taikomų sąlygų ir gali skirtis. Ekstrakcijos organiniais tirpikliais metu atrankumas eteriniam priklauso nuo naudojamo tirpiklio, pvz., heksanu kartu su eteriniu aliejumi ekstrahuojamos ir riebalų rūgštys (Danh et al., 2012), naudojant vandeninį etanolio tirpalą maceracijos būdu ekstrahuojami flavonoidai, fenolinės rūgštys ir eterinis aliejus (Durling et al., 2007). CO₂

superkritinio skysčio atrankumas eteriniam aliejui, kaip ir minėta, gali būti didinamas mažinant darbinį slėgį iki 90 – 100 bar, tokiu atveju iš augalinės matricos neišsekstrahuojama riebalų rūgščių. Hidrodistiliacija yra metodas, kuriuo atrankiai ekstrahuojami tik eterinio aliejaus komponentai (Grosso et al., 2010; Pavlič et al., 2015). Ekstrakcijos metodų atrankumas paties eterinio aliejaus komponentams dažnai skiriasi: monoterpentai ir oksigenuoti monoterpentai atrankiausiai ekstrahuojami hidrodistiliacijos metodu, tačiau mažiausias atrankumas šioms junginių klasėms gaunamas organiniais tirpikliais (Soksleto metodu) (Danh et al., 2012; Pavlič et al., 2015). Seskviterpenai ir oksigenuoti seskviterpenai atrankiausiai ekstrahuojami organiniu tirpikliu (Soksleto metodu), kitaip nei hidrodistiliacijos metodu, kuomet nustatytas mažiausias atrankumas šioms junginių klasėms (Danh et al., 2012).

Tyrėjai apibendrina, jog ekstrakcijos superkritiniu CO₂ skysčiu metodu yra perspektyvus, lyginant su klasikiniiais ekstrakcijos metodais, nes ekstrakcija vykdoma neaukštoje temperatūroje išvengiant nestabilių junginių skilimo galimybės, ekstrakto nelieka toksiškų tirpiklių likučių, kitaip nei tirpiklių ekstrakcijos metodais, ekstrakcija vyksta greitai (Wenqiang et al., 2007; Danh et al., 2012; Shao et al., 2014; Pavlič et al., 2015), atrankiai ir nereikalingas ypatingas bandinio paruošimas (Sharif et al., 2014), tačiau šio metodo taikymą apriboja aukšta įrangos kaina (Coelho et al., 2012).

Išvados

1. Vaistinių (aromatinių) augalų eterinių aliejų ekstrakcijai taikomi klasikiniai ekstrakcijos organiniais tirpikliais (acetonas, etanolis, heksanas ir kt.) ir hidrodistiliacijos metodai, taip pat inovatyvus ekstrakcijos superkritiniu CO₂ skysčiu metodu. Vieni svarbiausių šių ekstrakcijos metodų parametru yra temperatūra, smulkintos žaliavos dalelių dydis, ekstrakcijos laikas, darbinis slėgis (CO₂ superkritinių skysčių ekstrakcija), kuriuos būtina kontroliuoti siekiant optimizuoti eterinio aliejaus išgavą ir atrankumą.

2. Didžiausia eterinio aliejaus išgava, (% w/w), lyginant su CO₂ superkritinių skysčių ekstrakcija ir hidrodistiliacija, gaunama organiniais tirpikliais, t. y., naudojant Soksleto ekstrakciją, kuri svyruoja 7,57 – 41,80 %. Vis dėlto atrankumą eteriniam aliejui šiuo metodu kontroliuoti yra sudėtinga, nes naudojant nepolinius arba polinius tirpiklius atitinkamai kartu su eteriniu aliejumi ekstrahuojamos riebalų rūgštys arba fenoliniai junginiai. Kaip perspektyvus eterinių aliejų ekstrakcijos metodas, lyginant su klasikiniiais metodais, laikoma CO₂ superkritinių skysčių ekstrakcija. Šiuo metodu gaunama pakankama išgava (6,68 – 19,60 %), palyginti lengvai kontroliuojamas atrankumas eteriniam aliejui, kitaip nei hidrodistiliacijos metodu ekstrakcija vykdoma neaukštoje temperatūroje sumažinant nestabilių junginių skilimo galimybę.

Literatūra

1. BEEK T.A. Modern methods of secondary product isolation and analysis. In: Walton N.J., Brown D.E. editors. *Chemicals from Plants*, 1991, London, p. 91-187.
2. CAPUZZO A., MAFFEI M.E., OCCHIPINTI A. Supercritical Fluid Extraction of Plant Flavors and Fragrances. *Molecules*, 2013, Vol. 18.
3. COELHO J.P., CRISTINO A.F., MATOS P.G., RAUTER A.P., NOBRE B.P., MENDES R.L., BARROSO J.G., MAINAR A., URIETA J.S., FARELEIRA J.M.N.A., SOVOVÁ H., PALAVRA A.F. Extraction of Volatile Oil from Aromatic Plants with Supercritical Carbon Dioxide: Experiments and Modeling. *Molecules*, 2012, Vol. 17.
4. DANH L.T., HAN L.N., TRIET N.D.A., ZHAO J., MAMMUCARI R., FOSTER N. Comparison of Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Lavender (*Lavandula angustifolia* L.) Essential Oils Extracted by Supercritical CO₂, Hexane and Hydrodistillation. *Food Bioprocess Technol*, 2012.
5. DURLING N.E., CATCHPOLE O.J., GREY J.B., WEBBY R.F., MITCHELL K.A., FOO L.Y., PERRY N.B. Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol – water mixtures. *Food Chemistry*, 2007, Vol. 101, p. 1417–1424.
6. GROSSO C., FIGUEIREDO A.C., BURILLO J., MAINAR A., URIETA J., BARROSO J., COELHO J., PALAVRA A.M.F. Composition and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* volatiles: Comparison between supercritical fluid extraction and hydrodistillation. *J. Sep. Sci.*, 2010, Vol. 33, p. 2211–2218.
7. HANDA S.S. An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. In: Handa S.S., Khanuja S.P.S., Longo G., Rakesh, D.D., editors. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. 2008. Trieste, Italy. p. 21–52.
8. MASTELIĆ J., JERKOVIĆ I. Gas chromatography–mass spectrometry analysis of free and glycoconjugated aroma compounds of seasonally collected *Satureja montana* L. *Food chemistry*, 2003, Vol. 80, p. 135–140.
9. MINDARYANI A., RAHAYU S. 2007. Essential Oil from Extraction and Steam Distillation of *Ocimum Basillicum*. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2007, San Francisco, USA.
10. OKE F., ASLIM B., OZTURK S., ALTUNDAG S. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chemistry*, 2009, Vol. 112, p. 874–879.
11. OLIVEIRA T.L.C., CARVALHO S.M., SOARES R.A., ANDRADE M.A., CARDOSO M.G., RAMOS E.M., PICCOLI R.H. Antioxidant effects of *Satureja montana* L. essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. *LWT - Food Science and Technology*, 2012, Vol. 45, p. 204–212.
12. PAVLIĆ B., VIDOVIĆ S., VLADIĆ J., RADOSAVLJEVIĆ R., ZEKOVIĆ Z. Isolation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil by green extraction versus traditional techniques. *J. Of Supercritical Fluids*, 2015, Vol. 99, p. 23–28.
13. POURMORTAZAVI S.M., HAJMIRSADEGHI S.S. Supercritical fluid extraction in plant essential and volatile oil analysis. *Journal of Chromatography A*, 2007, Vol. 1163, p. 2–24.
14. RAUT J.S., KARUPPAYIL S.M. A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 2014, Vol. 62, p. 250–264.
15. REDFERN J., KINNINMONTH M. BURDASS D., VERRAN J. Using Soxhlet Ethanol Extraction to Produce and Test Plant Material (Essential Oils) for Their Antimicrobial Properties. *J. Microbiol Biol Educ.*, 2014, Vol. 15(1), p. 45–46.
16. REYES-JURADO F., FRANCO-VEGA A., RAMÍREZ-CORONA N., PALOU E., LOPEZ-MALO A. Essential Oils: Antimicrobial Activities, Extractions Methods, and Their Modeling. *Food Eng Rev*, 2014.
17. SEIDEL V. Initial and Bulk Extraction. In: Sarker S.D., Latif Z., Gray A.I. editors. *Natural products isolation – 2nd ed.*, 2006, p.27-47.
18. SHAO Q., DENG Y., LIU H., ZHANG A., HUANG Y., XU G., LI M. Essential oils extraction from *Anoectochilus roxburghii* usingsupercritical carbon dioxide and their antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*, 2014, Vol. 60, p. 104–112.
19. SHARIF K.M., RAHMAN M.M., AZMIR J., MOHAMED A., JAHURUL M.H.A., SAHENA F., ZAIDUL I.S.M. Experimental design of supercritical fluid extraction – A review. *Journal of Food Engineering*, 2014, Vol. 124, p. 105–116.
20. TONGNUANCHAN P., BENJAKUL S. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Journal of Food Science*, 2014, Vol. 79(7).
21. WENQIANG G., SHUFEN L., RUIXIANG Y., SHAO KUN T., CAN Q. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry*, 2007, Vol. 101, p. 1558–1564.

Eventas Šaučiūnas, Ona Ragažinskienė, Audrius Sigitas Maruška, Mantas Stankevičius

Comparison of medicinal (aromatic) plants essential oil extraction methods

Summary

Essential oils of medicinal and aromatic plants are complex mixtures of low molecular weight compounds. They are widely used in food and drink products, cosmetics, perfumery and pharmaceutical industries. Various plants of families such as *Lamiaceae*, *Rutaceae*, *Myrtaceae*, *Zingiberaceae*, *Asteraceae* are rich in essential oils. One of the most important steps in scientific research and industrial production of the essential oils is extraction methods. The aim of this study was to review and compare medicinal (aromatic) plants essential oil extraction methods such as organic solvent extraction, supercritical CO₂ fluid extraction and hydro distillation. According to different studies, it is important to control parameters such as temperature, size of raw material particles and extraction time when using each of the method. It is concluded that supercritical CO₂ fluid extraction method is perspective due to sufficiently high extraction recovery and easily controllable selectivity to the essential oil and its components.

Essential oils, extraction methods, extraction recovery, extraction selectivity, medicinal (aromatic) plants

Gauta 2016 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2016 m. balandžio mėn.

Eventas ŠAUČIŪNAS. Vytauto Didžiojo universiteto Gamtos mokslų fakulteto Biochemijos katedros magistrantūros studentas. Adresas: Vileikos g. 8-223, LT-44404 Kaunas. Tel. +37069590995, el. paštas: Eventas.Sauciunas@fc.vdu.lt

Eventas ŠAUČIŪNAS. Vytautas Magnus University, Faculty of Natural sciences, Department of Biochemistry, MSc student. Address: Vileikos str. 8-223, LT-44404 Kaunas. Tel. +37069590995, e-mail: Eventas.Sauciunas@fc.vdu.lt