

Raudonžiedžio snapučio (*Geranium sanguineum* L.) introdukcija, biologiškai veiklių junginių dinamika vegetacijos metu Lietuvoje

Sandra Saunoriūtė¹, Audrius Maruška², Ona Ragažinskienė¹, Erika Šeinauskienė¹

Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodas¹, Vytauto Didžiojo universitetas²

Tyrimo objektas – raudonžiedis snaputis (*Geranium sanguineum* L.) snaputinių (*Geraniaceae* Juss.) šeimos daugiamečių žolinis augalas nuo 2006 metų introdukuojamas Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sode, Vaistinių ir prieskoninių augalų kolekcijų sektoriaus vaistinių augalų kolekcijoje. 2016–2017 m. VDU Gamtos mokslų fakulteto Instrumentinės analizės Atviros prieigos centre atlikta raudonžiedžio snapučio antžeminės dalies žaliavos kiekybė ir kokybė biologiškai veiklių junginių analizė, taikant spektrofotometrijos ir dujų chromatografijos – masių spektrometrijos metodus. Fitocheminių tyrimų duomenimis: *G. sanguineum* antžeminėje dalyje žydėjimo pradžioje nustatytas didžiausias nelakųjų biologiškai veiklių – fenolinių junginių kiekis (54,43 RE mg g⁻¹) ir antioksidacinis aktyvumas (47,31 RE mg g⁻¹). Didžiausias lakųjų junginių kiekis nustatytas intensyvaus augimo metu 96,33x10⁵, mažiausias žydėjimo pabaigoje 21,87 x10⁵, dominuoja 7 pagrindiniai lakieji komponentai: gerkakronas, gerkakronas B ir D, biciklogermakronas, β–kariofilenas, γ–elemenas, β–burbonenas.

Tikslinga raudonžiedžio snapučio (*Geranium sanguineum* L.) antžeminės dalies vaistinę augalinę žaliavą ruošti intensyvaus augimo pabaigoje – žydėjimo metu, kai augaluose susikaupia maksimalus biologiškai veiklių junginių kiekis.

Geranium sanguineum L., introdukcija, biologiškai veiklieji junginiai

Įvadas

Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, kasmet vaistinių augalų ir jų augalinės žaliavos poreikis didėja. XXI a. šios problemos sprendimui svarbų vaidmenį turi vaistinių (aromatinių) augalų ir jų biologiškai veiklių junginių įvairovės gausinimas ir tyrimai introdukcijos metu botanikos sodų vaistinių augalų kolekcijose (Haddad et al., 2005; Ragažinskienė, Maruška, 2011).

Vaistiniai (aromatiniai) augalai plačiai naudojami ligų gydymui bei profilaktikai, siekiant sustiprinti organizmą, jo imuninę sistemą, todėl labai svarbu tirti vaistinius augalus ir juose susikaupusius biologiškai veikliuosius junginius, kurie naudojami medicinoje ir farmacijoje. Biologiškai veiklių junginių kaupimasis priklauso nuo augalo rūšies, jo amžiaus, augimo ypatumų atskirais vegetacijos tarpsniais, nuo meteorologinių ir edafinių veiksnių.

Tyrimo objektu pasirinktas raudonžiedis snaputis (*Geranium sanguineum* L.) – (*Geraniaceae* Juss.) šeimos daugiamečių žolinis augalas, kurio aukštis 20–50 cm. Augalo stiebas kelis kartus dvišakai, plačiai išsišakojęs. Lapai apskritos formos, giliai plaštakiškai suskaldyti siauromis šakotomis skiltelėmis, kotuoti, priešiniai. Augalo lapai ir stiebai yra plaukuoti. Raudonžiedis snaputis žydi birželį – rugpjūtį. Žiedai raudonos spalvos, ilgakočiai, pavieniai lapų pažastyse; 2,5–4 cm skersmens, sudaryti iš 5 vainiklapių. Rudenį, praėjus pirmosioms šalnoms augalų stiebai ir lapai paraudonuoja, šakniastiebio vidus irgi tampa rausvas. Vaisius – skeltavaisis. Dauginasi sėklomis. Savaimė auga ir yra paplitęs beveik visoje Europoje, Mažojoje Azijoje. Lietuvoje aptinkamas mišriuose miškuose, šviesiuose pušynuose, pamiškėse, šlaituose, miško aikštelėse (Gudžinskas, 1999; Vilkonis, 2008).

Fitocheminių tyrimų duomenimis *G. sanguineum* antžeminėje dalyje kaupiasi flavonoidai (0,17%), taninai (34,0%), katechinai (2,91%). Pagrindiniai eterinio aliejaus komponentai: morinas, myricetinas, kemferolis, apigeninas, kavos rūgštis, elaginė rūgštis, kvino rūgštis (Radulović et al., 2012).

Raudonžiedžio snapučio šaknys naudojamos bulgarų liaudies medicinoje. Šios rūšies augalų šaknys vartojamos esant viduriavimui, skrandžio ir žarnų katarui, kraujavimui. Etanolinės šaknų ištraukos pasižymi priešušdegiminėmis, priešinfekcinėmis ir antimikrobinėmis savybėmis, naudojamos, kaip prevencinė priemonė nuo radiacijos. Nustatyta, kad *G. sanguineum* vaistinėje augalinėje žaliavoje esantis polifenolių kompleksas slopina gripo virusų dauginimąsi, o vandeniniai ekstraktai slopina 1 ir 2 tipo herpes simplex viruso replikaciją (Serkedjieva, 1997; Toshkova et al., 2004).

Šio darbo tikslas – *Geranium sanguineum* L. antžeminėje dalyje nustatyti biologiškai veiklių junginių kitimą bei antioksidacinį aktyvumą skirtingais vegetacijos tarpsniais.

Tyrimo objektas – raudonžiedis snaputis (*Geranium sanguineum* L.)

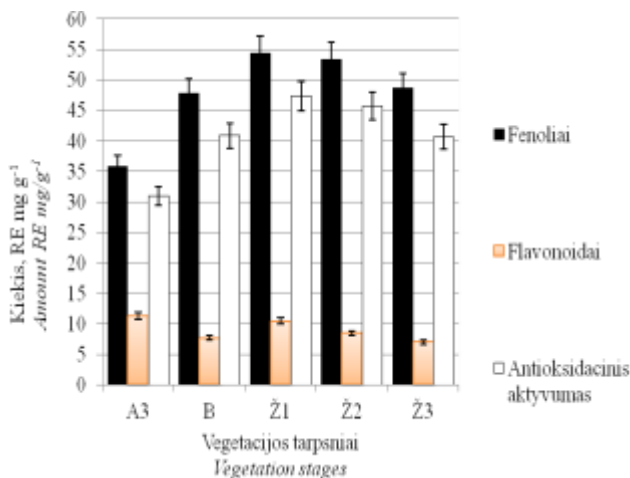
Tyrimų metodika

Nuo 2006 m. iki dabar introdukuojamas raudonžiedis snaputis (*G. sanguineum*) snaputinių (*Geraniaceae*) šeimos daugiamečių žolinis augalas Kaune, Vidurio Lietuvoje, Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sode, Vaistinių ir prieskoninių augalų kolekcijų sektoriaus vaistinių augalų kolekcijoje. Fitocheminei analizei paruošta *G. sanguineum* antžeminės dalies vaistinė augalinė žaliava skirtingais vegetacijos tarpsniais: A3 – intensyvus augimas, B – butonizacija, Ž1 – žydėjimo pradžia, Ž2 – masinis žydėjimas, Ž3 – žydėjimo pabaiga. 2016–2017 m. VDU Gamtos mokslų fakulteto Instrumentinės analizės atviros prieigos centre atlikta raudonžiedžio snapučio antžeminės dalies orausės žaliavos kiekybė ir kokybė nelakųjų ir lakųjų biologiškai veiklių junginių analizė, taikant spektrofotometrijos ir dujų chromatografijos – masių spektrometrijos metodus (Stankevičius ir kt., 2011). Spektrofotometrijos metodu nustatytas bendras fenolinių kiekis, dujų chromatografijos – masių spektrometrijos metodu iširta lakųjų junginių kiekybė ir kokybė. Statistinė duomenų analizė atlikta „Microsoft Excel 2010“ (Microsoft, JAV), „DataApex 2007“ (Čekija), „LabSolutions“ (Schimadzu, Japonija) programinėmis

įrangomis. Visi eksperimentai kartoti 3 kartus ($n=3$). Apskaičiuotas atliktų tyrimų duomenų matematinis vidurkis, santykinis standartinis nuokrypis (SSN). Koreliacijos ryšių stiprumui nustatyti pasirinktas Pirono koreliacijos koeficientas (r) (Čekanavičius, Murauskas, 2000; Maruška, Karnyšova, 2003).

Rezultatai ir aptarimas

Introdukuojamų augalų pritaikymas prie naujų aplinkos sąlygų priklauso nuo jų savybių, susijusių su augimo greičiu, maistinių medžiagų panaudojimo efektyvumu, atsparumu žolėdžiams ir sėklų produkcija bei sklaida (Ricklefs et al., 2008).



1 pav. Bendro fenolinių junginių ir flavonoidų kiekio bei antioksidacinio aktyvumo dinamika *G. sanguineum* L. metanoliniuose ekstraktuose vegetacijos metu (SSN<2,8%, $n=3$). Vegetacijos tarpsniai: A3 – intensyvus augimas, B – butonizacija, Ž1 – žydėjimo pradžia, Ž2 – masinis žydėjimas, Ž3 – žydėjimo pabaiga

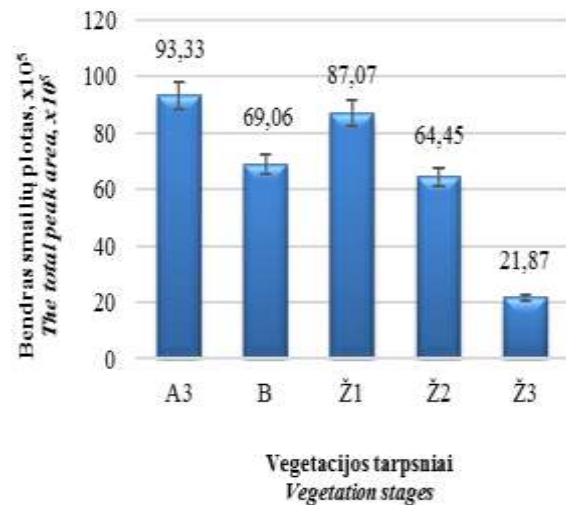
Fig. 1. The total content of phenolic, flavonoid and radical scavenging activity of *Geranium sanguineum* L. methanolic extracts was analysed in different vegetation stages: A3 – intensive growth, B – flower budding, Ž1 – beginning of blossoming, Ž2 – massive blossoming and Ž3 – the end of blossoming (SSN<2,8%, $n=3$)

1 paveiksle pateikti *G. sanguineum* metanolinių ekstraktų spektrofotometrinės analizės rezultatai. Didžiausias bendras fenolinių junginių kiekis (54,43 RE mg g⁻¹) nustatytas žydėjimo pradžioje, masinio žydėjimo metu (53,45 RE mg g⁻¹), žydėjimo pabaigoje (48,65 RE mg g⁻¹). Mažiausias bendras fenolinių junginių kiekis nustatytas intensyvaus augalų augimo metu (35,87 RE mg g⁻¹).

Didžiausias bendras flavonoidų kiekis (11,27 RE mg g⁻¹) nustatytas intensyvaus augimo metu, žydėjimo pradžioje (10,5 RE mg g⁻¹), masinio žydėjimo (8,47 RE mg g⁻¹). Mažiausias (7,04 RE mg g⁻¹) bendras flavonoidų kiekis nustatytas žydėjimo pabaigoje.

Didžiausias antioksidacinis aktyvumas, panaudojant DPPH radikalus nustatytas raudonžiedžio snapučio (*G. sanguineum*) žydėjimo pradžioje (47,31 RE mg g⁻¹), masinio žydėjimo (45,70 RE mg g⁻¹), žydėjimo pabaigoje (40,67 RE mg g⁻¹). Mažiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas intensyvaus augimo metu (30,97 RE mg g⁻¹).

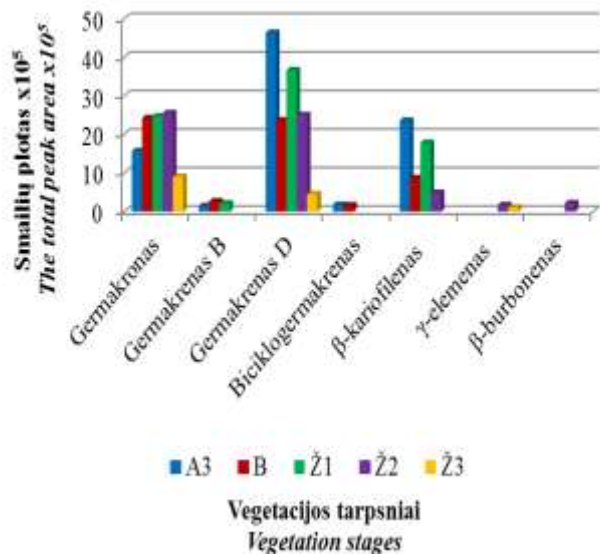
Nustatyta stipri koreliacija tarp antioksidacinio aktyvumo ir bendro fenolių junginių kiekio ($r=0,684$) bei tarp antioksidacinio aktyvumo ir bendro flavonoidų kiekio ($r=0,755$).



2 pav. Bendras *G. sanguineum* L. lakiųjų junginių smailių plotas skirtingu vegetacijos tarpsnių metu rinktoje vaistinėje augalinėje žaliavoje (SSN<5,3%, $n=3$). Vegetacijos tarpsniai: A3 – intensyvus augimas, B – butonizacija, Ž1 – žydėjimo pradžia, Ž2 – masinis žydėjimas, Ž3 – žydėjimo pabaiga

Fig. 2. The total peak area of volatile compounds in *Geranium sanguineum* L. raw material in different vegetation stages A3 – intensive growth, B – flower budding, *Geranium sanguineum* L. Ž1 – beginning of blossoming, Ž2 – massive blossoming and Ž3 – the end of blossoming (SSN<5,3%, $n=3$)

Didžiausias lakiųjų junginių kiekis pagal bendrą smailių plotą nustatytas *G. sanguineum* intensyvaus augimo metu (2 pav.). Iš viso nustatyti 7 skirtingo sulaikymo laiko lakieji junginiai iš kurių dėl standartų trūkumo identifikuoti 5, bendras smailių plotas ($93,33 \times 10^5$). Žydėjimo pradžioje nustatyta 10 skirtingo sulaikymo junginių, o identifikuoti 6, bendras smailių plotas ($87,07 \times 10^5$). Butonizacijos metu nustatyta 11 skirtingo sulaikymo laiko junginių iš kurių 5 identifikuoti, bendras smailių plotas ($69,06 \times 10^5$). Masinio žydėjimo metu nustatyti 9 lakieji junginiai iš kurių 6 identifikuoti, bendras smailių plotas ($64,45 \times 10^5$). Mažiausias lakiųjų junginių kiekis nustatytas *G. sanguineum* žydėjimo pabaigoje, kai iš 7 nustatytų lakiųjų junginių identifikuoti 4, o bendras smailių plotas ($21,8 \times 10^5$).



3 pav. Pagrindinių identifikuotų lakiųjų junginių dinamika *Geranium sanguineum* L. vaistinėje augalinėje žaliavoje Vegetacijos tarpsniai: A3 – intensyvus augimas, B – butonizacija, Ž1 – žydėjimo pradžia, Ž2 – masinis žydėjimas, Ž3 – žydėjimo pabaiga (SSN≤5,1%, n=3)

Fig. 3. The dynamics of the main identified volatile compounds in *Geranium sanguineum* L. raw material in different vegetation stages A3 – intensive growth, B – flower budding, Ž1 – beginning of blossoming, Ž2 – massive blossoming and Ž3 – the end of blossoming (SSN≤5,3%, n=3)

Ištirus *G. sanguineum* chemines savybes, nustatyti septyni pagrindiniai lakieji junginiai: germakronas, germakrenas B, germakrenas D, biciklogermakrenas, β-kariofilenas, γ-elemenas, β-burbonenas. Identifikuotų lakiųjų junginių kiekybinė sudėtis bei jos priklausomybė nuo augalo vegetacijos tarpsnio pateikta 3 paveiksle.

Vyraujantys lakieji junginiai augalinėje žaliavoje – germakronas, germakrenas D. Germakrono kiekis pagal smailių plotą svyravo nuo $(9,06 \times 10^5$ iki $25,62 \times 10^5)$. Didžiausias germakrono kiekis nustatytas masinio žydėjimo metu, o mažiausias žydėjimo pabaigoje. Germakreno D kiekis pagal smailių plotą svyravo nuo $(4,54 \times 10^5$ iki $46,46 \times 10^5)$. Didžiausias germakreno D kiekis nustatytas intensyvaus augimo metu, o mažiausias žydėjimo pabaigoje. Germakreno B kiekis pagal smailių plotą svyravo nuo $(1,51 \times 10^5$ iki $2,72 \times 10^5)$, biciklogermakreno nuo $(1,66 \times 10^5$ iki $1,81 \times 10^5)$, γ-elemenos nuo $(1,07 \times 10^5$ iki $1,74 \times 10^5)$, β-kariofileno nuo $(4,91 \times 10^5$ iki $23,63 \times 10^5)$; β-burbonenas nustatytas tik masinio žydėjimo metu.

Išvados

Nuo 2006 iki 2017 m. Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sode, Vaistinių ir prieskoninių augalų kolekcijų sektoriaus vaistinių augalų kolekcijoje introdukuojamo raudonžiedžio snapučio (*G. sanguineum*) snaputinių

(*Geraniaceae*) šeimos daugiamečio žolinio augalo, antžeminės dalies cheminių savybių tyrimais nustatyta:

1. 2016–2017 m., taikant instrumentinės analizės metodus, *G. sanguineum* antžeminėje dalyje žydėjimo pradžioje nustatytas didžiausias nelakiųjų biologiškai veiklių – fenolinių junginių kiekis ($54,43 \text{ RE mg g}^{-1}$) ir antioksidacinis aktyvumas ($47,31 \text{ RE mg g}^{-1}$).

2. Didžiausias lakiųjų junginių kiekis nustatytas intensyvaus augimo metu $96,33 \times 10^5$, mažiausias žydėjimo pabaigoje $21,87 \times 10^5$, dominuoja 7 pagrindiniai lakieji komponentai: germakronas, germakrenas B ir D, biciklogermakrenas, β-kariofilenas, γ-elemenas, β-burbonenas.

3. Tikslinga raudonžiedžio snapučio antžeminės dalies vaistinę augalinę žaliavą ruošti intensyvaus augimo pabaigoje – žydėjimo metu, kai augaluose susikaupia maksimalus biologiškai veiklių junginių kiekis.

Literatūra

- ÁVILA, M. B., LÚCIO, J. A. G., MENDOZA, N. V., GONZÁLEZ, C.V., ARCINIEGA, M., VARGAS, G. A. *Geranium* species as antioxidants. Oxidative stress and chronic degenerative diseases—A role for Antioxidants, 2013, p. 113–129.
- HADDAD, P. S., AZAR, G. A., GROOM, S., BOIVIN, M. Natural health products, modulation of immune function and prevention of chronic diseases, 2005, Vol 2, Iss 4, p. 513–520.
- HAMMAMI, I., TRIKI, A. M., REBAI, A. Chemical compositions, antibacterial and antioxidant activities of essential oil and various extracts of *Geranium sanguineum* L. flowers. 2011.
- FIZ, O., VARGAS, P., ALARCÓN, M., AEDO, C., GARCÍA, J. L., ALDASORO, J. J. Phylogeny and historical biogeography of *Geraniaceae* in relation to climate changes and pollination ecology. Systematic Botany, 2008, Vol 33, Iss 2, p. 326–342.
- GUDŽINSKAS, Z. Lietuvos induočiai augalai, 1999.–Vilnius.
- MARUŠKA, A., KARNYŠOVA, O. Continuous beds (monoliths): stationary phases for liquid chromatography formed using the hydrophobic interaction-based phase separation mechanism, 2003, Vol 59, Iss 1, p. 1–48.
- RAGAŽINSKIENĖ, O., MARUŠKA, A. Perspektyvių vaistinių augalų cheminės sudėties mokslinių tyrimų raida Vytauto Didžiojo universitete. Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodo raštai, 2011, Vol 15, p. 82–94.
- RAGAŽINSKIENĖ, O., LAPINSKIENĖ, N., KORNYSOVA, O., MARUŠKA, A. Introdukavimo metodų taikymas vaistinių augalų biologinėms savybėms. 2008, Vol 3, Iss 19, p. 113–117.
- SERKADJEVA, J. Antifungal activity of a plant preparation from *Geranium sanguineum*, 1997, Vol 52, p. 799–802.
- TOSHKOVA, R., NIKOLOVA, N., IVANOVA, E., IVANCHEVA, S., SERKADJEVA, J. Pharmazie, 2004, p. 59–150.
- RIJKE, E., OUT, P., NIESSEN, W., ARIESE, F., GOOIJER, C., BRINKMAN, U. Analytical separation and detection methods for flavonoids. 2006, Vol 1112, Iss 2, p. 31–63.
- RADULOVIĆ, N., DEKIC, M., STOJANOVIC-RADIC, Z. Chemical composition and antimicrobial activity of the volatile oils of *Geranium sanguineum* L. and *G. robertianum* L. (*Geraniaceae*). Med. Chem. Res, 2012, Vol 21, p. 601–615.
- STANKEVIČIUS, M., AKUŅECA, I., JAKOBSONE, I., MARUŠKA, A., Comparative analysis of radical scavenging and antioxidant activity of phenolic compounds present in everyday use spice plants by means of spectrophotometric and chromatographic methods, 2011, Vol 34, Iss 11, p. 1261–7.
- VILKONIS, K.K. Lietuvos žaliasis rūbas, 2008, p. 196–197.

Sandra Saunoriūtė, Audrius Maruška, Ona Ragažinskienė, Erika Šeinauskienė

***Geranium sanguineum* L. introduction, biologically active compounds variation during plant vegetation in Lithuania**

Summary

The object of investigation *Geranium sanguineum* L. is a perennial herbaceous plant of *Geraniaceae* family. *G. sanguineum* was introduced in 2006 in Medicinal and spice (aromatic) plants collections of Botanical Garden at Vytautas Magnus University. During the 2016–2017 quantitative and qualitative analysis of biologically active compounds performed in Instrumental Analysis Open Access Center, Faculty of Natural Sciences, of Vytautas Magnus University using spectrophotometry and gas chromatography - mass spectrometry methods. According to phytochemical studies: *G. sanguineum* at the beginning of flowering revealed the highest content of non-volatile biologically active phenolic compounds (54,43 RE mg g⁻¹) and antioxidant activity (47,31 RE mg g⁻¹). The maximum amount of volatile compounds (96,33x10⁵) was determined during the intensive growth, the lowest at the end of flowering was (21,87x10⁵), dominated by 7 main volatile components: germacron, germakren B and D, bicyklogermacrene, β-cariofilen, γ-oleum, β-bourbonen.

It is advisable to prepare medicinal raw material of the *Geranium sanguineum* L. at the end of intense growth - during flowering, when the maximum amount of biologically active compounds is accumulated in plants.

Geranium sanguineum L., introduction., biologically active compounds

Gauta 2018 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.

Ona RAGAŽINSKIENĖ. Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo biomedicinos mokslų daktarė. Adresas: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (+370 37) 295287, El. paštas: ona.ragazinskiene@vdu.lt

Ona RAGAŽINSKIENĖ. Botanical Garden of Vytautas Magnus University, doctor of biomedical sciences. Address: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (+370 37) 295287, email: ona.ragazinskiene@vdu.lt

Audrius MARUŠKA. Vytauto Didžiojo universiteto Gamtos mokslų fakulteto Biologijos katedros profesorius. Adresas: Vileikos g. 8, LT-44404 Kaunas. Tel (+370 37) 327907, El. paštas: audrius.maruska@vdu.lt

Audrius MARUŠKA. Department of Biology of Faculty of Natural Sciences of Vytautas Magnus University, profesor. Adress: Vileikos 8, LT-44044 Kaunas. Tel. (+370 37) 327907, e-mail: audrius.maruska@vdu.lt

Erika ŠEINAUSKIENĖ. Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo vyresnioji botaninių kolekcijų kuratorė, magistrė. Adresas: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (+370 37) 295287, El. paštas: erika.seinauskiene@vdu.lt

Erika ŠEINAUSKIENĖ. Botanical Garden of Vytautas Magnus University, curator, magister. Address: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (+370 37) 295287, email: erika.seinauskiene@vdu.lt

Sandra SAUNORIŪTĖ. Vytauto Didžiojo universiteto botanikos sodo vyresnioji botaninių kolekcijų kuratorė, Vytauto Didžiojo universiteto doktorantė. Adresas: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (+370 37) 295287, El. paštas: sandra.saunoriute@vdu.lt

Sandra SAUNORIŪTĖ. Botanical Garden of Vytautas Magnus University, curator, PhD student of Vytautas Magnus University. Address: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (+370 37) 295287, email: sandra.saunoriute@vdu.lt