

Smiltyninio ir miškinio lendrūnų gausumas, biologinės ir cheminės savybės neplynose pušynų kirtavietėse

Jurgita Sasnauskienė,

Vitas Marozas

Aleksandro Stulginskio universitetas,
Studentų g. 11,
LT-53361 Akademija, Kauno r.
El. paštas: jurgita.sasnauskiene@asu.lt

Lietuvos pušynuose plačiai pradėjus taikyti supaprastintus atvejinius kirtimus, kirtavietėse po pirmojo kirtimo atvejo dažnai išplinta lendrūnai (*Calamagrostis epigeyos* (L.) Roth ir *C. arrundinacea* (L.) Roth). Šio darbo tikslas – ištirti smiltyninio ir miškinio lendrūnų gausumo, morfometrinių savybių kitimą po supaprastintų atvejinių kirtimų pušynuose bei cheminę elementinę jų antžeminės ir požeminės dalių sudėtį. Tyrimai atlikti 2011–2012 m. Jonavos miškų urėdijoje. Pušynuose buvo atrinktos kirtavietės, kuriose pirmasis supaprastinto atvejinio kirtimo atvejis vykdytas 2004, 2006, 2008 ir 2010 m. Kirtavietėse buvo nustatytas smiltyninio ir miškinio lendrūnų projekcinis padengimas (procentais), antžeminės ir požeminės dalies masė, išmatuoti ūglių, žiedynų bei lapų parametrai, taip pat atlikta jų požeminės ir antžeminės dalių cheminės sudėties (N, P, K, Ca ir Mg) analizė. Nustatyta, kad atvejinėse kirtavietėse susiformavo retesni smiltyninio lendrūno sąžalynai, tačiau antžeminės ir požeminės jo dalies masė buvo didesnė nei miškinio lendrūno. Tai lėmė stambesni smiltyninio lendrūno ūgliai ir šakniastiebiai. Tankiausi tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų sąžalynai susiformavo 3–4 metų kirtavietėse, o 7–6 metų kirtavietėse lendrūnų tankumas bei ūglių dydis sumažėjo. Smiltyninio lendrūno požeminė dalis susiformavo vėliau nei miškinio lendrūno. Senesnėse kirtavietėse tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų požeminės dalies masė buvo 2 kartus didesnė negu antžeminės dalies. Smiltyninis lendrūnas antžeminėje dalyje sukaupe daugiau makroelementų nei miškinis lendrūnas. Tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų pelenų kiekis buvo didesnis požeminėje dalyje.

Raktažodžiai: atvejiniai kirtimai, *Calamagrostis epigeyos*, *C. arrundinacea*, makroelementai, pušynai

ĮVADAS

Miškas yra sudėtinga ekosistema, kurioje visi miško biocenozės komponentai glaudžiai susiję vienas su kitu. Miškui, kaip ekosistemai, būdingas savitas fizinės aplinkos ir edafinių sąlygų kompleksas. Šių sąlygų kompleksas, o taip pat ir miško ekosistemos biocenozių tarpusavio santykiai, jų kokybinė ir kiekybinė sudėtis keičiasi vykdamas miškuose ūkinę veiklą, ypač atliekant kirtimus (Karazija, 1988).

Lietuvoje vyrauja pušynai, išplitę nederlinguose smėlio ir priemolio dirvožemiuose. Jie suda-

ro apie trečdalį (33,5 %) šalies miškų ir užima 727,1 tūkst. ha (Lietuvos miškų ūkio statistika, 2011). Siekiant sumažinti kirtimų poveikį miško ekosistemoms bei siekiant natūralaus miško atkūrimo šiuo metu pušynuose plačiai vykdomi supaprastinti, B. Labanausko pasiūlyti, dviejų atvejų atvejiniai kirtimai (Labanauskas, Narbutas, 1969).

Kirtavietėse susidaro savitos sąlygos naujai miško kartai atsirasti (Morozova, Gavrilova, 2011). Iš-kirtus medyną, viena iš didžiausių kliūčių miško atkūrimui – kirtavietėse plintantys žoliniai augalai. Atvejinėse kirtavietėse, atlikus pirmąjį atvejį,

dažnai išplinta šviesinės rūšys, kurios po medyno danga auga pavieniui. Lietuvoje dažniausiai išplinta smiltyninis *Calamagrostis epigeyos* (L.) Roth ir miškinis *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth lendrūnai.

Tiek smiltyninis, tiek miškinis lendrūnai priklauso Eurazijiniam floros elementui. Smiltyninis lendrūnas auga Europoje, Vakarų Sibire, Azijoje, išskyrus atogrąžų sritis (Rebele, Lehman, 2001). Lietuvoje formuojasi iškirtus mėlyninius bei kiškiakopūstinius eglynus, pušynus bei beržynus, o miškinis lendrūnas paplitęs Europoje, išskyrus pačias šiaurines ir pietines sritis (Kaukazą, Sibiro pietines sritis). Lietuvoje dažnas visoje teritorijoje.

Europos vidutinio klimato zonoje lendrūnai yra labiausiai plintantys iš daugiamečių žolių grupės (Prach, Wade, 1992). Lietuvoje žaliašilio pušynų plynose kirtavietėse lendrūnai (smiltyninis ir miškinis) įvardijami kaip vieni iš dominantų (Karazija, 1988, 2003). Jie gali daugintis ir sėklomis, ir vegetatyviai – atželti iš šaknų, šakniastiebių. *Calamagrostis epigeyos* intensyviau plinta vegetatyviai ilgais horizontaliais šakniastiebiais, o *Calamagrostis arundinacea* intensyviau šoninio ūglio augimu (Ulanova, 2000). Tuo pačiu metu lendrūnai turi didelį sėklų produktyvumą ir prisitaikę plisti anemochorijos būdu. Taip šios rūšys gali greitai išplisti dideliuose plotuose (Prach, Pyšek, 1994).

Smiltyninis lendrūnas auga labai įvairiuose ekotopuose. H. Ellenberg (1974) jį priskyrė prie indiferentinių (pagal drėgmę), pusiau šviesinių augalų (balas – 7). Pagal poreikį azotui – prie augančių tarpiniuose vidutiniškai turtingų ir turtingų azotu dirvožemiuose (balas – 6) (Rebele, 2000; Gloser, 2005). Smiltyninis lendrūnas yra stiprus konkurentas, todėl jo sąžalynuose gali augti tik keletas rūšių (Somodi, Viragh, Podani, 2008).

Pagal H. Ellenberg balus, miškinis lendrūnas priskiriamas prie tarpinių tarp pusiau ūksminių ir pusiau šviesinių rūšių (balas – 6). Kirtavietėse miškinis lendrūnas puikiai auga visiško apšvietimo sąlygomis (Gloser, Gloser, 1995), vidutiniškai turtingų azotu (Ellenberg azoto balas – 5) dirvožemiuose.

Miškinis lendrūnas – stiprus edifikatorius, jis tvirtai ir ilgam išlaiko užimtą teritoriją. Taip pat jis iš esmės pakeičia aplinkos sąlygas. Rudenį apmirę, jie sudaro tankų negyvų lapų sluoksnį. Šis sluoksnis uždengia mineralinį dirvožemio paviršių ir trukdo augalų daigams sudygti. Po miškinio lendrūno sąžalynais pakinta ir mikroklimatinės są-

lygos (Korkonosova, 1967). Be to, miškinio lendrūno sąžalynai sukelia dirvožemio sutankėjimą ir išdžiūvimą. Kirtavietėse miškinis lendrūnas – vienas iš stipriausių konkurentų dėl mineralinių maisto medžiagų. Jo sąžalynuose gali augti tik nedaugelis augalų rūšių (Khliustov, Gavrilova, Morozova, 2006, 2009, 2010).

Lendrūnai savaiminiam pomiškiui atsikurti trukdo ne vien dėl užimamo ploto, greitai išplisdami kirtavietėje, bet ir sunaudodami maisto medžiagas (Jurelionis, Karazija, 1975). Lendrūnams augant ir plintant sunaudojama dalis makroelementų, kuriuos galėtų pasisavinti medžių savaiminukai. Visoje augalo masėje (antžeminėje dalyje ir požeminėje) sukauptas cheminių elementų kiekis leidžia įvertinti, kokią makroelementų dalį sukaupta iš dirvožemio.

Lietuvoje plačiai pradėjus taikyti supaprastintus atvejinius kirtimus pušynuose, kirtavietėse po pirmojo atvejo dažnai išplinta minėtos žolinių augalų rūšys. Nėra žinoma, kiek lendrūnai išplinta po atvejinių kirtimų pušynuose ir kaip kinta gausumo bei augalo dalių parametrai, nuo kurių priklauso masė ir sukaupti cheminių elementų kiekiai. Lietuvoje lendrūnų plitimas tirtas tik plynose kirtavietėse (Karazija, 1988), o miškinio lendrūno masė – plynose eglynų kirtavietėse (Jurelionis, 1975).

Šio darbo tikslas – ištirti smiltyninio ir miškinio lendrūnų gausumo morfometrinių savybių kitimą po supaprastintų atvejinių kirtimų pušynuose bei cheminę elementinę jų antžeminės ir požeminės dalių sudėtį.

TYRIMO METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimai atlikti 2011–2012 m. Jonavos miškų urėdijos Pageležių ir Svilonių girininkijose. Brukniuose-mėlyniniuose (*Vaccinio-myrtillosum*) pušynuose buvo atrinktos kirtavietės, kuriose pirmasis supaprastinto atvejinio kirtimo atvejis buvo vykdytas 2004, 2006, 2008 ir 2010 m. (1 lentelė). Visi tirti pušynai augo Nb (normalaus drėgnumo, nederlingos) augavietėse. Pagal Lietuvos dirvožemių klasifikaciją, suderintą su FAO-UNESCO, dirvožemiai tirtuose objektuose buvo paprastieji smėlžemiai *Haplic Arenosols* (ARh).

Svilonių girininkijos 14 kv. 7 skl. kirtavietėje smiltyninis lendrūnas buvo labiau išplitęs kirtavietės centre ant suardyto ir nesuardyto dirvožemio paviršiaus, dažniausiai buvusių valksmų vietose.

Miškinis lendrūnas augo ant nesuardyto dirvožemio paviršiaus. Svilonių girininkijos 61 kv. 19 skl. kirtavietėje ir smiltyninis, ir miškinis lendrūnai buvo išplitę visoje kirtavietėje tiek ant suardyto, tiek ir ant nesuardyto dirvožemio paviršiaus.

Svilonių girininkijos 60 kv. 23 skl. kirtavietėje smiltyninis lendrūnas buvo išplitęs vietose, kur mažiau suardytas dirvožemio paviršius, dažniau – kirtavietės pakraščiuose, kai kur – kirtavietės centre. Miškinis lendrūnas buvo išplitęs visoje kirtavietėje ir dažniau augo ant nesuardyto dirvožemio paviršiaus. Pageležių girininkijos 114 kv. 3 skl. kirtavietėje tiek miškinis, tiek smiltyninis lendrūnai buvo išplitę tose kirtavietės vietose, kur nesuardytas dirvožemio paviršius. Smiltyninis lendrūnas augo daugiau kirtavietės pakraščiuose, o miškinis – kirtavietės centre.

Atrinktose įvairaus amžiaus kirtavietėse parinkta po 10 tipišku (pagal augalų rūšių sudėtį) panašaus žolių projekcinio padengimo 1 m² ploto apskaitos aikštelių, kuriose vyravo lendrūnai (smiltyninis arba miškinis). Iš viso matavimai atlikti 160 vietose, 1 × 1 m (1 m²) aikštelėse. Tirtose kirtavietėse buvo įvertintas smiltyninio ir miškinio lendrūnų gausumas nustatant projekcinį padengimą ir suskaičiuojant ūglius. Augalų projekcinis padengimas vertintas vizualiai 0–100 %. Siekiant įvertinti lendrūnų morfometrinius rodiklius išmatuoti ūglių bei žiedynų aukščiai, lapų ilgiai ir pločiai. Smiltyninio ir miškinio lendrūnų projekcinis padengimas, ūglių skaičius bei morfometriniai parametrai buvo tirti rugpjūčio mėn. (2 metus), kada buvo visiškai susiformavusios tirtų augalų antžeminės ir požeminės dalys.

Siekiant nustatyti smiltyninio ir miškinio lendrūnų antžeminės ir požeminės dalies masę 2011 m. ir 2012 m. rugpjūčio mėn. paimti ėmi-

niai. Tipiškose tai kirtavietei (pagal smiltyninio ir miškinio lendrūnų išplitimą) vietose (tankiausiose lendrūnų sinuzijose) atsitiktiniu būdu buvo išdėstyta po penkis (0,25 × 0,25 m) barelius. Antžeminės tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų dalys nupjautos prie dirvos paviršiaus ir suskirstytos į stiebus, lapus ir žiedynus. Požeminės dalies masė nustatyta, iškasus (0,25 × 0,25 × 0,25 m) monolitą, išrinkus ir nuplovus šaknis. Ėminiai išdžiovinti iki pastovios orasausės masės ir pasverti. Atskirų dalių masė perskaičiuota g 1 m⁻².

Siekiant nustatyti smiltyninio ir miškinio lendrūnų požeminės ir antžeminės dalių cheminę sudėtį 2011 m. rugpjūčio mėn. 3 pakartojimais buvo paimti ėminiai. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Agrocheminių tyrimų laboratorijoje atlikta šių elementų analizė: N, P, K, Ca ir Mg.

Gautų duomenų statistinė analizė atlikta panaudojant dispersinę analizę ANOVA. Duomenys analizuoti statistiniu paketu STATISTICA.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Smiltyninio ir miškinio lendrūnų gausumo ir morfometrinių parametru kitimas neptylose pušynų kirtavietėse

Smiltyninio lendrūno projekcinis padengimas, kuris parodo augalų tankumą, buvo mažesnis už miškinio lendrūno projekcinį padengimą visų metų kirtavietėse (2 lentelė). Tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų didžiausias projekcinis padengimas buvo 3–4 metų kirtavietėse, tačiau ištisinių sąžalynų nesudarė. Smiltyninio lendrūno projekcinis padengimas buvo mažesnis jau 5–6 metų kirtavietėse, o miškinio lendrūno projekcinis padengimas sumažėjo 7–8 metų kirtavietėse (2 lentelė).

1 lentelė. Tirtų atvejinių kirtaviečių charakteristika

Table 1. Characteristics of studied shelter-wood cuttings

Vietovė Territory	Koordinatės Coordinates	Tyrimų data Date of study	Kirtavietės amžius Age of cutting	Kirtimo metai Year of cutting
Pageležių girininkija / forestry, 114 kv. 3 skl.	N53°36,595 E029°07,968	2011 08 24	1	2010
		2012 08 24	2	2010
Svilonių girininkija / forestry, 60 kv. 23 skl.	N55°02,046 E024°13,625	2011 08 24	3	2008
		2012 08 20	4	2008
Svilonių girininkija / forestry, 61 kv. 19 skl.	N55°02,260 E024°13,834	2011 08 24	5	2006
		2012 08 20	6	2006
Svilonių girininkija / forestry, 14 kv. 7 skl.	N55°01,961 E024°08,205	2011 08 24	7	2004
		2012 08 20	8	2004

Smiltyninio ir miškinio lendrūnų ūglių skaičius 1 m² kito panašiai kaip ir projekcinis padengimas (2 lentelė). Miškinio lendrūno tankumas buvo didesnis negu smiltyninio lendrūno, tačiau smiltyninio lendrūno antžeminės ir požeminės dalies masė buvo didesnė negu miškinio lendrūno. Tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų antžeminės ir požeminės dalies masė didžiausia buvo 3–4 metų kirtavietėje ir senstant kirtavietei mažėjo (2 lentelė).

Smiltyninio lendrūno antžeminės ir požeminės dalies masė jaunesnėse kirtavietėse (1–4 metų) buvo panaši. Senesnėse kirtavietėse (5–8 metų) smiltyninio lendrūno požeminės dalies masė buvo apie 2 kartus didesnė nei antžeminės dalies. Miškinio lendrūno antžeminės dalies masė buvo apie 2 kartus mažesnė nei požeminės dalies visose kirtavietėse (2 lentelė).

Smiltyninio lendrūno ūglių, žiedynų, lapų ilgis bei lapų plotis atitinkamo amžiaus kirtavietėse buvo didesnis negu miškinio lendrūno (3 lentelė). Tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų ūglių ir

žiedynų ilgis buvo didžiausias 5–6 metų kirtavietėse; lapų ilgis ir plotis – 3–4 metų kirtavietėse (3 lentelė).

Atvejinėse kirtavietėse susiformavo retesni smiltyninio lendrūno sąžalynai, palyginti su miškinio lendrūnu, tačiau antžeminės ir požeminės smiltyninio lendrūno dalies masė buvo didesnė nei miškinio lendrūno. Tai lėmė, kad susiformavo stambesni smiltyninio lendrūno ūgliai ir šaknias tiebiai.

Tankiausi tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų sąžalynai susiformavo 3–4 metų kirtavietėse. Jie išliko tankūs ir 5–6 metų kirtavietėse. 7–6 metų kirtavietėse abiejų lendrūnų tankumas bei jų ūglių stambumas sumažėjo.

Smiltyninio lendrūno požeminė dalis susiformavo vėliau nei miškinio lendrūno. Smiltyninio lendrūno antžeminės ir požeminės dalies masė jaunesnėse kirtavietėse mažai skyrėsi. Senesnėse kirtavietėse tiek smiltyninio, tiek miškinio lendrūnų požeminės dalies masė buvo 2 kartus didesnė negu antžeminės dalies masė.

2 lentelė. Smiltyninio ir miškinio lendrūnų gausumo parametrų kitimas neplynose pušynų kirtavietėse (lentelėje pateikiami vidurkiai ir jų paklaidos; statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės lentelės eilutėje pažymėtos skirtingomis raidėmis)

Table 2. Change of indices of *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea* abundance in shelter-wood cuttings of pine forests (Values are means \pm SE. Different superscription letters in the rows indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)

Gausumo parametras Indices of abundance	<i>Calamagrostis epigeyos</i> Kirtavietės amžius m. Age of cutting, y.				<i>Calamagrostis arrundinacea</i> Kirtavietės amžius m. Age of cutting, y.			
	1-2	3-4	5-6	7-8	1-2	3-4	5-6	7-8
Projekcinis padengimas % Projection cover, %	0,9 \pm 0,0 ^a	3,5 \pm 0,1 ^d	2,2 \pm 0,1 ^c	1,1 \pm 0,1 ^b	1,1 \pm 0,1 ^b	4,0 \pm 0,3 ^e	3,8 \pm 0,1 ^e	1,8 \pm 0,4 ^c
Ūglių skaičius vnt. m ⁻² Number of shoots, unit m ⁻²	11,0 \pm 0,9 ^a	49,9 \pm 1,6 ^e	31,6 \pm 1,2 ^d	13,9 \pm 0,6 ^b	25,8 \pm 1,6 ^c	72,9 \pm 3,4 ^{fg}	75,6 \pm 2,6 ^g	67,0 \pm 5,0 ^f
Antžeminės dalies masė g m ⁻² Mass of overground part, g m ⁻²	108,6 \pm 9,7 ^{cd}	420,2 \pm 14,8 ^f	205,2 \pm 8,7 ^e	75,2 \pm 3,5 ^b	43,3 \pm 3,1 ^a	122,6 \pm 6,3 ^d	98,3 \pm 3,9 ^c	74,9 \pm 6,2 ^b
Požeminės dalies masė g m ⁻² Mass of underground part, g m ⁻²	96,1 \pm 8,4 ^a	378,7 \pm 13,8 ^e	315,0 \pm 11,9 ^d	250,5 \pm 10,6 ^c	101,3 \pm 6,9 ^a	289,2 \pm 14,2 ^d	241,1 \pm 9,5 ^c	187,8 \pm 15,6 ^b

3 lentelė. Smiltyninio ir miškinio lendrūnų morfometrinių parametrų kitimas neplynose pušynų kirtavietėse (lentelėje pateikiami vidurkiai ir jų paklaidos; statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės lentelės eilutėje pažymėtos skirtingomis raidėmis)

Table 3. Change of indices of *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea* morphometrics in shelter-wood cuttings of pine forests (Values are means \pm SE. Different superscription letters in the rows indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)

Morfometrinis parametras Indices of morphometrics	<i>Calamagrostis epigeyos</i> Kirtavietės amžius m. Age of cutting, y.				<i>Calamagrostis arrundinacea</i> Kirtavietės amžius m. Age of cutting, y.			
	1–2	3–4	5–6	7–8	1–2	3–4	5–6	7–8
Ūglio ilgis cm Length of shoots, cm	77,0 \pm 1,6 ^b	140,7 \pm 1,5 ^d	138,9 \pm 1,5 ^e	120,3 \pm 2,2 ^c	64,1 \pm 2,0 ^a	125,3 \pm 1,9 ^c	126,8 \pm 2,1 ^c	108,4 \pm 5,7 ^a
Žiedyno ilgis cm Length of inflorescence, cm	16,5 \pm 0,3 ^b	22,8 \pm 0,3 ^d	24,2 \pm 0,3 ^e	19,8 \pm 0,5 ^c	14,7 \pm 0,2 ^a	19,8 \pm 0,4 ^c	20,2 \pm 0,2 ^c	15,2 \pm 0,3 ^a
Lapo ilgis cm Length of leaf, cm	53,9 \pm 0,7 ^d	61,8 \pm 0,6 ^s	61,0 \pm 0,6 ^s	58,3 \pm 0,8 ^f	29,1 \pm 0,8 ^a	56,3 \pm 0,7 ^e	48,9 \pm 0,5 ^c	40,1 \pm 1,1 ^b
Lapo plotis cm Width of leaf, cm	6,7 \pm 0,1 ^e	7,4 \pm 0,1 ^f	7,3 \pm 0,1 ^f	6,8 \pm 0,1 ^e	4,7 \pm 0,1 ^a	6,2 \pm 0,1 ^d	5,5 \pm 0,1 ^c	5,3 \pm 0,1 ^b

Lietuvos miškuose smiltyninis lendrūnas po medyno danga paplitęs mažiau derlingose augavietėse (Na, Nb) nei miškinis lendrūnas. Miškinis lendrūnas po medyno danga paplitęs nuo nederlingų (a) iki derlingų (d) augaviečių (Karazija, 1988). Tirtose Nb augavietėse kartu augo abi lendrūnų rūšys. Anot J. Gloser ir M. Bartak (1994), miškinis lendrūnas plinta mažiau ir jo sąžalynai būna mažiau tankūs nei smiltyninio lendrūno. Estijos pušynuose miškinis lendrūnas labiau paplitęs nei smiltyninis lendrūnas (Pensa, Sellin, Luud, Valgma, 2004).

Smiltyninio lendrūno didžiausias projekcinis padengimas neplynose pušynų kirtavietėse buvo $3,5 \pm 0,1$ % (3–4 metų kirtavietėse). Lyginant su kitų autorių duomenimis, toje pačioje augavietėje tik po plynų kirtimų 2 metų kirtavietėje projekcinis padengimas jau buvo 5,1 % (Karazija, 2003). Neplynuose pušynų kirtimuose taip galėjo įvykti dėl nesusidariusių tinkamų sąlygų jiems plisti: didelių erdvių, kurios atsiranda po plynų kirtimų. Kadangi (neplynuose kirtimuose) po pirmojo kirtimo atvejo dar lieka 0,4 skalsumo medynas, kuris vietomis užtamsindamas mažiau keičia žemesniųjų augalijos ardų struktūrą, tai ir galėjo sumažinti lendrūnų

projekcinį padengimą. Kaip pastebėjo S. Karazija (1988), egzistuoja glaudi koreliacija tarp apšvietimo prie žemės paviršiaus laipsnio ir gyvosios dirvožemio dangos tankumo bei sudėties. O smiltyninis lendrūnas išplinta ten, kur nėra augalijos, sudarančios jam konkurenciją (Ulanova, 1995a).

Smiltyninio lendrūno stiebų skaičius tirtose kirtavietėse buvo iki 71 vnt. m^{-2} . Panašūs duomenys gauti ir Pietų Urale, kur smiltyninio lendrūno stiebų skaičius buvo 16–71 vnt. m^{-2} (Yunash, 1953). Tverės srityje smiltyninio lendrūno didžiausias kerų skaičius (180 vnt. m^{-2}) nustatytas 3 metų kirtavietėse. Ketvirtaisiais metais po kirtimo jų skaičius sumažėjo iki 110 vnt. m^{-2} . Vyresnėse nei 5 metų kirtavietėse smiltyninis lendrūnas išliko tik vietose, kur nebuvo konkurentų – medelių pomiškio, aviečių (Ulanova, 1995a).

Smiltyninio lendrūno ūglių, žiedynų, lapų ilgis bei lapų plotis atitinkamo amžiaus kirtavietėse buvo didesnis negu miškinio lendrūno. V. Gloser (1995) pateikia, kad bendras tiesioginės ir išsklaidytos spinduliuotės panaudojimas įvertinant augimo tempus buvo didesnis smiltyninio lendrūno nei miškinio lendrūno (Gloser, 1995).

N. Ulanova (1995a) Tverės srityje nustatė, kad smiltninio lendrūno generatyvinių ūglių aukštis siekė 80–150 cm. Miškinio lendrūno aukštis kito nuo 60 iki 120 cm (Belkov, Martynov, Omelchenko, 1974) ir priklausė nuo augimo sąlygų (Ulanova, 1995b).

Miškinio lendrūno didžiausia antžeminės dalies biomasė neplynose pušynų kirtavietėse buvo $122,6 \pm 6,3 \text{ g m}^{-2}$, o požeminės dalies – $289,2 \pm 14,2 \text{ g m}^{-2}$ (3–4 metų kirtavietėse). Palyginus mūsų tyrimų duomenis su J. Jurelio (1975), plynose eglių-lapuočių kirtavietėse miškinio lendrūno antžeminės dalies masė buvo 12 kartų mažesnė ($1\,510 \text{ g m}^{-2}$), o požeminės dalies masė 3 kartus mažesnė (854 g m^{-2}). Miškinio lendrūnų antžeminės dalies masės didesnius kiekius kitimus 3–4 metų kirtavietėse, palyginti su požemine dalimi, patvirtina ir panašius tyrimo rezultatus pateikia S. Karazija (1988). Jo duomenimis, plynose kirtaviečių žolių antžeminės dalies biomasė sausgirio augimvietės eglių-lapuočių medynų 3 metų kirtaviečių tankiausiose miškinio lendrūnų sinuzijose, palyginti su miško žolyno mase, padidėjo 34,6 kartus, o antžeminės dalies masė – 23,4 kartus (Karazija, 1988). Reikia pastebėti, kad atvejiniuose kirtimuose tirtų lendrūnų rūšių didžiausias projekcinis padengimas buvo 3–4 metais. Po plynų kirtimų kirtaviečių augalų didžiausias padengimas būna 6–8 metais (Karazija, 1988). Galima

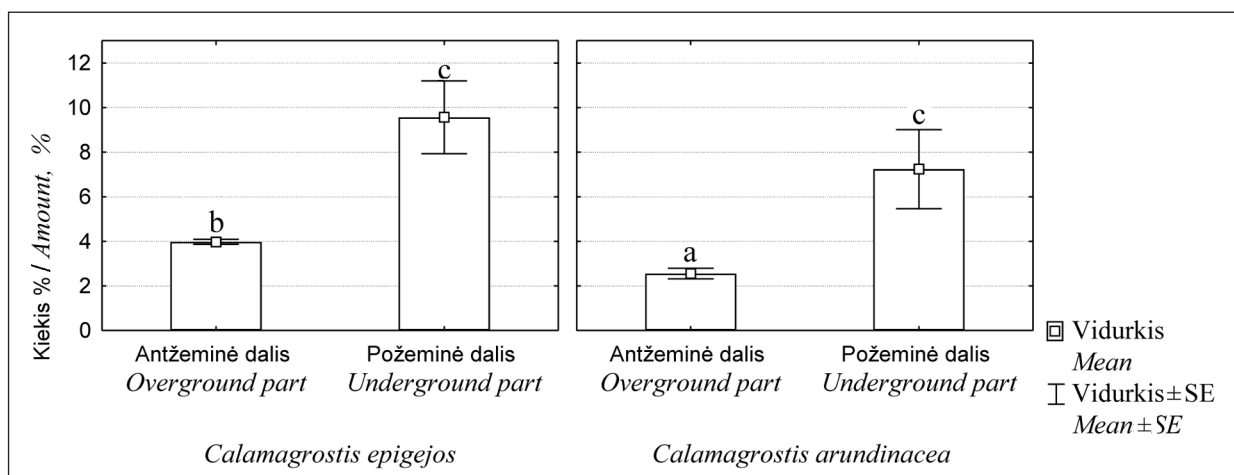
manyti, kad atvejiniai kirtimai mažina lendrūnų projekcinį padengimą ir neleidžia ilgai užimti vietas. Kita vertus, tyrimai po atvejinių kirtimų buvo atlikti Jonavos urėdijoje, todėl siekiant įvertinti lendrūnų plitimo priklausomybę nuo kirtimų rūšių reiktų atlikti tyrimus ir kitose urėdijose.

Kostromos srityje miškinio lendrūno požeminės dalies biomasė po medyno danga mėlyninio pušyno kirtavietėje buvo 352 g m^{-2} (Korknosova, Mochalova, 1967). E. L. Lyubarskiy (1964) nustatė, kad smiltninio lendrūno bendra antžeminė masė buvo 37–86 g m^{-2} . Maskvos srityje žalių samanų eglyne miškinio lendrūno antžeminės dalies masė kirtavietėje buvo $246 \pm 10 \text{ g m}^{-2}$ (s. m.).

Smiltninio ir miškinio lendrūnų antžeminės ir požeminės dalių elementinės sudėties palyginimas neplynose pušynų kirtavietėse

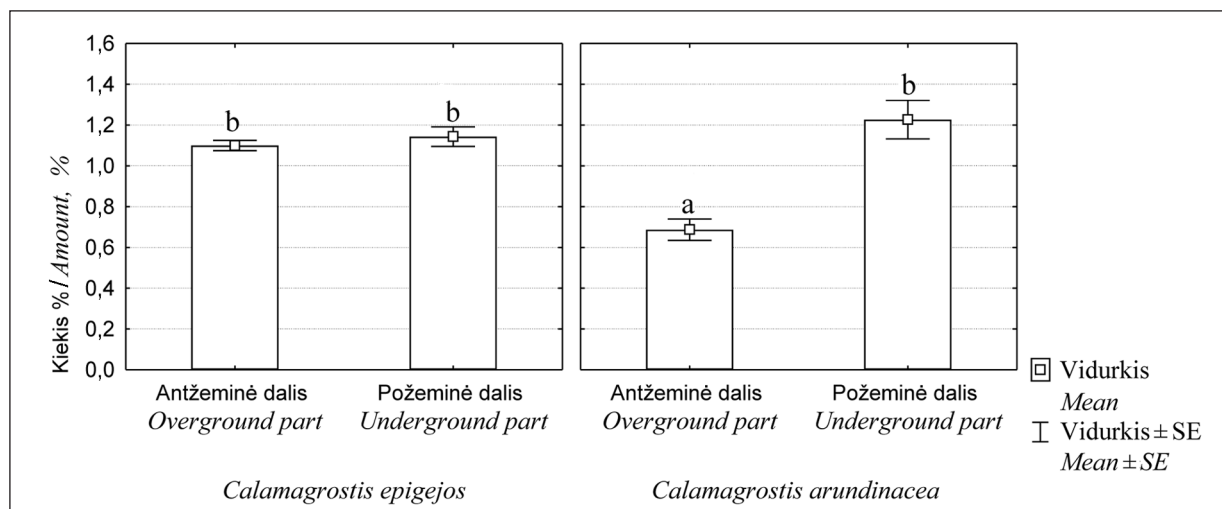
Tiek smiltninio, tiek miškinio lendrūnų pelenų kiekis (%) antžeminėje dalyje buvo mažesnis nei požeminėje dalyje (1 pav.). Pelenų kiekis smiltninio lendrūno antžeminėje dalyje buvo mažesnis 2,4 karto, o miškinio lendrūno – 2,8 karto. Pelenų kiekis smiltninio lendrūno antžeminėje ir požeminėje dalyse buvo didesnis negu miškinio lendrūno atitinkamose dalyse (1 pav.).

Azoto kiekis smiltninio lendrūno antžeminėje dalyje buvo didesnis negu miškinio lendrūno antžeminėje dalyje (2 pav.). Miškinio lendrūno



1 pav. Smiltninio ir miškinio lendrūnų antžeminės ir požeminės dalies pelenų kiekio palyginimas neplynose pušynų kirtavietėse (statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės pažymėtos skirtingomis raidėmis)

Fig. 1. Comparison of ash amounts in underground and overground parts of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinacea* in shelter-wood cuttings of pine forests (Different superscription letters indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)



2 pav. Smiltyninio ir miškinio leandrūnų antžeminės ir požeminės dalies azoto kiekio palyginimas neplynose pušynų kirtavietėse (statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės pažymėtos skirtingomis raidėmis)

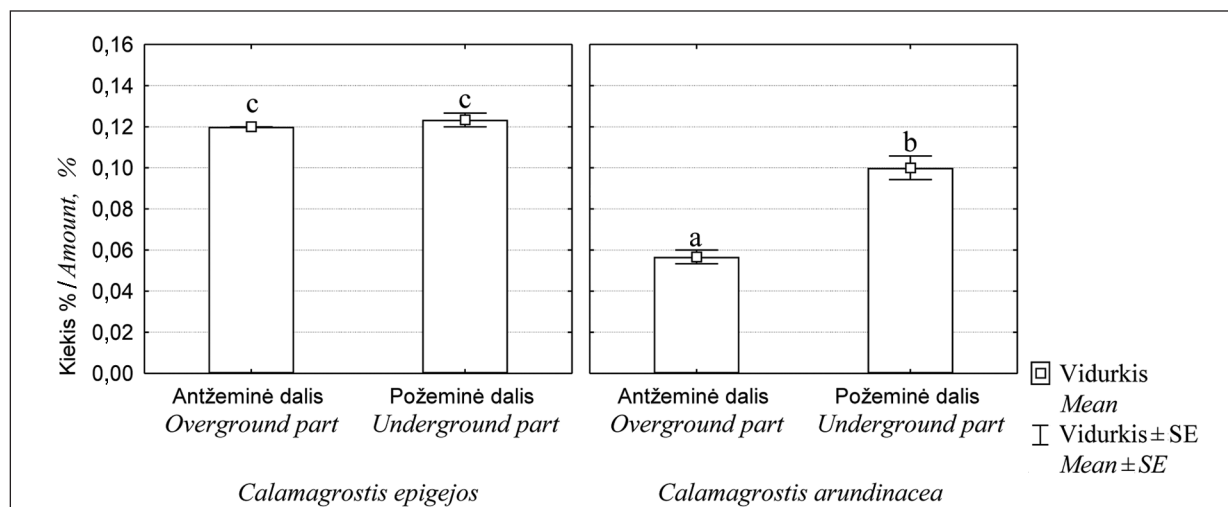
Fig. 2. Comparison of nitrogen amounts in underground and overground parts of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinacea* in shelter-wood cuttings of pine forests (Different superscription letters indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)

požeminėje dalyje azoto kiekis buvo 1,8 karto didesnis nei antžeminėje dalyje. Azoto kiekis smiltyninio leandrūno antžeminėje ir požeminėje dalyse ir miškinio leandrūno azoto kiekis požeminėje dalyje iš esmės nesiskyrė.

Smiltyninio leandrūno fosforo kiekis (%) tiek antžeminėje, tiek požeminėje dalyse buvo didesnis negu miškinio leandrūno (3 pav.). Fosforo kiekis

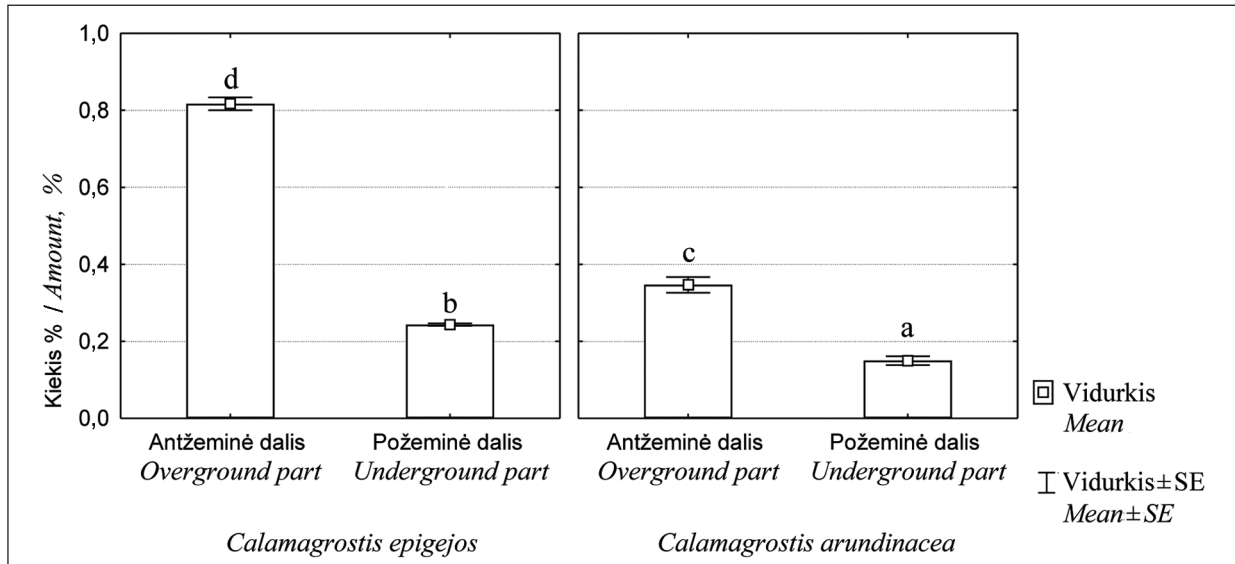
miškinio leandrūno antžeminėje dalyje buvo 2 kartus mažesnis nei smiltyninio leandrūno antžeminėje dalyje.

Tiek smiltyninio, tiek miškinio leandrūnų kalio kiekis antžeminėse dalyse buvo didesnis nei požeminėse dalyse (4 pav.). Kalio kiekis smiltyninio leandrūno antžeminėje dalyje buvo 3,4 kartus didesnis nei jo požeminėje dalyje, o miškinio



3 pav. Smiltyninio ir miškinio leandrūnų antžeminės ir požeminės dalies fosforo kiekio palyginimas neplynose pušynų kirtavietėse (statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės pažymėtos skirtingomis raidėmis)

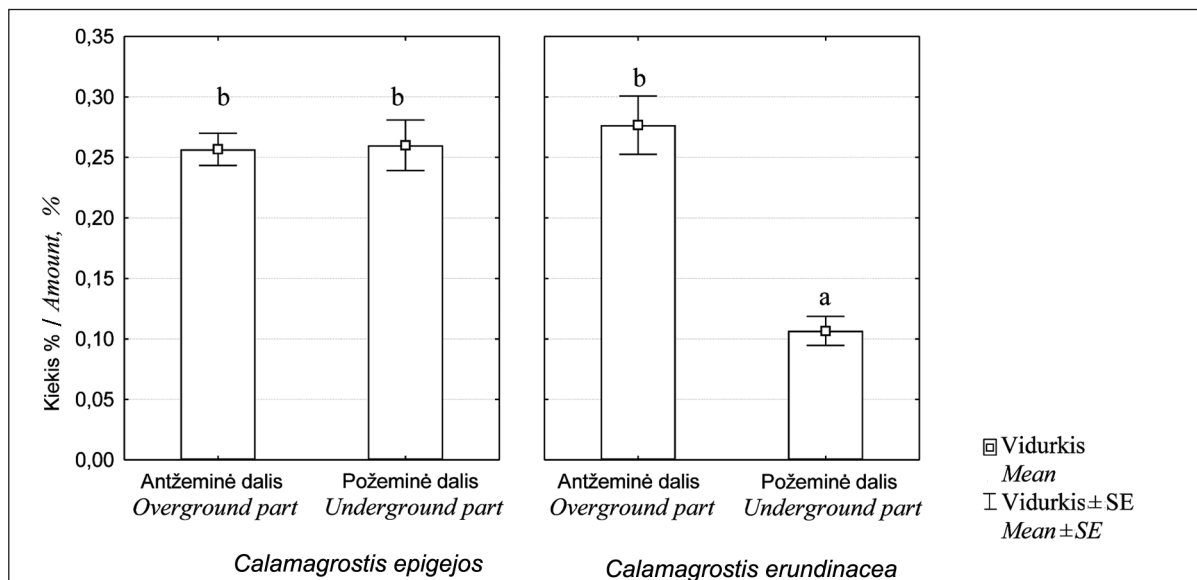
Fig. 3. Comparison of phosphorus amounts in underground and overground parts of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinacea* in shelter-wood cuttings of pine forests (Different superscription letters indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)



4 pav. Smiltyninio ir miškinio leandrūnų antžeminės ir požeminės dalies kalio kiekio palyginimas neplynose pušynų kirtavietėse (statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės pažymėtos skirtingomis raidėmis)
Fig. 4. Comparison of potassium amounts in underground and overground parts of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinacea* in shelter-wood cuttings of pine forests (Different superscription letters indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)

leandrūno – atitinkamai 2,3 kartus didesnis. Smiltyninio leandrūno kalio kiekis tiek antžeminėje, tiek požeminėje dalyse buvo didesnis negu kalio kiekis atitinkamose miškinio leandrūno dalyse.

Kalcio kiekis miškinio leandrūno antžeminėje dalyje buvo didesnis negu smiltyninio leandrūno antžeminėje dalyje (5 pav.). Miškinio leandrūno antžeminėje dalyje kalcio kiekis buvo daugiau kaip



5 pav. Smiltyninio ir miškinio leandrūnų antžeminės ir požeminės dalies kalcio kiekio palyginimas neplynose pušynų kirtavietėse (statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės pažymėtos skirtingomis raidėmis)
Fig. 5. Comparison of calcium amounts in underground and overground parts of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinacea* in shelter-wood cuttings of pine forests (Different superscription letters indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)

2 kartus didesnis nei jo požeminėje dalyje. Kalcio kiekis smiltyninio leandrūno antžeminėje ir požeminėje dalyse, taip pat miškinio leandrūno antžeminėje dalyje iš esmės nesiskyrė.

Tiek smiltyninio, tiek miškinio leandrūnų antžeminėje dalyje magnio kiekis (%) buvo didesnis nei požeminėje dalyje (6 pav.). Magnio kiekis smiltyninio leandrūno antžeminėje dalyje buvo didesnis negu miškinio leandrūno antžeminėje dalyje. Azoto kiekis smiltyninio leandrūno antžeminėje dalyje buvo didesnis negu miškinio leandrūno antžeminėje dalyje. Smiltyninio leandrūno vegetatyvinės kilmės nauji kerai gali pasirodyti per visą vegetacijos periodą (Belkov, Martynov, Omelchenko, 1974), toks procesas ir galėjo padidinti azoto kiekį antžeminėje dalyje.

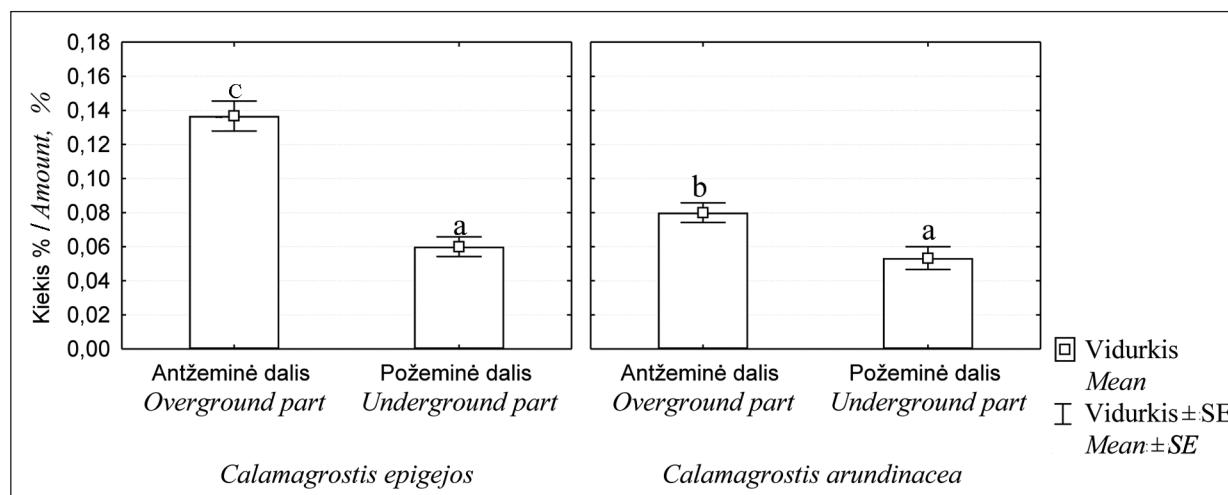
Smiltyninio leandrūno azoto kiekis antžeminėje dalyje buvo apie 1,04 %, panašius duomenis pateikė P. Holub, J. Tůma, K. Fiala, J. Zahoral (2012) Čekijos nacionaliniame parke. Smiltyninio leandrūno antžeminėje dalyje azoto kiekis vegetacijos metu buvo 0,84–1,03 % (8,4–10,3 mg N g⁻¹) (Holub, Tůma, Fiala, Zahoral, 2012).

Miškinio leandrūno požeminėje dalyje azoto kiekis buvo 1,8 karto didesnis nei antžeminėje dalyje. Azoto kiekis augalų dalyse kinta priklausomai nuo audinių amžiaus. Yra žinoma, kad azoto kiekis ypač didelis jaunose, augančiose augalo dalyse. Kai atskiri augalo organai sensta arba patiria saus-

ra, kitokį stresą, azotas juda į gyvybingus, jaunus organus (Gloser, 2005), šiuo atveju – į šakniastiebius. Kadangi miškinio leandrūno antžeminei daliai visiškai susiformavus, šakniastiebiai vis dar auga (Belkov, Martynov, Omelchenko, 1974), todėl ir galėjo padidinti azoto kiekį požeminėje dalyje.

Miškinio leandrūno antžeminėje dalyje kalcio kiekis buvo daugiau kaip 2 kartus didesnis negu jo požeminėje dalyje. Panašius tyrimų rezultatus pateikia ir kiti mokslininkai (Rudakova, Karakis, Sidorshina, Okhrimenko, Kuzmenko, Sivak, Ivchenko, Kovalchuk, Kharchenko, Lobanova, 1987; Gudelienė, Dušauskienė, Marčiulionienė, 2004). E. Rudakovos duomenimis, kalcio koncentracija antžeminėje augalo dalyje buvo 2–3 kartus didesnė nei požeminėje. I. Gudelienės kalcio koncentracijos rezultatai antžeminėje miškinio leandrūno dalyje buvo 1,8 karto didesnė nei požeminėje.

Apibendrinat matome, kad smiltyninis leandrūnas antžeminėje dalyje sukaupia daugiau makroelementų nei miškinis leandrūnas. Šių rūšių makroelementų sankaupų skirtumai požeminėje dalyje nėra tokie ryškūs. Tiek smiltyninio, tiek miškinio leandrūnų pelenų kiekis buvo didesnis požeminėse dalyse. Tam įtakos turėjo nevienoda cheminių elementų sankaupa skirtingose leandrūno dalyse (antžeminėje ir požeminėje), taip pat rūšis. Palyginus smiltyninio leandrūno elementinės sudėties kiekius su Centrinėje Anglijoje atliktais (Thompson,



6 pav. Smiltyninio ir miškinio leandrūnų antžeminės ir požeminės dalies magnio kiekio palyginimas neaplytose pušynų kirtavietėse (statistiškai patikimos ($p < 0,05$) skirtingos reikšmės pažymėtos skirtingomis raidėmis)

Fig. 6. Comparison of magnesium amounts in underground and overground parts of *Calamagrostis epigejos* and *C. arundinacea* in shelter-wood cuttings of pine forests (Different superscription letters indicate significant ($p < 0.05$) differences between means)

Parkinson, Band, Spencer, 1997) 83 žolinių bei žemaūgių krūmų rūšių antžeminės dalies elementų sudėties tyrimais, matyti, kad vidutinis azoto kiekis mažesnis nei mūsų gautas smiltninio lendrūno buvo tik avinio eraičino (*Festuca ovina* L.), kalio kiekis mažesnis buvo šilinio viržio (*Calluna vulgaris* L.), kalcio kiekis mažesnis buvo 4 rūšių augalų (laksčiosios šluotsmilgės (*Deschampsia flexuosa* L.), siauralapio švilio (*Eriophorum angustifolium* L.), kupstinio švilio (*Eriophorum vaginatum* L.) ir kėstojo vikšrio (*Juncus effusus* L.)).

Visų kitų ištirtų augalų vidutiniai azoto, kalio ir kalcio kiekiai antžeminėje dalyje buvo didesni nei smiltninio lendrūno (Thompson, Parkinson, Band, Spencer, 1997).

Smiltninio lendrūno sąžalynai buvo retesni nei miškinio lendrūno, tačiau smiltninio lendrūno antžeminės ir požeminės dalies masė buvo didesnė. Smiltninis lendrūnas antžeminėje dalyje sukauptė daugiau makroelementų nei miškinis lendrūnas, reikėtų dar tirti, per kiek laiko mineralizuojasi jų masė, nes augalai auga nederlingoje augavietėje.

IŠVADOS

1. Atvejinėse kirtavietėse smiltninio lendrūno sąžalynai buvo retesni nei miškinio lendrūno, tačiau smiltninio lendrūno antžeminės ir požeminės dalies masė buvo didesnė, palyginti su miškinio lendrūnu, nes formavosi stambesni smiltninio lendrūno ūgliai ir šakniastiebiai.

2. Tankiausi tiek smiltninio, tiek miškinio lendrūnų sąžalynai susiformavo 3–4 metais po pirmojo kirtimo atvejo; 7–6 metų kirtavietėse abiejų lendrūnų tankumas bei jų ūgliai sumažėjo.

3. Smiltninio lendrūno požeminė dalis susiformavo vėliau nei miškinio lendrūno. Senesnėse kirtavietėse tiek smiltninio, tiek miškinio lendrūnų požeminės dalies masė buvo 2 kartus didesnė negu antžeminės dalies masė.

4. Smiltninis lendrūnas antžeminėje dalyje sukauptė daugiau makroelementų nei miškinis lendrūnas. Požeminėje šių augalų dalyje makroelementų kiekiai mažai skyrėsi. Pelenų kiekis požeminėje dalyje buvo didesnis tiek smiltninio, tiek miškinio lendrūnų.

Gauta 2013 01 15

Priimta 2013 06 17

LITERATŪRA

1. Belkov V. P., Martynov A. N., Omelchenko A. Ya. 1974. *Regulirovanie travyanogo pokrova v lesu*. 112 s.
2. Ellenberg H. 1974. *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*. Gottingen: Goltze, 97 s.
3. Gloser J., Bartak M. 1994. Net photosynthesis, growth rate and biomass allocation in a rhizomatous grass *Calamagrostis epigeyos* grown at elevated CO₂ concentration. *Photosynthetica*. No. 30. P. 143–150.
4. Gloser V., Gloser J. 1995. Acclimation capability of *Calamagrostis epigeyos* and *C. arundinacea* to changes in radiation environment. *Photosynthetica*. Vol. 32. No. 2. P. 203–212.
5. Gloser V. 2005. The consequences of lower nitrogen availability in autumn for internal nitrogen reserves and spring growth of *Calamagrostis epigeyos*. *Plant Ecology*. No. 179. P. 119–126.
6. Gudeliienė I., Dušauskienė R., Marčiulionienė D. 2004. Ca akumuliacija sausumos ekosistemos skirtingų biotopų testinėse augalų rūšyse. *Ekologija*. Nr. 3. P. 23–28.
7. Holub P., Tůma I., Fiala K., Zahoral J. 2012. Effect of nitrogen addition and drought on above-ground biomass of expanding tall grasses *Calamagrostis epigeyos* and *Arrhenatherum elatius*. *Biologia*. Vol. 67. No. 4. P. 673–680.
8. Yunash G. G. 1953. Mery borby s veynikom i zubrovkoy pri lesorazvedenii. *Lesnoye khozyaystvo*. No. 4. S. 22–25.
9. Jurelionis J. 1975. *Miško biogeocenozių formavimosi plynose Pietų Pabaltijo eglynų kirtavietėse bioekologiniai ir biocheminiai faktoriai*: disertacijos santrauka. 28 p.
10. Karazija S., Jurelionis J. 1977. *Kirtavietės – miško formavimosi proceso stadija*. Miško tipologijos ir biogeocenologijos pietų Pabaltijyje klausimai. 151 p.
11. Karazija S. 1988. *Lietuvos miškų tipai*. Vilnius: Mokslas. 212 p.
12. Karazija S. 2003. Age-related dynamics of pine forest communities in Lithuania. *Baltic Forestry*. Vol. 9(1). P. 50–62.
13. Khliustov V. K., Gavrilova O. I., Morozova I. V. 2009. Modeli rosta i razvitiya veynika lesnova v napochvennom pokrove pri mineralizatsii pochvy na vyrubke v sosnyake chernichnom. *Doklady TSKHA*. Vyp. 278. S. 11–49.
14. Khliustov V. K., Gavrilova O. I., Morozova I. V. 2010. Rost kultur sosny v konkurentnykh otnosheniyakh s zhivym napochviennym pokrovom vyrubok. *Izvestiya TCKHA*. No. 2. S. 27–34.
15. Khliustov V. K., Gavrilova O. I., Morozova I. V. 2009. Zakonomernosti formirovaniya veynika lesnova na sploshnykh vyrubkakh v sosnyakakh chernychnykh yuzhnoy Karelii. *Lesnoy zhurnal*. No. 1. S. 33–39.
16. Korkonosova L. I. 1967. K voprosu formirovaniya veynikovykh vyrubok na evropeyskom Severe.

- Voprosy taezhnogo lesovodstva na evropeyskom Severe*. S. 101–118.
17. Korkonosova L. I., Mochalova G. A. 1967. Izmeninye zapasa kornevoy massy veynika na veynikovykh vyrubkakh iz-pod sosnyaka chernychnika svezhevo. *Voprosy taezhnogo lesovodstva na evropeyskom Severe*. S. 119–124.
 18. Labanauskas B., Narbutas K. 1969. Neplyni (tūrio puoselėjimo ir atvejinis) pušynų kirtimo būdai. *LMŪMTI darbai*. Nr. 11. P. 295–318.
 19. Lekavičius A. 1989. *Vadovas augalams pažinti*. Vilnius. 437 p.
 20. *Lietuvos miškų ūkio statistika*. 2011. Aplinkos ministerija, Valstybinė miškotvarkos tarnyba.
 21. Lyubarskiy E. L. 1964. K izucheniyu ekologii i vzaimootnosheniy nekotorykh dlinnokornevishnykh rasteniy sosnyakov. *Vzaimootnosheniya rasteniy v rastitelnykh soobshchestvakh*. Kazan. S. 290–314.
 22. Morozova I. V., Gavrilova O. I. 2011. Zakonomernosti rosta lesnykh kultur sosny na nachalnykh stadiyakh rosta (1–5 god) na vyrubkakh yuzhnoy Karelii. *Ucheniya zapiski Petr Gl. Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. No. 2(115). S. 75–78.
 23. Pensa M., Sellin A., Luud A., Valgma I. 2004. An analysis of vegetation restoration on opencast oil shale mines in Estonia. *Restoration Ecology*. Vol. 12. P. 200–206.
 24. Prach K., Wade P. M. 1992. Population characteristics of expansive perennial herbs. *Preslia*. Vol. 64. P. 45–51.
 25. Prach K., Pyšek P. 1994. Spontaneous establishment of woody plants in Central European derelict sites and their potential for reclamation. *Restoration Ecology*. Vol. 2. P. 190–197.
 26. Rebele F. 2000. Competition and coexistence of rhizomatous perennial plants along a nutrient gradient. *Plant Ecology*. Vol. 147. P. 77–94.
 27. Rebele F., Lehmann C. 2001. Biological Flora of Central Europe: *Calamagrostis epigeyos* (L.) Roth. *Flora*. Vol. 196. P. 325–344.
 28. Rudakova E. V., Karakis K. D., Sidorshina T. N., Okhrimenko M. F., Kuzmenko L. M., Sivak L. A., Ivchenko V. I., Kovalchuk M. I., Kharchenko N. A., Lobanova Z. I. 1987. *Mikroelementy postuplenie, transport i fiziologicheskie funktsii v rasteniyakh*. Kiev. Naykova dumk. 184 s.
 29. Somodi I., Viragh K., Podani J. 2008. The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigeyos* on the species turnover of a semi-arid grassland. *Applied Vegetation Science*. Vol. 11. P. 187–194.
 30. Thompson K., Parkinson J. A., Band S. R., Spencer R. E. 1997. A comparative study of leaf nutrient concentrations in a regional herbaceous flora. *New Phytologist*. No. 136. P. 679–689.
 31. Ulanova N. G. 2000. Plant age stages during succession in woodland clearings in Central Russia. *Vegetation Science in Retrospect and Perspective: Proceedings of the 41st IAVS Symposium 26 July – 1 August 1998*. Uppsala: Opulus Press. P. 80–83.
 32. Ulanova N. G. 1995a. Veynik nazemnyy. *Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti*. Moskva. Vyp. 9. S. 4–19.
 33. Ulanova N. G. 1995. Veynik trostnikovidnyy. *Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti*. Moskva. No. 11. S. 72–90.
- Jurgita Sasnauskienė, Vitas Marozas**
- ABUNDANCE, BIOLOGICAL AND CHEMICAL FEATURES OF *CALAMAGROSTIS EPIGEYOS* AND *C. ARRUNDINACEA* IN THE SHELTER-WOOD CUTTING OF PINE FORESTS**
- S u m m a r y*
- Since simplified shelter-wood cuttings were widely applied in Lithuanian pine forests, *Calamagrostis epigeyos* (L.) Roth and *C. arrundinacea* (L.) Roth often spread in cutting sites after the first case shelter-wood cuttings. The aim of this work was to study the change of abundance and morphometric features, as well as the chemical elemental composition of underground and overground parts of both *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea* after simplified shelter-wood cuttings in pine forests. The study was accomplished in the Jonava Forest State Enterprise in 2011–2012. Cutting sites were chosen in pine forests where the first case of simplified logging was done in 2004, 2006, 2008 and 2010. The projection cover (in percent), number of shoots, mass of underground and overground parts were determined; heights of shoots and inflorescences, lengths and widths of leaves were estimated for *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea* in the cutting sites. Analysis of N, P, K, Ca and Mg was performed in overground and underground parts of both *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea*. It was determined that sparser overgrowth of *Calamagrostis epigeyos* was formed in shelter-wood cutting sites, but the mass of its underground and overground parts was larger in comparison to that of *Calamagrostis arrundinacea*. The densest overgrowth of both *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea* has formed within 3–4 years. The density and size of shoots of *Calamagrostis* in 6–7 years old cutting sites have decreased. The underground part of *Calamagrostis epigeyos* has formed later compared to *Calamagrostis arrundinacea*. The mass of underground parts of both *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea* was twice larger than the mass of their overground parts in older cutting sites. *Calamagrostis epigeyos* has accumulated more macronutrients in the overground part in comparison to *Calamagrostis arrundinacea*. The ash amount was higher in the underground parts of both *Calamagrostis epigeyos* and *C. arrundinacea*.
- Key words:** shelter-wood cuttings, *Calamagrostis epigeyos*, *C. arrundinacea*, macronutrients, pine forests