

## Erikinių šeimos (*Ericaceae*) augalų žiedus lankantys vabzdžiai paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) brandžiuose medynuose ir jų plynose kirtavietėse

Paulius Miliauskas<sup>1</sup>, Povilas Mulerčikas<sup>2</sup>, Laima Česonienė<sup>1</sup>, Remigijus Daubaras<sup>1</sup>

Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodas<sup>1</sup>, Aleksandro Stulginskio universitetas<sup>2</sup>

Pagrindiniai miško kirtimai, kaip ūkinė veikla, pažeidžia įprastą miško ekosistemos raidą. Didžiausią įtaką turi plynieji kirtimai, kurie drastiškai sutrikdo natūralią ekosistemos pusiausvyrą. Šio darbo tikslas buvo įvertinti vabzdžių apdulkintojų lankymosi dažnumą bei jų rūšinę įvairovę ant *Ericaceae* genties augalų - bruknės (*Vaccinium vitis-idaea* L.), mėlynės (*Vaccinium myrtillus* L.), šilinio viržio (*Calluna vulgaris* L.) brandžiuose pušynuose ir jų plynose kirtavietėse. Tam tikslui, minėtų rūšių žydintys augalai buvo filmuojami vaizdo kameromis po 8 pakartojimus per didžiausio apdulkintojų aktyvumo laiką (nuo 10 iki 16 val.). Kiekvienas filmavimas truko 15 minučių su vienodais intervalais per minėtą laiko tarpą. Nustatyta, kad didžiausias žiedų lankomumas ir didžiausia augalų apdulkintojų įvairovė buvo žydint šiliniam viržiui (*Calluna vulgaris* L.). Kirtavietėje vidutinis žiedo lankymo dažnumas buvo  $5,5 \pm 1,0$ , o brandžiam medyne  $4,3 \pm 0,8$  apsilankymai per 15 min. Mėlynės (*Vaccinium myrtillus* L.) žiedų lankomumas kirtavietėje bei medyne svyravo nuo  $0,8 \pm 0,6$  ir  $0,3 \pm 0,2$  (Dainavos g-ja) iki  $2,1 \pm 0,8$  ir  $1,3 \pm 0,6$  (Kuro g-ja) apsilankymų per 15 min. Žydint bruknei (*Vaccinium vitis-idaea* L.) apdulkintojų aktyvumas brandžiam medyne ( $0,4 \pm 0,2$  apsilankymai per 15 min.) buvo didesnis nei kirtavietėje ( $0,2 \pm 0,1$  apsilankymai per 15 min.). Taip pat pastebėta, kad kirtavietėje žydinčius augalus dažniau lanko bitės (*Apidae* sp.) ir musės (*Syrphidae* sp.), o miške – skruzdėlės (*Formicidae* sp.).

*Vabzdžiai, apdulkintojai, medynas, kirtimai, erikiniai*

### Įvadas

Lietuvoje miškų plotas siekia 2,19 mln. ha, iš kurių 2,09 mln. ha žemė apaugusi mišku (medynai). Miškai šalyje pasiskirstę ne visiškai tolygiai. Didžiausias miškingumas – Dzūkijoje, o mažiausiai miškais turtingas – Suvalkijos kraštas. Valstybės miškingumas pastaruosius dešimtmečius didėjo ir siekia 33,5 % šalies teritorijos (Valstybinė..., 2017).

Lietuvoje didesniąją miškų dalį (55,6 %) sudaro spygliuočių medynai, iš kurių dominuoja pušynai (34,6 %). Per keturiolika metų jų plotas padidėjo 1,7 tūkst. ha. Minkštaisiais lapuočiais apaugę 40,9 % miškų plotų, o kietaisiais lapuočiais – tik 3,9 % (Valstybinė..., 2017).

Miškas Lietuvoje svarbus ekologinių, socialinių ir ekonominių funkcijų požiūriu – tai didžiausias atsinaujinantis aplinkos išteklius. Svarbiausios teikiamos naudos rūšys yra mediena, miškų grybai, uogos, vaistinė žaliava, medžiojamieji žvėrys, rekreacija, anglies dvideginio absorbcija, biologinės įvairovės išsaugojimas, vandens bei dirvožemių apsauga (Mizaras, 2006).

Apskaičiuota Lietuvos miškų ekonominė vertė siekia 4953,2 mln. €, o iš šios sumos mediena - 2035,8 mln. € arba apie 41,1% bendros sumos (Mizaras ir kt., 2014). Brandžiam miške sukaupta mediena yra pagrindinis miško produktas, teikiantis miško savininkui didžiausias tiesiogines pajamas (Lietuvos..., 2016).

Techninę brandą pasiekę medynai kertami pagrindiniais miško kirtimais. Lietuvoje taikomi trys pagrindinių miško kirtimų būdai: plynieji, atvejiniai ir atrankiniai kirtimai. Dažniausiai vykdomi plynieji pagrindiniai miško kirtimai, jie sudaro 71 % visų kirtimų. Šiuo metu vis labiau populiarėja neplynieji pagrindiniai miško kirtimai (Lietuvos..., 2016).

Plynieji miško kirtimai ženkliai sutrikdo natūralią šios ekosistemos pusiausvyrą: pakinta ekologinės sąlygos, susidaro nepalankios atžėlimo sąlygos vertingoms medžių rūšims, šlaituose suintensyvěja erozijos procesai, netenkama medyno – pagrindinio miško ekosistemos komponento (Juodvalkis ir kt., 2009). Plynųjų kirtimų biržėse blogėja vandens nutekėjimo sąlygos, kurios daro

didesnę įtaką dirvožemio drėgmei bei evatranspiracijai (Ruseckas, 2002). Taip pat, kirtimų metu suardoma miško paklotė, dalinai sunaikinami vertingi krūmokšniai bei žinduolių, paukščių, vabzdžių ir kitos miško faunos buveinės. Dėl šios priežasties dalis gyvūnų rūšių išnyksta, dalis pasitraukia, o jų vietą užima kitos rūšys.

Iškelta hipotezė, kad plynieji kirtimai neigiamai paveikia vabzdžių apdulkintojų rūšinę įvairovę bei populiacijos gausumą.

Šio darbo tikslas nustatyti vabzdžių apdulkintojų rūšinę įvairovę, bei lankymosi dažnumą ant skirtingų augalų (bruknės (*Vaccinium vitis-idaea* L.), mėlynės (*Vaccinium myrtillus* L.), šilinio viržio (*Calluna vulgaris* L.)) brandžiuose pušynuose ir jų plynose kirtavietėse.

### Tyrimų metodika

Tyrimai buvo atlikti 2016 m gegužės–rugsėjo mėnesiais. Tirti trys miškų kompleksai esantys Varėnos miškų urėdijos Dainavos girininkijoje, Dubravos eksperimentinės-mokomosios m.u. Kuro girininkijoje ir Švenčionėlių m.u. Labanoro girininkijoje.

*Apdulkintojų registravimas vaizdo kameromis.* Apdulkintojų registravimas vykdomas augalų masinio žydėjimo metu ir tik geromis oro sąlygomis – saulėtomis bei nevėjotomis dienomis. Filmuojama nuo 10.00 iki 16.00 val. Per dieną padaromi 8 įrašai su vienodais laiko intervalais tarp jų. Vieno įrašo trukmė - 15 min. Bendra dienos vaizdo įrašų trukmė - 120 minučių. Vaizdo kameros pastatomos apie 08 - 1,0 m nuo filmuojamo augalo ir užfiksuojamos taip, kad jų šešėlis nekristų ant filmuojamo žiedyno. Objektyvas nustatomas, kad fiksavimo laukas apimtų 5-6 pilnai žydinčius žiedus (mėlynei ir bruknei) arba 2-3 žiedynus (viržiui). Filmavimo vietos parenkamos atsitiktinai.

Darant vaizdo įrašus brandžiuose medynuose palyginimui tuo pačiu metu atliekami tų pačių žydinčių augalų įrašai kirtavietėse (to paties tipo/augavietės) nutolusiuose nuo brandžių medynų ne daugiau kaip 1 km.

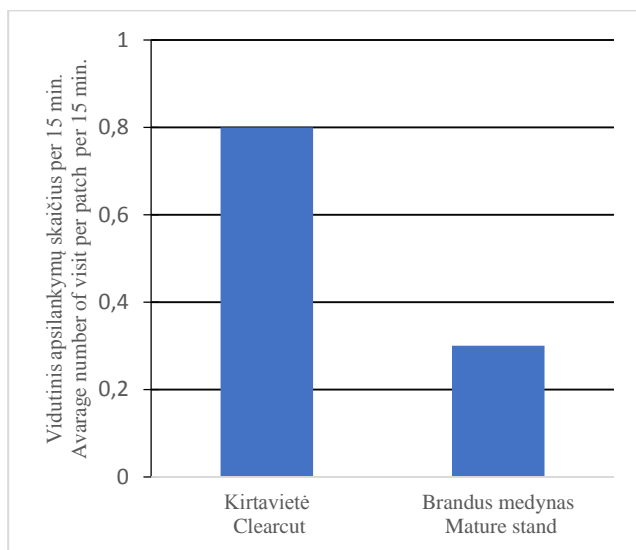
*Vabzdžių apdulkintojų gaudymas.* Vabzdžių apdulkintojų gaudymas vykdomas nuo 11.00 iki 16.00 val.

Apdulkiniojai gaudomi pilnai žydint tiriamiesiems augalams. Tiriamajame plote atsitiktinai parenkama 50 metrų ilgio linija (transekta). Lėtai einant jos viduriu entomologiniu tinkleliu gaudomi visi vabzdžiai abiejose linijos pusėse. Visi sugauti vabzdžiai dedami į mėgintuvėlius su marinimo skysčiu (etilo acetatu) ir užrašoma data, vieta bei laikas. Sugauti vabzdžiai apibūdinami (identifikuojami) laboratorijoje naudojant binokuliarinį mikroskopą ir naudojantis vabzdžių identifikavimo vadovais ir raktais. Apdulkiniojų pavyzdžiai identifikuojami iki rūšies ar bent iki genties.

Duomenų analizė atlikta, naudojant programą STATISTICA (Tarakanovas ir kt. 2003).

## Rezultatai ir aptarimas

Pradėjus tyrimus, pirmoji pražydo mėlynė (*Vaccinium myrtillus* L.). Šio krūmokšnio žydėjimas stebėtas dviejuose tyrimo bareliuose – Dainavos bei Kuro girininkijose. Dainavos girininkijoje išskirtame barelyje mėlynės žiedų lankymo dažnumas buvo  $0,8 \pm 0,6$  kirtavietėje ir  $0,3 \pm 0,2$  brandžiam medyne (1 pav.). Kuro girininkijoje, apsilankymų skaičius per 15 min. ant mėlynės žiedų buvo didesnis nei Dainavos girininkijoje ir siekė kirtavietėje  $2,1 \pm 0,8$  bei brandžiam medyne -  $1,3 \pm 0,6$  (2 pav.). Mėlynės tyrimo bareliuose buvo pastebėta, kad dažniau žiedai yra lankomi plynose kirtavietėse nei brandžiuose medynuose, tačiau nei vienu tirtu atveju skirtumai nebuvo statistiškai patikimi (Dainavos g.,  $p = 0,4475$ ; Kuro g.,  $p = 0,3787$ ).

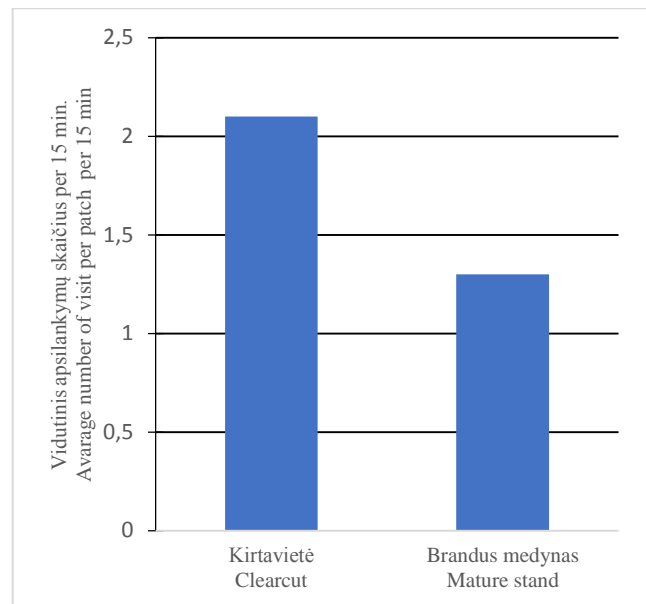


1 pav. Vidutinis vabzdžių apsilankymų skaičius ant mėlynės žiedų per 15 minučių Dainavos girininkijoje.

Fig. 1. Visit frequency (number of visits per patch per 15 min) to flowers of *Vaccinium myrtillus* in clear cut vs. mature pine stands in the Dainavos study site.

Entomologiniu tinkleliu transektoje sugautų vabzdžių pavyzdžiai parodė, kad dažniausiai mėlynės žiedus lanko plėviasparniai: bendruomeninės bitės (žeminė kamanė (*Bombus terrestris*), miškinė kamanė (*B. pratorum*), rudoji kamanė (*B. pascuroum*), medinė kamanė (*B. hypnorum*)); solitarinės bitės (smėliabitės (*Andrena* sp.)); skruzdės (*Formicidae* sp.), klosčiavapsvės (*Vespidae* sp.) taip pat buvo pastebėta dvisparnių būrio atstovų - žiedmusių

(*Syrphidae* sp.). Nepaisant žiedus lankančių vabzdžių rūšinės įvairovės, filmavimų metu dažniausiai (daugiau kaip 95% visų vizitų) užfiksuotos skruzdėlės (*Formicidae* sp.), kurios nektarą naudojo maistui. Nors įprastai nurodoma, kad skruzdėlės yra neefektyvios augalų apdulkiniojos (Puterbaugh, 1998), tačiau dabar manoma, kad jos galbūt yra svarbios augalams, kurie turi lengvai pasiekiamus žiedus, gamina mažą kiekį nektaro ir auga gana tankiai vienoje vietoje (Del Toro et al., 2012). Tokių augalų apibūdinimą atitinka dauguma erikinių (*Ericaceae*) šeimos atstovų.

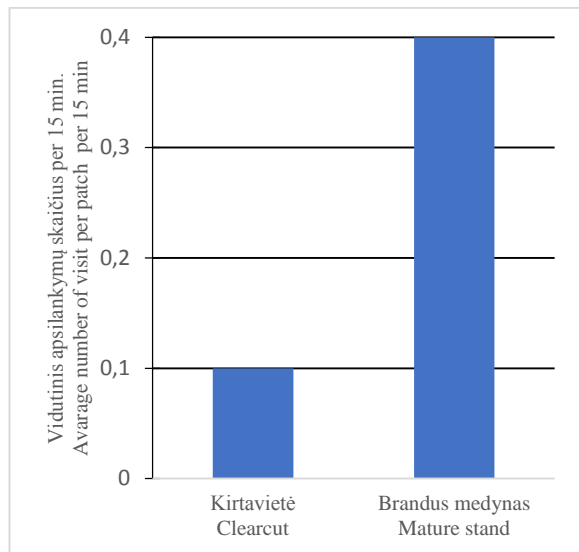


2 pav. Vidutinis vabzdžių apsilankymų skaičius ant mėlynės žiedų per 15 minučių Kuro girininkijoje.

Fig. 2. Visit frequency (number of visits per patch per 15 min) to flowers of *Vaccinium myrtillus* in clear cut vs. mature pine stands in the Kuro study site.

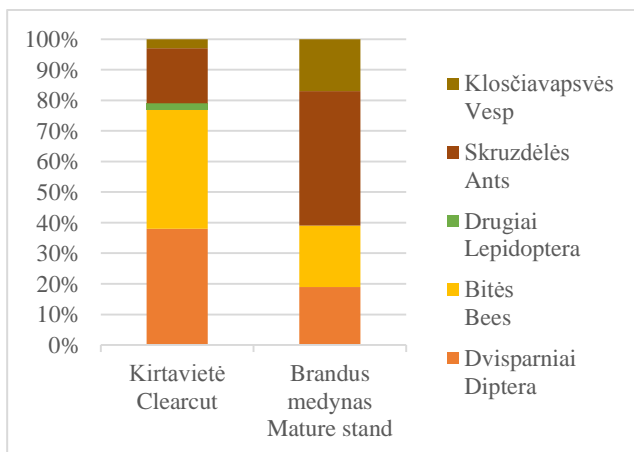
Bruknės (*Vaccinium vitis-idaea* L.) žydėjimas stebėtas Dainavos girininkijoje. Augalo žiedus lankė vien solitarinės bitės (gyvenančios pavieniui), dažniausiai smėliabitės (*Andrena* sp.) Lankomumas buvo ypatingai mažas (kirtavietėje  $0,1 \pm 0,1$  apsilankymų per 15 minučių), šiek tiek didesnis aktyvumas stebėtas brandžiam medyne ( $0,4 \pm 0,1$  apsilankymų per 15 minučių) (3 pav.). Vis dėlto, skirtumai tarp brandaus medyno ir kirtavietės nebuvo statistiškai patikimi ( $p = 0,2782$ ).

Žydint šiliniam viržiui (*Calluna vulgaris* L.) buvo užfiksuotas didžiausias žiedų lankomumas ir gausiausia augalų apdulkiniojų įvairovė. Viržio žiedus lankė įvairūs plėviasparnių būrio atstovai: bendruomeninės bitės (*A. mellifera* ir *Bombus* sp.); solitarinės bitės, dažniausiai smėliabitės (*Andrena* sp.); skruzdės (*Formicidae* sp.); smiltvapsvės (*Sphécidae* sp.); klosčiavapsvės (*Vespidae* sp.); vyčiai (*Ichneumonidae* sp.). Taip pat buvo stebėti drugių būrio atstovai - karpytūnė (*Polygona c-album*), pleštekės (*Nymphalidae* sp.) bei dvisparnių būrio mėsmusių (*Calliphoridae* sp.) bei žiedmusių (*Syrphidae* sp.) šeimos atstovai. Brandžiam medyne užfiksuoti 33 vabzdžiai, o plynose kirtavietėje 26 vabzdžiai. Jų proporcija pagal rūšis lankančias viržio žiedus pateikta 4 paveiksle.



3 pav. Vidutinis vabzdžių apsilankymų skaičius ant bruknės žiedų per 15 minučių Dainavos girininkijoje.

Fig. 3. Visit frequency (number of visits per patch per 15 min) to flowers of *Vaccinium vitis-idaea* L. in clear cut vs. mature pine stands in the Dainavos study site.



4 pav. Viržio žiedus lankančių vabzdžių rūšių pasiskirstymas kirtavietėje ir brandžiame medyne Labanoro girininkijoje.

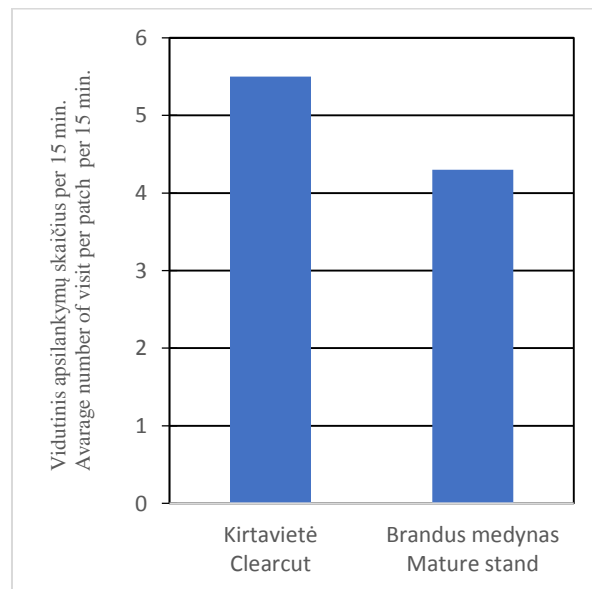
Fig. 4. Proportion of insect visits to flower of *Calluna vulgaris* L. in clear cut vs. mature pine stands in the Labanoro study site.

Dažniausiai viržio žiedus lankė plėviasparnių būrio atstovai: bitės, skrudžėlės ir klosčiavapsvės. Kirtavietėje jų pasiskirstymas pagal rūšis atitinkamai buvo 39 %, 18 % ir 3 %. Plynai iškirstame medyne labai dažnai buvo užfiksuoti dvisparnių būrio atstovai, jie sudarė net 38 % visų rūšių. Čia taip pat buvo stebėti drugių būrio atstovų apsilankymai ant žiedų. Jų dalis pakankamai maža – tik 2 %.

Brandžiame medyne dažniausiai ant žiedų buvo aptinkamos skrudžėlės, jos čia sudarė 44 % visų apsilankymų. Antri pagal dažnumą ant žiedų buvo sutinkama bičių šeimos atstovai, kurie sudarė 20 % visų apsilankymų. Dažnai ant žiedų buvo stebėti dvisparnių būrio atstovai, kurių dalis siekia 19 %. Rečiausiai ant žiedų buvo sutinkamos klosčiavapsvės, jos sudarė 17 % visų apsilankymų. Brandžiame medyne kitaip nei kirtavietėje nebuvo sutinkami drugių būrio atstovai. Vis dėlto, lyginant

vabzdžių rūšis kirtavietėje ir miške pastebėta, kad kirtavietėje žydinčius augalus dažniau lanko bitės ir musės, o miške – skrudžėlės.

Plynoje kirtavietėje ant viržio žiedų fiksuotas  $5,5 \pm 1,0$  vidutinis apsilankymų dažnumas per 15 minučių, o brandžiame medyne lankomumas siekė  $4,3 \pm 0,8$  apsilankymų per 15 minučių (5 pav.).



5 pav. Vidutinis vabzdžių apsilankymų skaičius ant viržio žiedų per 15 minučių Labanoro girininkijoje.

Fig. 5. Visit frequency (number of visits per patch per 15 min) to flowers of *Calluna vulgaris* L. in clear cut vs. mature pine stands in the Labanoro study site.

Nors ir esant pakankamai dideliame vabzdžių aktyvumui, tačiau kaip ir kituose tyrimo bareliuose, taip pat ir čia nebuvo statistiškai patikimo skirtumo tarp plynos kirtavietės ir brandaus medyno ( $p = 0,3594$ ).

## Išvados

1. Pirmaisiais metais po kirtimų nenustatyti patikimi skirtumai tarp vabzdžių apdulkintojų rūšinės įvairovės bei jų populiacijos gausumo brandžiuose medynuose ir kirtavietėse.

2. Didžiausias žiedų lankomumas ir didžiausia augalų apdulkintojų įvairovė nustatyta žydint šiliniam viržiui (*Calluna vulgaris* L.).

3. Mėlynės (*Vaccinium myrtillus* L.) ir viržio (*Calluna vulgaris* L.) žiedai dažniau lankomi kirtavietėje atitinkamai  $0,8 \pm 0,6$ ;  $2,1 \pm 0,8$  ir  $5,5 \pm 1,0$  vabzdžių apsilankymai per 15 minučių, o bruknės (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – brandžiame medyne ( $0,4 \pm 0,1$  vabzdžių apsilankymai per 15 minučių).

4. Mėlynės žiedus dažniausiai lankė skrudžėlės (*Formicidae* sp.) kurių lankomosi dažnumas siekia 95 % visų apsilankymų.

5. Kirtavietėje žydinčius augalus dažniau lanko bitės (*Apidae* sp.) ir musės (*Syrphidae* sp.), o miške – skrudžėlės (*Formicidae* sp.).

**Padėka.** Tyrimą finansuoja Lietuvos mokslo taryba pagal Nacionalinės mokslo programos „Agro, miško ir vandens ekosistemų tvarumas“ projektą MEKODINA (SIT-1/2015).

#### Literatūra

1. DEL TORO, I., RIBBONS, RP., PELINI, SL. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol News*, 2012, 17: 133-146
2. JUODVALKIS, A., KAIRIŪKŠTIS, L. Medynų formavimas ir kirtimai. Kaunas, 2009, p. 224.
3. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. Miško savininko elementorius. Vilnius, 2016, p. 116.
4. MIZARAS, S. Lietuvos miškų metinės naudos bendroji ekonominė vertė. *Miškininkystė*, 2006, Nr. 2 (60), p. 27-34.
5. MIZARAS, S., MIZARAITĖ D. Miškų tvarkymo darnumo ekonominis ir socialinis vertinimas. *Žemės ūkio mokslai*, 2014, Nr. 2, p. 96-108.
6. PUTERBAUGHT, MN. The roles of ants as flower visitors: experimental analysis in three alpine plant species. *Oikos*, 1998, 83(1), p. 36-46.
7. RUSECKAS, J. Miško ir drėgmės sąveika. Kaunas, 2002, p.183.
8. TARAKOVAS, P., RAUDONIUS, S. Agronominių tyrimų duomenų analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, 2003, p. 56.
9. VALSTYBINĖ MIŠKŲ TARNYBA. Lietuvos miškų ūkio statistika 2017. Kaunas, 2017, p. 184..

Paulius Miliauskas, Povilas Mulerčikas, Laima Česonienė, Remigijus Daubaras

#### Effect of forest clear cuts on plant-pollinator visiting ericaceous subshrubs in Lithuanian pine forest

##### Summary

Managed boreal pine forests are subject for regular different cuttings. Clear-cutting cause significant disturbances to forest ecosystems. We were investigated pollination processes of three Ericaceous plant species - *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., and *Calluna vulgaris* L., common subshrubs of pine forest understory to study the impact of forest management (clear cuts) on pollinators visitation and assemblage. We used video cameras for recording plant pollinators in this study. At least 8 observations on cleared-cut areas and mature stands were completed for each species. Video patch took at least 15 min. The one-year studies did not show differences among control mature stands and clear-cut areas in terms of visitation frequency of all species. The highest visit frequency (clear-cut site:  $5,5 \pm 1,0$ , mature stand:  $4,3 \pm 0,8$  number of visits per patch per 15 min) and most diversified pollinator assemblage was recorded for *Calluna vulgaris* L., in Labanoras study site. Visit frequency to flowers of *Vaccinium myrtillus* L., in Dainavos site was  $0,8 \pm 0,6$  clear-cut area and  $0,3 \pm 0,2$  in mature stand visits / patch / 15 min. while visiting frequency in Kuro study site was higher respectively -  $2,1 \pm 0,8$  and  $1,3 \pm 0,6$ . Visit frequency on flowers of *Vaccinium vitis-idaea* L., was low in cleared site  $0,2 \pm 0,1$  visits per patch per 15 min and slightly higher in the mature forest variant ( $0,4 \pm 0,2$ ). Regarding the proportion of visits, the clear-cut site was visited more often by bees (*Apidae* sp.) and flies (*Syrphidae* sp.), whereas ants (*Formicidae* sp.) prevailed in the mature stand

*Insects, pollinator, mature stand, cuttings, ericaceae*

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

**Paulius MILIAUSKAS.** Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos vyresn. botaninių kolekcijų kuratorius. Adresas: Žiliberio g. 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (8 37)29 82 72, el. paštas: [paulius.miliauskas@vdu.lt](mailto:paulius.miliauskas@vdu.lt)

**Povilas MULERČIKAS.** Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto biologijos mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53067 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 22 65, el. paštas: [povilas.mulercikas@asu.lt](mailto:povilas.mulercikas@asu.lt)

**Laima ČESONIENĖ.** Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodo biologijos mokslų daktarė. Adresas: Žiliberio g. 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (8 37)29 82 72, el. paštas: [laima.cesoniene@vdu.lt](mailto:laima.cesoniene@vdu.lt)

**Remigijus DAUBARAS.** Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodo biologijos mokslų daktaras (HP), profesorius. Adresas: Žiliberio g. 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (8 37) 29 82 72, el. paštas: [remigijus.daubaras@vdu.lt](mailto:remigijus.daubaras@vdu.lt)

**Paulius MILIAUSKAS.** Kaunas Botanical Garden of Vytautas Magnus University, senior of batanical collections. Address: Žiliberio g. 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (8 37) 29 82 72, e-mail: [paulius.miliauskas@vdu.lt](mailto:paulius.miliauskas@vdu.lt)

**Povilas MULERČIKAS.** Aleksandro Stulginskis University Faculty of Agronomy Institute of Biology ant Plant Biotechnology, doctor of biomedicine. Address: Studentu 11, LT-53067 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 37) 75 22 65, e-mail: [povilas.mulercikas@asu.lt](mailto:povilas.mulercikas@asu.lt)

**Laima ČESONIENĖ.** Kaunas Botanical Garden of Vytautas Magnus University, doctor of biomedicine. Address: Žiliberio g. 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (837) 29 82 72, e-mail: [laima.cesoniene@vdu.lt](mailto:laima.cesoniene@vdu.lt)

**Remigijus DAUBARAS.** Kaunas Botanical Garden of Vytautas Magnus University, doctor of biomedicine, professor. Address: Žiliberio g. 6, LT-46324, Kaunas, Tel. (8 37) 29 82 72, e-mail: [remigijus.daubaras@vdu.lt](mailto:remigijus.daubaras@vdu.lt)