

POLIFENOLINIŲ JUNGINIŲ KIEKIO IR ANTIOKSIDACINIO AKTYVUMO Palyginimas PIPIRMĖTĖS (*MENTHA PIPERITA* L.) IR KATŽOLĖS (*NEPETA FAASSENII* L.) EKSTRAKTUOSE

Jolanta Jurkevičiūtė, Ingrida Radveikienė, Nijolė Ružienė

Vilniaus kolegija

Anotacija. Polifenoliniai junginiai priklauso biologiškai aktyvių junginių grupei, kurie aptinkami augaluose. Šiuo metu šiems junginiams skiriamas didelis dėmesys dėl jiems būdingų antioksidantinių, antimikrobinių, antikancerogeninių, antiuždegiminių ir kt. savybių. Šių junginių gausu notrelinės (*Lamiaceae*) šeimos augaluose: pipirmėtėse (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolėse (*Nepeta faassenii* L.). Todėl šie augalai gali būti naudojami kaip funkcinis maistas bei kosmetikos pramonėje, pvz., eterinių aliejų gamybai ir t. t. Katžolėse ir pipirmėtėse gausu terpenų, polifenolinių rūgščių ir jų darinių, kurie turi teigiamą fiziologinį poveikį žmogaus organizmui. Šiuo tyrimu buvo siekiama nustatyti polifenolinių junginių ir antioksidacinio aktyvumo kitimą laike priklausomai nuo augalų džiovavimo būdo skirtingais metodais paruoštuose pipirmėčių ir faseno katžolių ekstraktuose. Bendras polifenolinių junginių kiekis ir antioksidacinis aktyvumas nustatytas DPPH• radikalų surišimo metodu. Tyrimu nustatyta, kad bendrajam polifenolinių junginių kiekiui pipirmėtėse ir faseno katžolėse įtakos turi ekstrakcijos metodas ir ekstrakcijai naudojamas tirpiklis, tačiau jų kiekis nepriklauso nuo džiovavimo būdo. Tiriant tirpiklio įtaką džiovintų karščių pipirmėčių ir faseno katžolių ekstraktams, nustatyta, kad bendras polifenolinių junginių kiekis išekstrahuojamas mažesnis naudojant vandenį nei etanolį, o džiovintose šalčiu – pokytis nereikšmingas. Taikant skirtingus ekstrakcijos metodus, stebima, kad ekstrahuojant ultragarsu išekstrahuojama daugiau polifenolinių junginių nei mechaniniu būdu: džiovintose karščių faseno katžolėse – 1,2 karto, džiovintose karščių pipirmėtėse – 1,03 karto, džiovintose šalčiu faseno katžolėse ir pipirmėtėse – 1,1 karto vandeniniuose ekstraktuose. Panaši tendencija stebima ekstrakcijai naudojant etanolį. Atlikus tyrimą, po 8 mėn. nustatyta, kad bendrasis polifenolinių junginių kiekis sumažėjo nepriklausomai nuo džiovavimo būdo. Džiovintose karščių pipirmėtėse ir faseno katžolėse antioksidacinis aktyvumas yra didesnis (etanoliniuose ekstraktuose), o džiovintose šalčiu – reikšmingo pokyčio nėra lyginant etanolinius ir vandeninius ekstraktus. Taip pat, nustatyta, kad po 8 mėn. antioksidacinis aktyvumas sumažėjo kaip ir bendras polifenolinių junginių kiekis.

Reikšminiai žodžiai: *Mentha piperita* L., *Nepeta faassenii* L., polifenoliniai junginiai, antioksidacinis aktyvumas

Įvadas

Biologiškai aktyvūs junginiai yra antriniai augalų metabolitai, kurie apsaugo augalus nuo vabzdžių ir mikroorganizmų, suteikia žiedams, daržovėms ir vaisiams spalvą, pasižymi antimikrobiniu, antioksidaciniu ir antikancerogeniniu poveikiu žmogaus organizmui (Twajj ir Hasan, 2022). Notreliniai (*Lamiaceae*) – šešta pagal dydį magnolijūnų (gaubtasėklių) šeima, kurią sudaro daugiau nei 7000 augalų rūšių (Hernandez-Leon ir kt., 2021). Šiai šeimai priklauso pipirmėtė (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolė (*Nepeta faassenii* L.). *Nepeta* yra viena didžiausių genčių Notrelinių šeimoje (Kuate, 2017). Katžolė buvo ne kartą kryžmintą, siekiant sukurti rūšį, gebančią sintetinti daugiau biologiškai aktyvių junginių. *Nepeta faassenii* L. buvo išvesta sukryžminus *N. mussinii* Spreng su *N. nepetella* L. (Radulović ir kt., 2011). Katžolėse esantys bioaktyvūs junginiai pasižymi skausmą malšinančiu, antihistamininiu, priešvėžiniu, priešuždegiminiu ir antimikrobiniu poveikiu. Nustatyta, kad katžolėse esantys junginiai gali būti naudojami žemės ūkyje insekticidų gamybai, nes jie pasižymi priešgrybelinėmis ir antibakterinėmis

savybėmis (Sharma ir kt., 2021). Šiuose augaluose yra eterinių aliejų, polifenolinių junginių (flavonoidų (liuteolino, apigenino, kvercetino, rutino, kaemferolio ir kt.), polifenolinių rūgščių ir jų darinių (siringo, vanilino, cinamono, kavos, rozmarino, ferulo rūgščių ir kt.), steroidų, monoterpenų (nepetalaktonų), diterpenų ir triterpenų (Živković ir kt., 2018). Neseniai atliktu tyrimu nustatyta, kad vandens pagrindu pagaminti ekstraktai iš katžolių reikšmingai slopino herpeso viruso replikaciją žmonėms (Hinkov ir kt., 2020). Katžolių ekstraktai naudojami bronchinės astmos ir bronchito simptomams palengvinti. Sunkaus ūminio kvėpavimo sindromo koronaviruso (SARS-CoV-2) pandemijos metu katžolių lapai buvo naudojami ligos simptomams palengvinti (Khan ir kt., 2021). Katžolės gali būti naudojamas kaip funkcinis maistas, nes jose gausu polifenolinių junginių, nėra reiklios auginimo sąlygoms, tai aromatingi ir ilgai žydintys augalai (Marchioni ir kt., 2020).

Pipirmėtė (*Mentha piperita* L.) yra vienas plačiausiai naudojamų aromatinių augalų, tai hibridinė rūšis, priklausanti *Lamiaceae* šeimai ir išvesta sukryžminus dvi rūšis – *Mentha aquatica* L. ir *Mentha spicata* L. (Dorman ir kt., 2009). Pipirmėtei būdingas antioksidacinis, priešnavikinis,

antimikrobinis, antibakterinis, priešgrybelinis, antiviralinis, antialerginis ir imunomoduliuojantis poveikis (Aggarwal ir Kunnumakkara, 2009; Arumugam ir kt., 2008). Švieži ir džiovinti pipirmėčių lapai turi kvapiųjų medžiagų, todėl plačiai naudojami valgams, salotoms, įvairiems padažams ir gėrimams pagardinti. Pagrindinės veikliosios pipirmėčių medžiagos yra eteriniai aliejai (~ 1 proc.). Aliejuose daugiausia vyrauja monoterpenai, mentolis, mentonas ir jų dariniai (pvz., izomentonas, neomentolis, acetilmentolis, pulegonas) (Spirling ir Daniels, 2001). Pipirmėtėse gausu polifenolinių junginių, daugiausiai randama kavos rūgšties ir jos darinių (60–80 proc. visų polifenolinių junginių), chlorogeninės ir rozmarino rūgščių (Dorman ir kt., 2009; Fecka ir Turek, 2007).

Polifenolinių junginių kiekis katžolėse ir pipirmėtėse priklauso nuo aplinkos veiksnių, pvz., klimato juostų, meteorologinių sąlygų, dirvožemio sudėties (Jurkevičiūtė ir Ružienė, 2021). Lietuvoje auginamų katžolių *Nepeta faassenii* L. cheminė sudėtis yra mažai tyrinėta. Ji daugiausiai auginama kaip dekoratyvinis augalas. Daugiausiai tyrimų atlikta su *Mentha piperita* L. Iširta, kad vandenyje tirpių pipirmėtės ekstraktų cheminė sudėtis pasižymi dideliu biologiniu aktyvumu (Dorman ir kt., 2009). Tačiau turima nedaug duomenų apie notrelinių šeimai priklausančių augalų cheminės sudėties kitimą laike priklausomai nuo augalų džiovavimo būdo: džiovavimo karščiu ir džiovavimo šalčiu (liofilizavimo). Todėl buvo nuspręsta atlikti išsamesnį pipirmėčių ir faseno katžolių tyrimą, kaip keičiasi juose esantis bendras polifenolinių junginių kiekis ir antioksidacinis aktyvumas nuo džiovavimo būdo, kokią įtaką turi naudojami tirpikliai ir ekstrakcijos metodai biologiškai aktyvių junginių kiekiui.

Tyrimo objektas – pipirmėčių (*Menhta piperita* L.) ir faseno katžolių (*Nepeta faassenii* L.) lapų ekstraktai.

Tyrimo tikslas – palyginti tirpiklio ir ekstrakcijos metodo įtaką pipirmėčių (*Menhta piperita* L.) ir faseno katžolių (*Nepeta faassenii* L.) ekstraktų paruošimui įvertinant bendrąjį polifenolinių junginių kiekį ir antioksidacinį aktyvumą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti bendrąjį polifenolinių junginių kiekį ir antioksidacinį aktyvumą spektrofotometrijos metodu džiovintų karščiu ir šalčiu pipirmėčių (*Menhta piperita* L.) ir faseno katžolių (*Nepeta faassenii* L.) lapų ekstraktuose;
2. Įvertinti tirpiklių, ekstrakcijos metodų ir laikymo trukmės įtaką džiovintų karščiu ir šalčiu pipirmėčių (*Menhta piperita* L.) ir faseno katžolių (*Nepeta faassenii* L.) polifenolinių junginių kiekiui ir antioksidaciniam aktyvumui juose.

Tyrimo metodai

Tiriamoji augalinė žaliava buvo padalinta į 3 dalis. Viena dalis iš karto išdžiovinta 45 °C temperatūroje džiovavimo spintoje (VENTI-Line VL 53) ir po to laikyta 20 °C temperatūroje popieriniuose maišeliuose, antra dalis iš karto liofilizuota liofilizatoriuje (Harvest Right) esant -55 °C temperatūrai. Laikymo sąlygos: vakuuminuose maišeliuose esant 20 °C temperatūrai. Augalinė žaliava tirta 3 kartus: iš karto po džiovavimo karščiu ir šalčiu, po 2 mėn. ir po 8 mėn. Kiekvieno mėginio buvo atliekama po 3 tyrimo pakartojimus ir imamas rezultatų vidurkis.

Bendras polifenolinių junginių kiekis pipirmėčių (*Menhta piperita* L.) ir paprastųjų katžolių (*Nepeta faassenii* L.) lapų ekstraktuose nustatytas Folin-Ciocalteu spektrofotometrijos metodu (Slinkard ir Singleton, 1977).

Ekstraktų paruošimas. Išdžiovintų iki orasausių bei susmulktų pipirmėčių ir mėtų lapų pasverta po 0,2 ± 0,001 g. Ekstraktai buvo paruošti skirtingais metodais: viena dalis ekstrahuota 15 min. mechaniškai (grūstuvėje) (ME), kita dalis – 15 min. ultragarsinėje vonelėje (Grant HUBA3, 44 kHz) (UE). Naudoti tirpikliai: 10 ml 70 proc. etanolio tirpalas ir dejonizuotas vanduo, II grynumo laipsnis. Taip pat buvo paruošti liofilizuotų pipirmėčių ir katžolių lapų ekstraktai, kaip aprašyta anksčiau.

Kalibravimo kreivės sudarymui buvo naudotas standartinis 1 mg/ml galo rūgšties tirpalas, etanolinių galo rūgšties tirpalų koncentracijų intervalas nuo 0 iki 0,1 mg/ml. 1 ml kiekvienos koncentracijos etaloninio galo rūgšties tirpalo sumaišytas su 5 ml paruošto Folin-Ciocalteu (FCR) reagento (reagentas praskiestas dejonizuotu vandeniu 1:10) ir įpilta 4 ml 7,5 proc. natrio karbonatas. Mėginiai inkubuoti kambario temperatūroje 30 min. ir UV/RŠ spektrofotometru (UV5) išmatuota šviesos sugertis esant λ=765 nm bangos ilgiui naudojant 10 mm optinio stiklo kiuvetę. Bendro polifenolinių junginių kiekio nustatymui naudotas 1 ml paruoštų tiriamųjų ekstraktų. Bendras polifenolinių junginių kiekis išreikštas galo rūgšties ekvivalentu (GAE) gramui augalinės žaliavos (mg/g), naudojantis galo rūgšties kalibravimo kreivės tiesinės regresijos lygtimi ($y = 9,3626x + 0,0058$, $R^2=0,9989$), apskaičiuojamas pagal formulę

$$GAE = \frac{c \cdot V \cdot SF}{m} (mg/g),$$

kurioje: c – galo rūgšties koncentracija pagal kalibravimo kreivę (mg/ml); V – ekstrakto tūris (ml); SF – ekstrakto skiedimo faktorius; m – mėginio masė (g).

Antioksidacinis aktyvumas nustatytas naudojant 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo (DPPH•)

radikalų surišimo metodą (Kedare ir Singh, 2011). Tai elektronų perdavimo reakcijomis pagrįstas DPPH• radikalų surišimo metodas. 50 µl tiriamojo etanolinio (70 proc. (V/V)) ekstrakto mėgintuvelyje sumaišoma su 3 ml 6·10⁻⁵ M DPPH• tirpalo. Taip pat paruošiamas tuščias mėginys su 50 µl 70 proc. (V/V) etanolio ir 3 ml 6·10⁻⁵ M DPPH• tirpalo. Spektrofotometru (UV5) išmatuojamas mėginių šviesos sugerties dydžio sumažėjimas po 30 min., esant 520 nm bangos ilgiui. Paruošto 6·10⁻⁵ M DPPH• tirpalo šviesos sugertis išmatuojama po 30 min. Palyginamasis tirpalas – 70 proc. (V/V) etanolio. Antiradikalinis ekstraktų aktyvumas išreiškiamas surišto DPPH• procentais: $Antioksidacinis\ aktyvumas = \left(\frac{A_b - A_a}{A_b}\right) \cdot 100\%$.

A_b– tuščio mėginio šviesos sugertis (t = 0 min);
A_a – mėginio su tiriamuoju ekstraktu šviesos sugertis (po 30 min.).

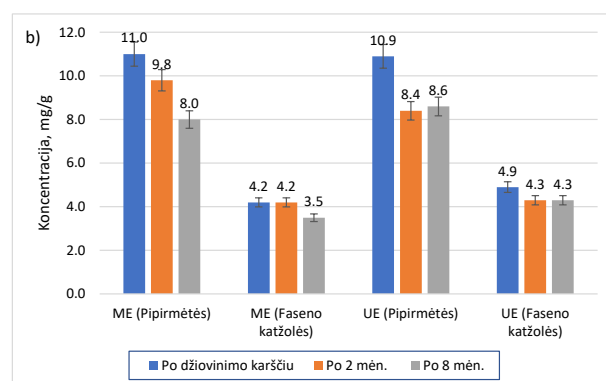
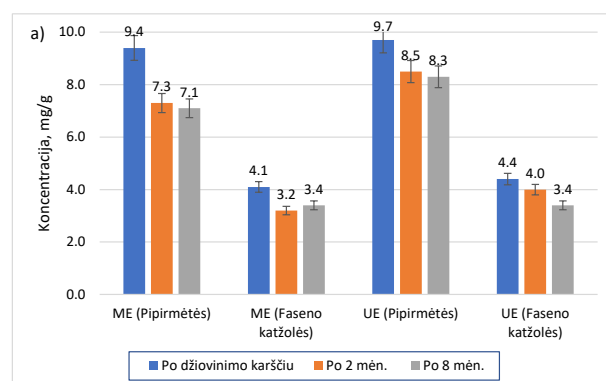
Tyrimo rezultatai

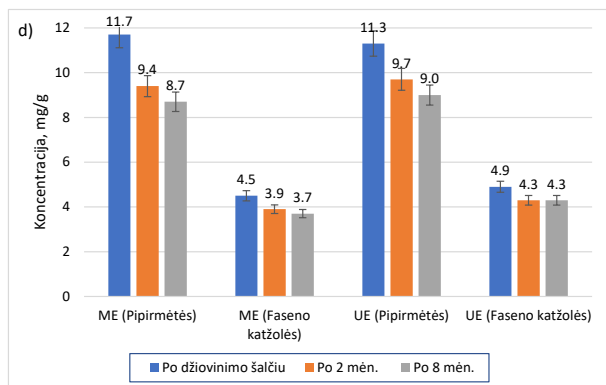
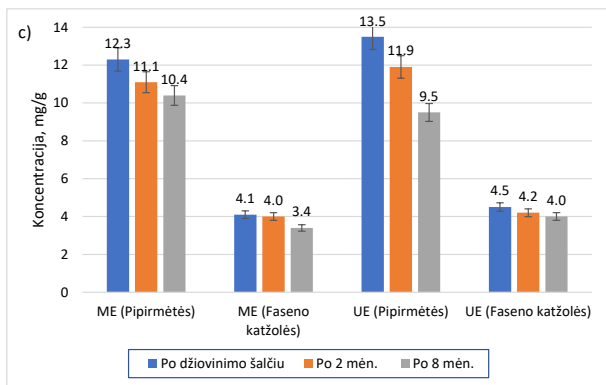
Nustatomas polifenolinių junginių kiekis augalinėje žaliavoje priklauso nuo jos džiovavimo būdo. Tačiau tyrimo rezultatai parodė, kad reikšmingas skirtumas tarp bendro polifenolinių junginio kiekio pipirmėtėse ir faseno katžolėse džiovinant karščiu ir šalčiu, nenustatytas (1 lentelė). Literatūroje pateikiama, kad džiovinant šalčiu gaunamas mažesnis bendras polifenolinių junginių kiekis nei džiovinant karščiu (Papageorgiou ir kt., 2008). Mokslininkai tyrinėjo džiovavimo būdų poveikį notrelinių šeimos augalui *Mentha aquatica* L. ir nustatė, kad didžiausias polifenolinių junginių kiekis gautas *Mentha aquatica* L. išdžiovinus šalčiu, todėl teigė, kad džiovinti šalčiu augalai geriau išlaiko savyje polifenolinius junginius (Safaiee ir kt., 2019).

1 lentelė. Bendras polifenolinių junginių kiekis pipirmėtėse (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolėse (*Nepeta faassenii* L.) iš karto po džiovavimo karščiu ir šalčiu (ME – mechaninė ekstrakcija, UE – ultragarsinė ekstrakcija)

Rūšis	Tirpiklis	Ekstrakto paruošimo būdas	Bendras polifenolinių junginių kiekis, N=3, mg/g	
			Džiovinta karščiu	Džiovinta šalčiu
<i>Mentha piperita</i>	Vanduo	ME	9,4±0,5	12,3±0,6
		UE	9,7±0,5	13,5±0,7
	Etanolis	ME	11,0±0,6	11,7±0,6
		UE	10,9±0,5	11,3±0,6
<i>Nepeta faassenii</i>	Vanduo	ME	4,1±0,2	4,1±0,2
		UE	4,4±0,2	4,5±0,2
	Etanolis	ME	4,2±0,2	4,5±0,2
		UE	4,9±0,2	4,9±0,2

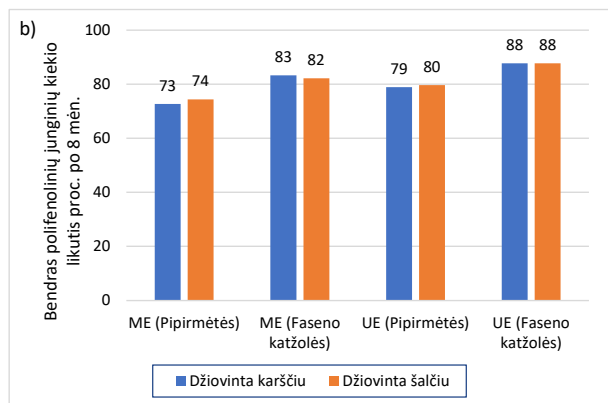
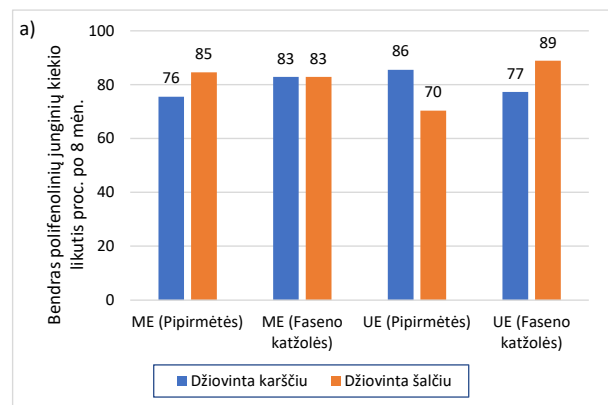
Tyrimo rezultatai rodo (1 pav.), kad bendras polifenolinių junginių kiekis ir antioksidacinis aktyvumas pipirmėtėse ir faseno katžolėse priklauso nuo tirpiklio (vanduo ir 70 proc. etanolis), naudojamo ekstrakcijai. Etanoliniuose ekstraktuose stebimas didesnis bendras polifenolinių junginių kiekis. Džiovintoje karščiu augalinėje žaliavoje daugiausia polifenolinių junginių nustatyta pipirmėtėse (11±0,6 mg/g), o faseno katžolėse – mažiau (apie 4,9±0,2 mg/g). Mokslininkai nustatė, kad *Mentha spicata* L. didžiausias polifenolinių junginių kiekis gaunamas naudojant 50 proc. etanolį (Brahmi ir kt., 2012). Vandeninguose ekstraktuose stebimas šiek tiek mažesnis bendras polifenolinių junginių kiekis. Džiovintose karščiu pipirmėtėse polifenolinių junginių nustatyta apie 9,7±0,5 mg/g, o faseno katžolėse – apie 4,4±0,2 mg/g, ekstrahuojant vandeniu. Literatūroje nurodama, kad *Mentha piperita* L. vandeniniuose ekstraktuose yra 183,2±0,9 mg/g (kilmės šalis Egiptas) (El Makawy ir kt., 2019), 231,4±3,1 mg/g (kilmės šalis Suomija) (Dorman ir kt., 2009), nuo 5,58 iki 36,04 mg/g (kilmės šalis Lenkija). Vertinant tirpiklio įtaką polifenolinių junginių kiekiui džiovintose šalčiu pipirmėtėse ir faseno katžolėse gauti panašūs rezultatai. Kai kuriuose mėginiuose buvo stebimas šiek tiek didesnis šių junginių kiekis, tačiau jis nėra reikšmingas.





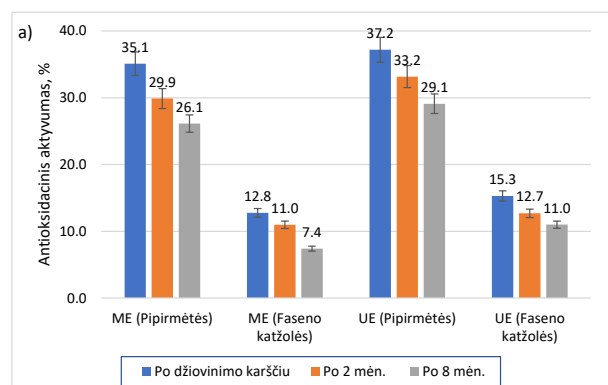
1 pav. Bendrojo polifenolinių junginių kiekio pipirmėtėse (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolėse (*Napeta faassenii* L.) priklausomybė nuo ekstrakcijos sąlygų, N=3 (a ir c – tirpiklis vanduo, b ir d – tirpiklis etanolis, ME – mechaninė ekstrakcija, UE – ultragarsinė ekstrakcija)

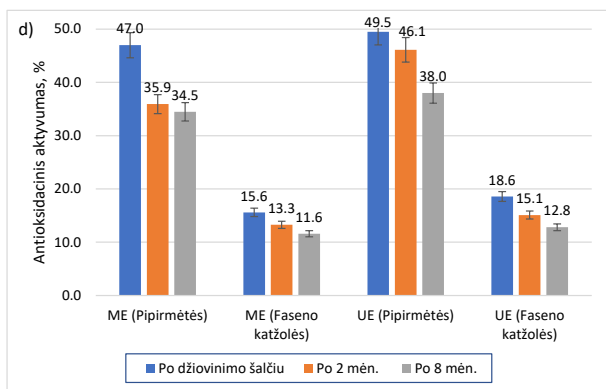
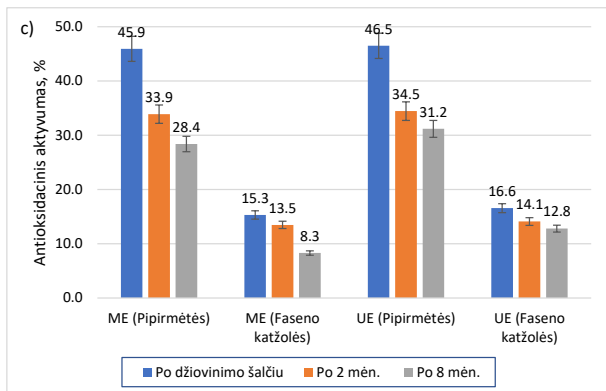
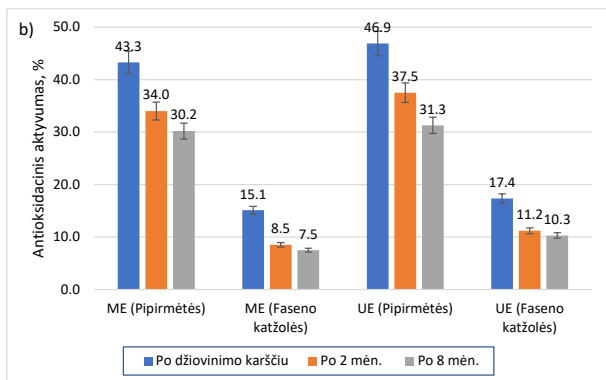
Atlikus bendrojo polifenolinių junginių kiekio tyrimą pipirmėtėse ir faseno katžolėse po 8 mėn. nustatyta, kad šių junginių mažėjo nepriklausomai nuo džiovinimo būdo, naudojamo tirpiklio ir ekstrakcijos metodo (mechaninio ar ultragarsinio) (1 pav.). Naudojant ekstrakcijai vandenį nustatyta, kad džiovintose šalčiu faseno katžolėse po 8 mėn. gaunamas didesnis bendras polifenolinių junginių kiekis, kuris svyruoja nuo 83 iki 89 proc. (2 pav., a), tačiau pipirmėtėse stebimas didesnis šių junginių kiekis tik kai mėginys buvo paruoštas mechaniniu būdu (85 proc.), ultragarsu – gaunama mažiau. Naudojant ekstrakcijai etanolį ryškaus pokyčio tarp pipirmėčių ir faseno katžolių, kurios buvo paruoštos džiovinant karščiu ar šalčiu, nėra. Gaunami labai panašūs rezultatai (2 pav., b). Manoma, kad įtakos turėjo tirpiklis, nes naudojant etanolį išekstrahuojama daugiau polifenolinių junginių.



2 pav. Bendrasis polifenolinių junginių kiekio likutis po 8 mėn. pipirmėtėse (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolėse (*Napeta faassenii* L.) pagal džiovinimo būdą, N=3 (a – tirpiklis vanduo, b – tirpiklis etanolis, ME – mechaninė ekstrakcija, UE – ultragarsinė ekstrakcija)

Lyginant tyrimo rezultatus, kai augalinės žaliavos ekstraktai buvo paruošti mechaniniu (ME) ir ultragarsiniu būdu (UE), iš 1 pav. matyti, kad ruošiant ekstraktus ultragarsu išekstrahuojama nors ir nežymiai, bet daugiau polifenolinių junginių, nes pati augalinė žaliava yra labiau susmulkinama ir efektyviau vyksta ekstrakcija.



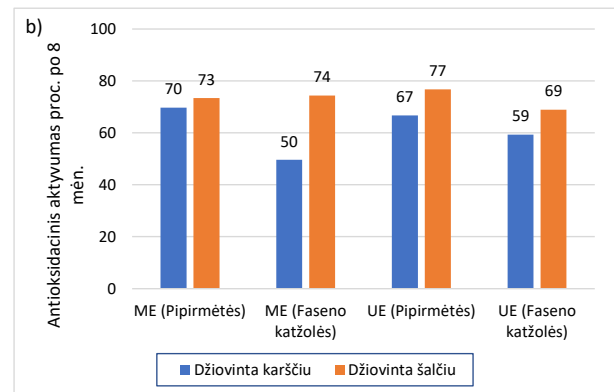
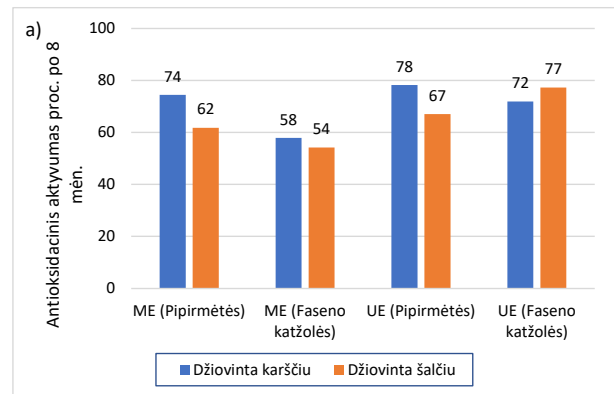


3 pav. Antioksidacinio aktyvumo pipirmėtėse (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolėse (*Napeta faassenii* L.) priklausomybė nuo ekstrakcijos sąlygų, N=3 (a ir c – tirpiklis vanduo, b ir d – tirpiklis etanolis, ME – mechaninė ekstrakcija, UE – ultragarsinė ekstrakcija)

Išdžiovintus karščių ir ekstrahuojant ultragarsu faseno katžolės, jų etanoliniuose ekstraktuose nustatyta 1,2 karto daugiau polifenolinių junginių nei ekstrahuojant mechaniniu būdu.

Iš 3 pav. a ir b matoma, kad ekstrahuojant etanoliumi antioksidacinis aktyvumas (AA) džiovintose karščiu pipirmėtėse yra 1,2 karto didesnis nei ekstrahuojant vandeniu. Panaši tendencija stebima ir džiovintose karščiu faseno katžolėse. Mechanškai ekstrahuojant džiovintus karščiu pipirmėtės, jų antioksidacinis aktyvumas per 8 mėn. pasikeitė nuo 35,1 iki 26,1 proc. vandeniniuose ekstraktuose ir nuo 43,3 iki 30,2 proc. – etanoliniuose ekstraktuose, o ekstrahuojant ultragarsu AA sumažėjo nuo 37,2 iki 29,2 proc. vandeniniuose ekstraktuose, nuo 46,9 iki

31,3 proc. – etanoliniuose ekstraktuose. Faseno katžolėse AA stebimas apie 3 kartus mažesnis nei pipirmėtėse. Ekstrahuojant mechanškai džiovintus karščiu faseno katžolės, jų AA per 8 mėn. sumažėjo nuo 12,8 iki 7,4 proc. vandeniniuose ekstraktuose ir nuo 15,1 iki 7,5 proc. – etanoliniuose ekstraktuose, o ekstrahuojant ultragarsu, nuo 15,3 iki 11,0 proc. – vandeniniuose ekstraktuose ir nuo 17,4 iki 10,3 proc. – etanoliniuose ekstraktuose.



4 pav. Antioksidacinis aktyvumas po 8 mėn. pipirmėtėse (*Mentha piperita* L.) ir faseno katžolėse (*Napeta faassenii* L.) priklausomai nuo ekstrakcijos metodo, N=3 (a – tirpiklis vanduo, b – tirpiklis etanolis, ME – mechaninė ekstrakcija, UE – ultragarsinė ekstrakcija)

Tačiau džiovintose šalčiu pipirmėtėse ir faseno katžolėse antioksidacinis aktyvumas yra labai panašus lyginant tarpusavyje vandeninius ir etanolinius ekstraktus (2 pav. c ir d). Mechanškai ekstrahuojant pipirmėtės, jų AA per 8 mėn. sumažėjo nuo 45,9 iki 28,4 proc. vandeniniuose ekstraktuose ir nuo 47,0 iki 34,5 proc. – etanoliniuose ekstraktuose, o ekstrahuojant ultragarsu AA mažėjo nuo 46,5 iki 31,2 proc. vandeniniuose ekstraktuose, nuo 49,5 iki 38,0 proc. – etanoliniuose ekstraktuose. Mechanškai ekstrahuojant šalčiu džiovintus faseno katžolės AA sumažėjo nuo 15,3 iki 8,3 proc. vandeniniuose ekstraktuose ir nuo 15,6 iki 11,6 proc. – etanoliniuose ekstraktuose. Panašūs rezultatai atsikartoja ultragarsu ekstrahuojant faseno katžolės, AA sumažėjo nuo 16,6 iki 12,8 proc.

vandeniniuose ekstraktuose ir nuo 18,6 iki 12,8 proc. – etanoliniuose ekstraktuose. Literatūroje pateikiama, kad pipirmėtėse AA yra nuo 58,6 iki 59,6 proc., ekstrakcijai naudojant 95 proc. etanolį (Roshanpour ir kt., 2023).

Ištyrus antioksidacinį aktyvumą po 8 mėn., nustatyta, kad džiovintos karščiū pipirmėtės ir faseno katžolės pasižymi didesniu antioksidaciniu aktyvumu (AA) nei džiovintos šalčiu, kai ekstrakcijai naudojamas tirpiklis vanduo (4 pav. a). Tą pačią tendenciją pastebėjo mokslininkai tirdami *Mentha piperita* L. savybes (Miser, Salihoğlu ir kt., 2022). Tačiau ekstrakcijai naudojant etanolį (4 pav. b), nustatyta, kad šiek tiek didesniu antioksidaciniu aktyvumu pasižymi pipirmėtės ir faseno katžolės, kurios buvo džiovintos šalčiu.

Polifenoliniai junginiai sudaryti iš vieno arba kelių benzeno žiedų, prie kurių yra prijungtos labai reaktyvios -OH grupės, o nuo jų ir priklauso šių junginių stabilumas (Deng ir kt., 2018). Literatūroje nurodama, kad polifenoliniai junginiai jautrūs temperatūrai ir pH (Zapata ir kt., 2022).

Manoma, kad džiovinant šalčiu gaunamas didesnis AA dėl to, kad džiovinant šiuo būdu išsaugomas didesnis polifenolinių junginių kiekis, t. y., mažiau šių junginių suyra, o būtent nuo jų ir priklauso antioksidacinis aktyvumas.

Literatūra

1. Aggarwal, B. B., Kunnumakkara, A. B. (2009). *Molecular Targets and Therapeutic Uses of Spices: Modern Uses for Ancient Medicine Spices*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
2. Arumugam, P., Priya, N. G., Subathra, M., Ramesh, A. (2008). Anti-inflammatory Activity of Four Solvent Fractions of Ethanol Extract of *Mentha Spicata* L. Investigated on Acute and Chronic Inflammation Induced Rats. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 26(1), 92–95.
3. Brahmi, F., Madani, K., Dahmoune, F., Rahmani, T., Bousbaa, K., Oukmanou, S., Chinane, M. (2012). Optimisation of Solvent Extraction of Antioxidants (Phenolic Compounds) From Algerian Mint (*Mentha spicata* L.). *Pharmacognosy Communications*, 2(4), 73–86.
4. Deng, J., Yang, H., Capanoglu, E., Cao, H., Xiao, J. (2018). Technological Aspects and Stability of Polyphenols. In *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications* (pp. 295–323). Woodhead Publishing.
5. Dorman, H. J. D., Koşar, M., Başer, K. H. C., Hiltunen, R. (2009). Phenolic Profile and Antioxidant Evaluation of *Mentha X Piperita* L. (peppermint) Extracts. *Natural Product Communications*, 4(4), 535–542.
6. El Makawy, A. I., Ibrahim, F. M., Abdel-Aziem, S. H. (2019). Assessment of *Satureja Montana* L. and *Mentha Piperita* L. Antioxidant Activity, Cytotoxicity and Pattern of Apoptotic Gene

Išvados

Tyrimu nustatyta, kad išekstrahuojamas polifenolinių junginių kiekis priklauso nuo naudojamo tirpiklio. Šių junginių didesnis kiekis išekstrahuojamas etanolio nei vandeniu. Augalinės žaliavos, džiovintos karščiū, etanoliniuose ekstraktuose didžiausias polifenolinių junginių kiekis nustatytas pipirmėtėse ($11 \pm 0,6$ mg/g), o faseno katžolėse – mažiau (apie $4,9 \pm 0,2$ mg/g).

Lyginant ekstrakcijos metodų įtaką, nustatyta, kad vandeniniuose ekstraktuose daugiau polifenolinių junginių išekstrahuojama ultragarsu nei mechaniniu būdu: džiovintose karščiū faseno katžolėse – 1,2 karto, džiovintose karščiū pipirmėtėse – 1,03 karto, džiovintose šalčiu faseno katžolėse ir pipirmėtėse – 1,1 karto.

Nustatyta, kad po 8 mėn. antioksidacinis aktyvumas mažėjo. Ištirta, kad etanoliniuose ekstraktuose nustatytas didesnis antioksidacinis aktyvumas džiovintose šalčiu nei karščiū pipirmėtėse ir faseno katžolėse: pipirmėtėse – 1,04 karto (mechaninė ekstrakcija) ir 1,15 karto (ultragarsinė ekstrakcija); faseno katžolėse – 1,48 karto (mechaninė ekstrakcija) ir 1,17 karto (ultragarsinė ekstrakcija).

- Expression in Hepatoma Cells. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 12(3).
7. Fecka, I., Turek, S. (2007). Determination of water-soluble Polyphenolic Compounds in Commercial Herbal Teas from Lamiaceae: Peppermint, Melissa, and Sage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26), 10908–10917.
8. Hernandez-Leon, A., Moreno-Pérez, G. F., Martínez-Gordillo, M., Aguirre-Hernández, E., Valle-Dorado, M. G., Díaz-Reval, M. I., González-Trujano, M. E., Pellicer, F. (2021). Lamiaceae in Mexican Species, a Great but Scarcely Explored Source of Secondary Metabolites with Potential Pharmacological Effects in Pain Relief. *Molecules*, 26(24), 7632.
9. Hinkov, A., Angelova, P., Marchev, A., Hodzhev, Y., Tsvetkov, V., Dragolova, D., Todorov, D., Shishkova, K., Kapchina-Toteva, V., Blundell, R., Shishkov, S., Georgiev, M. (2020). *Nepeta Nuda* ssp. *Nuda* L. Water Extract: Inhibition of Replication of Some Strains of Human Alpha Herpes Virus (genus simplex virus) in Vitro, Mode of Action and NMR-based Metabolomics. *Journal of Herbal Medicine*, 21, 100334.
10. Jurkevičiūtė, J., Ružienė, N. (2021). Hibridinių šermukšnių vaisių kokybinių rodiklių pokyčiai laikymo metu. *Mokslo Taikomieji Tyrimai Lietuvos Kolegijose*, 17(1), 7–13.
11. Kedare, S. B., Singh, R. P. (2011). Genesis and Development of DPPH Method of Antioxidant

- Assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412.
12. Khan, T., Khan, A., Mashwani, Z.-U.-R., Ullah, N., Nadhman, A. (2021). Therapeutic Potential of Medicinal Plants Against COVID-19: the Role of Antiviral Medicinal Metabolites. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 31, 1878–8181.
 13. Kuete, V. (2017). *Medicinal Spices and Vegetables from Africa: Therapeutic Potential against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases*. Academic Press.
 14. Marchioni, I., Najar, B., Ruffoni, B., Copetta, A., Pistelli, L., Pistelli, L. (2020). Bioactive Compounds and Aroma Profile of Some Lamiaceae Edible Flowers. *Plants*, 9(6), 691.
 15. Miser Salihoğlu, E., Simsek, B., Çayır, E., Akaydin, S. (2022). Comparison of the Phenolic Content and Antioxidant Activity in Peppermint Plant According to the Drying Method. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 46(2), 418–431.
 16. Papageorgiou, V., Mallouchos, A., Komaitis, M. (2008). Investigation of the Antioxidant Behavior of Air and freeze-dried Aromatic Plant Materials in Relation to their Phenolic Content and Vegetative Cycle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5743–5752.
 17. Radulović, N., Blagojević, P. D., Rabbitt, K., De Sousa Menezes, F. (2011). Essential Oil of *Nepeta x Faassenii* Bergmans ex Stearn (*N. Mussinii* Spreng. x *N. Nepetella* L.): A Comparison Study. *Natural Product Communications*, 6(7), 1015–1022.
 18. Roshanpour, S., Tavakoli, J., Beigmohammadi, F., Alaei, S., Mousavi Khaneghah, A. (2023). Extraction of Phenol Compound from *Mentha Piperita* by Ultrasonic Waves based on a Response Surface Methodology. *Food Science & Nutrition*, 11(2), 613–626.
 19. Safaiee, P., Taghipour, A., Vahdatkhoram, F., Movagharnejad, K. (2019). Extraction of Phenolic Compounds from *Mentha Aquatica*: the Effects of Sonication Time, Temperature and Drying Method. *Chemical Papers*, 73(12), 3067–3073.
 20. Sharma, A., Cooper, R., Bhardwaj, G., Cannoo, D. S. (2021). The Genus *Nepeta*: Traditional Uses, Phytochemicals and Pharmacological Properties. *Journal of Ethnopharmacology*, 268, 113679.
 21. Spirling, L. I., Daniels, I. R. (2001). Botanical Perspectives on Health Peppermint: More than Just an After-dinner Mint. *Journal of The Royal Society for the Promotion of Health*, 121(1), 62–63.
 22. Twaij, B. M., Hasan, M. N. (2022). Bioactive Secondary Metabolites from Plant Sources: Types, Synthesis, and Their Therapeutic Uses. *International Journal of Plant Biology*, 13(1), 4–14.
 23. Zapata, J. E., Sepúlveda, C. T., Álvarez, A. C. (2022). Kinetics of the Thermal Degradation of Phenolic Compounds from *Achiote* Leaves (*Bixa orellana* L.) and its Effect on the Antioxidant Activity. *Food Science and Technology*, 42, e30920.
 24. Živković, J. N., Živković, S., Šiler, B., Aničić, N., Dmitrović, S., Rankov, A. D., Giba, Z., Mišić, D. (2018). Differences in Bioactivity of Three Endemic *Nepeta* Species Arising from Main Terpenoid and Phenolic Constituents. *Archives of Biological Sciences*, 70(1), 63–76.

COMPARISON OF THE QUANTITY AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN PEPPERMINT (*MENTHA PIPERITA* L.) AND CATNIP (*NEPETA FAASSENII* L.) EXTRACTS

Summary

Polyphenolic compounds are a group of biologically active compounds found in plants. These compounds are currently receiving considerable attention due to their inherent antioxidant, antimicrobial, anticarcinogenic, anti-inflammatory, and other properties. Such compounds are abundant in plants of the *Lamiaceae* family: peppermint (*Mentha piperita* L.) and faassena catnip (*Nepeta faassenii* L.), which can be used as functional foods and in the cosmetic industry, e.g., for producing essential oils, etc. Catnip and peppermint are rich in terpenes, polyphenolic acids, and their derivatives that have beneficial physiological effects on the human body. This study aims to determine the variation of polyphenolic compounds and antioxidant activity in peppermint and faassena catnip extracts depending on drying the plants at different times and using various methods. The total content of polyphenolic compounds and the antioxidant activity were determined by the DPPH[•] radical scavenging method. The study shows that the extraction method and the solvent used influence the total polyphenolic compounds in peppermint and faassena catnip. However, they do not depend on the drying method. When the effect of the solvent on the extracts of heat-dried peppermint and faassena catnip was investigated, it was found that the total amount of polyphenolic compounds extracted was lower when water was used as a solvent rather than ethanol; meanwhile, the effect of solvent on the cold-dried plant material was insignificant. For the different extraction methods, it was observed that ultrasonic extraction resulted in higher extraction of polyphenolic compounds than mechanical extraction: 1.2 time in heat-dried catnip, 1.03 time in heat-dried peppermint, and 1.1 time in aqueous extracts of cold-dried faassena catnip and peppermint. Similar results are observed for extraction with ethanol. The investigation results after 8 months showed a decrease in total polyphenolic compounds, irrespective of the drying and extraction method. A study carried out after 8 months showed a decrease in total polyphenolic compounds, irrespective of the drying and extraction method. The antioxidant activity is higher in heat-dried peppermint and faassena catnip (ethanol extracts), while in cold-dried peppermint, there is no significant change when comparing ethanol and water extracts. It was also found that the antioxidant activity decreased after 8 months, as did the total content of polyphenolic compounds.

Keywords: *Mentha piperita* L., *Nepeta faassenii* L., polyphenolic compounds, antioxidant activity

Informacija apie autores

Jolanta Jurkevičiūtė. Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Chemijos ir maisto technologijos katedros lektorė. Mokslinių tyrimų kryptis: chemija.

El. pašto adresas: j.jurkeviciute@atf.viko.lt

Ingrida Radveikienė. Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Chemijos ir maisto technologijos katedros lektorė. Mokslinių tyrimų kryptis: chemija.

El. pašto adresas: i.radveikiene@atf.viko.lt

Nijolė Ružienė. Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Chemijos ir maisto technologijos katedros lektorė. Mokslinių tyrimų kryptis: chemija.

El. pašto adresas: n.ruziene@atf.viko.lt