

Granuliuoto mineralo serpentinito įtaka bulvių derliui, jo cheminei sudėčiai ir dirvožemio savybėms

Juozas Pekarskas, Algirdas Gavenauskas, Laurynas Balkelis

Aleksandro Stulginskio universitetas

Granuliuoto mineralo serpentinito įtakos bulvės tyrimai atlikti Kauno rajone Girininkų kaime I ūkininko Justino Zokaičio intensyvios gamybos ūkyje šarmiškame, vidutinio humusingumo, kalingame, labai didelio fosforingumo bei didelio magningumo smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje. Nustatyta, kad serpentinito įtakoje esmingai 0,623 kg padidėjo bendras, 0,421 kg prekinis, 0,161 ir 0,041 kg sėklinių bei pašarinių vieno kero bulvių gumbų derlius, bet esmingai 7,18 proc.vnt. sumažėjo prekinio derliaus išeiga. Tręšiant serpentinitu esmingai padidėjo bulvių kero stiebų skaičius, pailgėjo bulvių kero stiebai, padidėjo kere gumbų ir vieno kero gumbų masė. Serpentinito įtakoje bulvių gumbuose esmingai sumažėjo sausųjų medžiagų, krakmolo ir nitrato, o cukraus kiekiui įtakos neturėjo. Tręšimas granuliuotu serpentinitu dirvožemyje esmingai padidino bendrojo ir judriojo magnio kiekį, o sunkiųjų metalų kadmio, nikelio, mangano ir chromo kiekiui didesnės įtakos neturėjo

Mineralas serpentinitas, bulvės, derlius, cheminė sudėtis, dirvožemio agrocheminės savybės

Įvadas

Bulvių derlingumas, jų gumbų cheminė sudėtis priklauso nuo dirvožemio tipo, jo derlingumo, genetinio veislės potencialo, meteorologinių sąlygų, tręšimo ir kt. veiksnių. Nustatyta, kad trąšos sumažino krakmolo kiekį bulvių gumbuose, tačiau padidino bendrą cukraus ir nitrato kiekį. Nitrato kiekis bulvių gumbuose priklauso nuo tręšimo azoto trąšomis ir jų normų. Bulvių gumbų cheminė sudėtis kartu labai priklauso ir nuo žemdirbystės sistemų. Ekologiškai auginamose bulvėse, palyginti su intensyviai augintomis, susikaupia mažiau nitrato, gumbuose padidėja sausųjų medžiagų ir vitamino C (Hamouz et al., 2005; Repšienė, Mineikienė, 2006; Timlin et al., 2006; Baniūnienė, Žekaitė, 2007; Maggio et al., 2008; Pekarskas, 2012).

Bulvės yra jautrios maisto medžiagų trūkumui ir tinkamai jų neaprupinus jomis sunku tikėtis gauti didesnius ir geresnės kokybės derlius. Be pagrindinių maisto medžiagų bulvėms svarbus yra ir magnis, kuris yra sudėtinė chlorofilo dalis ir vienintelis metalas, įeinantis į chlorofilo sudėtį, būtinas fotosintezės elementas. Jis gyvybiškai būtinas chlorofilo susidarymui (Pekarskas, 2008; Verbruggen, Hermanns, 2013; Senbayram et al., 2015).

Magnio trąšų norma, apskaičiuota vienai tonai derliaus, kartu įvertinant ir šalutinę produkciją, bulvėms yra 0–0,91 kg t⁻¹ (Fotyma et al., 2008). Tai vertė Lietuvoje iš naujo peržiūrėti žemės ūkio augalų tręšimo magniu strategiją bei atlikti tyrimus su magnio trąšomis. Nustatyta, kad planuojant žemės ūkio augalų tręšimą magnio trąšomis tikslinga vadovautis judriojo magnio kiekiu dirvožemyje. Augalus būtina tręšti judriojo magnio esant labai mažai arba mažai. Planuojant gauti didesnius derlius ir auginti magniui reiklius augalus, juo tręšiama ir kai dirvožemyje judriojo magnio yra vidutiniškai bei daug (Staugaitis, Vaišvila, 2015).

Nuo seno buvo ieškoma natūralios kilmės įvairių medžiagų, kurias būtų galima panaudoti žemės ūkio augalų tręšimui ir dirvos savybių gerinimui. Viena iš tokių medžiagų buvo mineralas serpentinitas (magnio hidrosilikatas) $(Mg_6[Si_4O_{10}] \cdot [OH]_8$ arba $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O)$, kuris yra sudarytas iš mineralų antigorito, lizardito, kalcito ir chlorito. Labai turtinga

magniu uolieka, kurioje MgO gali būti iki 40% ir didesnis kiekis. Serpentinite be magnio gausiu ir kitų elementų, kurie svarbūs augalams (Andreani et al., 2008; Boudier et al., 2010; Deschamps et al., 2011).

Naujoje Zelandijoje atlikus tyrimus su tabaku, baltaisiais dobilais ir daugiametėmis svidrėmis, nustatyta, kad serpentinitas yra turtingas magniu ir gali būti naudojamas žemės ūkyje kaip dirvos gerinimo priemonė turtinga magniu. Atlikus tyrimus su daugiametėmis žolėmis, nustatyta, serpentinitas neturėjo didelės įtakos daugiamečių žolių derliui, bet ženkliai padidino magnio koncentraciją žolės sausoje masėje, o tai sumažino ligos hipomagnezijos riziką galvijams. Nustatyta, kad serpentinitas gali pakeisti labiau tirpias magnio trąšas (Chittenden et al., 1967; Haynly et al., 2005).

Didžiausia problema, kad serpentinito cheminė sudėtis labai svyruoja ir dažnai aptinkami padidinti toksinių sunkiųjų metalų kiekiai ir tai riboja jo panaudojimo galimybes žemės ūkyje ir dirvožemio savybių gerinime. Serpentinito kaip dirvos gerinimo priemonės naudojimą gali riboti toksinių metalų, tokių kaip Cr, Ni, Mn padidėjusi koncentracija, gali pasireikšti fitotoksiškumo efektas, sumažėti augalų derlius, toksiniai metalai gali kauptis augalų biomasėje (Fernandez et al., 1999; Rajapaksha et al., 2012; Hetath et al., 2015).

Tyrimų tikslas yra iširti granuliuoto serpentinito trąšų įtaką bulvių gumbų derliui, jo cheminei sudėčiai bei dirvožemio savybėms.

Tyrimų metodika

Granuliuoto serpentinito trąšų įtakos bulvės tyrimai atlikti 2016 m. Kauno rajone Girininkų kaime I ūkininko Justino Zokaičio ūkyje šarmiškame, vidutinio humusingumo, kalingame, labai didelio fosforingumo bei didelio magningumo smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, kuriame bendro azoto nustatyta 0,131% (1 lentelė).

Granuliuoto serpentinito trąšos sukurtos Aleksandro Stulginskio universiteto Agroekologijos centre pagal specialią technologiją iš sumalto serpentinito skaldos, kuris buvo iškastas Kaukazo kalnų masyve Elbruso kalno papėdėje esančiame karjere.

Malto serpentinito cheminė sudėtis pateikta 2 lentelėje, kuri buvo nustatyta akredituotoje laboratorijoje Eurofins Polska Sp.z o.o (Lenkija, Malborgas). Serpentinite be magnio, gausu kalcio, sieros, geležies, mikroelementų mangano, kobalto, boro, cinko, vario bei kitų medžiagų. Maltas serpentinitas yra šarmiškos reakcijos.

1 lentelė. Bulvių bandymo ploto dirvožemio agrocheminių savybių charakteristika

Table 1. Agrochemical soil properties of potatoes trial field

Dirvožemio rodikliai / Indicator of soil	Reikšmė Value
pH	7,2
Organinė anglis (C), % / Organic carbon (C)	1,39
Humusas, % / Humus	2,40
bendras azotas % / Total nitrogen	0,131
Judrusis fosforas (P ₂ O ₅) mg kg ⁻¹ / mobile phosphorus (P ₂ O ₅)	305,0
Judrusis kalis (K ₂ O), mg kg ⁻¹ / mobile potassium (K ₂ O)	178,0
Bendras magnis (Mg), mg kg ⁻¹ / Total magnesium (Mg)	1985
Judrusis magnis (Mg), mg kg ⁻¹ / Mobile magnesium (Mg)	470

2 lentelė. Sumalto mineralo serpentinito cheminė sudėtis

Table 2. Chemical composition of grind mineral serpentinite

Rodiklis / Rodiklis	Reikšmė Value
pH (H ₂ O)	8,0
Sausosios medžiagos, % / Dry matter	99,3
Bendras azotas (N), % / Total nitrogen (N)	<0,10
Bendras fosforas (P ₂ O ₅), % / Total phosphorus (P ₂ O ₅)	0,013
Bendras kalis (K ₂ O), % / Total potassium (K ₂ O)	<0,010
Kalcis (CaO), % / Calcium (CaO)	1,76
Bendras magnis (Mg), % / Total magnesiums (Mg)	9,00
Na, mg kg ⁻¹	140,0
Bendra sierą (S), mg kg ⁻¹ / Total sulfur (S)	130,0
Fe, mg kg ⁻¹	50000
Al ₂ O ₃ , mg kg ⁻¹	3000
Mo, mg kg ⁻¹	<0,50
Zn, mg kg ⁻¹	15,0
B, mg kg ⁻¹	44,0
Co, mg kg ⁻¹	76,0
Cu, mg kg ⁻¹	5,40
Mn, mg kg ⁻¹	820,0
Cr, mg kg ⁻¹	530,0
Cd, mg kg ⁻¹	1,20
Ni, mg kg ⁻¹	1500,0

Tyrimai atlikti su labai ankstyvos bulvių 'Catania' veislės augalais, kurios augintos pagal Justino Zokaičio ūkyje taikomą intensyvią bulvių auginimo technologiją. Bulvių priešsėlis – kopūstinės daržovės (kalafiorai ir

brokoliai), kurios buvo pasodintos balandžio 28 d. Prieš bulvių sodinimą gumbai beicuoti kontaktinio ir sisteminio veikimo beicu Monceren G FS 370 0,6 l t⁻¹, sodintos daigintos bulvės. Sodavimo metu bulvės lokaliai patręštos 600 kg ha⁻¹ trąšų YaraMila Cropcare 11-11-21 norma (N₆₆P₆₆K₁₂₆). Bulvės vegetacijos metu papildomai du kartus purkštos karbamido 8 kg ha⁻¹ ir magnio sulfato 7 kg ha⁻¹ mišiniu. Bulvės apkauptos praėjus dviem savaitėms po sodinimo.

Piktžolės bulvių lauke buvo naikinamos herbicidu Afalon 450 SC 1,2 l ha⁻¹, nupurškus bulves prieš jų sudygimą ir po bulvių sudygimo praėjus dviem savaitėms nupurškus herbicidu Sencor 70 WG 0,120 kg ha⁻¹. Bulvių pasėlis insekticidais nebuvo purkštas. Nuo ligų purkšta fungicidais Amistar 250 SC 1 l ha⁻¹ ir Shirlan 500 SC 0,3 l ha⁻¹.

Bulvės buvo kasamos bulvių kombainu Grimme SE70-20 (Vokietija). Nukasimo laikas nuo rugpjūčio 20 iki rugsėjo 15 d.

Bandymai įrengti atskiromis juostomis. Bulvių veislės 'Catania' bandymų bendras plotas 1140 m² (190×6 m) (570 m² be serpentinito trąšų ir 570 m² – tręšta serpentinito trąšomis). Granuliuotu serpentinitu tręšta prieš bulvių sodinimą – 2016 m. balandžio 15 d.

Rezultatai ir aptarimas

Tyrimais nustatyta, kad granuliuotas serpentinitas esmingai 0,623 kg padidino bendrą ir 0,421 kg prekinį vieno kero gumbų derlių, bet esmingai 7,18 proc.vnt. sumažino vieno kero gumbų prekinio derliaus išeią. Serpentinito įtakoje esmingai 0,161 ir 0,041 kg padidėjo vieno kero sėklinių ir pašarinių bulvių derlius (3 lentelė).

Atlikus granuliuotų mineralo serpentinito trąšų įtakos bulvių veislės 'Catania' derliaus struktūros rodiklių reikšmėms, nustatyta, kad serpentinito įtakoje esmingai 0,54 vnt. padidėjo kero stiebų skaičius, 3,98 cm pailgėjo bulvių kero stiebai, 7,47 vnt. padidėjo kere gumbų bei 0,623 g padidėjo vieno kero gumbų masė. Serpentinito įtakoje sumažėjo vieno bulvių gumbo masė, bet šis sumažėjimas buvo neesminis (4 lentelė).

Serpentinito įtakoje bulvių gumbuose esmingai 1,01 proc.vnt. sumažėjo sausųjų medžiagų, 2,50 proc.vnt. krakmolo, 724 mg kg⁻¹ nitratų, o cukraus kiekiui bulvių gumbuose esminės įtakos nenustatyta (5 lentelė).

Ištirus granuliuoto serpentinito įtaką bendrajam ir judriajam magnio bei sunkiųjų metalų mangano, kadmio, nikelio ir chromo kiekiui dirvožemyje, nustatyta, kad serpentinito įtakoje esmingai dirvožemyje padidėjo bendrojo ir judriojo magnio kiekis, kadmio ir nikelio kiekis nepakitę, o mangano ir chromo nežymiai padidėjo (6 lentelė).

3 lentelė. Granuliuoto mineralo serpentinito įtaka bulvių veislės 'Catania' gumbų derlingumui
Table 3. Effects of granulated mineral serpentinite on yield of 'Catania' kind of potatoes

Variantai / Treatments	Vieno kero gumbų bendras derlius, kg Total yield	Vieno kero prekinis gumbų derlius, kg Marketable yield	Vieno kero gumbų sėklinės bulvės, kg Seed potatoes	Vieno kero gumbų pašarinės bulvės, kg Potatoes for feed	Vieno kero gumbų prekinio derliaus išeiga, % Output of the marketable yield
Netręšta / Without fertilisation	1,202±0,08	0,961±0,08	0,163±0,013	0,078±0,006	79,95±3,77
Tręšta granuliuotu mineralu serpentinitu Fertilized with granulated mineral serpentinite	1,825±0,136	1,382±0,099	0,324±0,024	0,119±0,008	72,77±3,23
R ₀₅ /LSD ₀₅	0,14	0,12	0,18	0,012	4,23

4 lentelė. Granuliuoto mineralo serpentinito įtaka bulvių veislės 'Catania' derliaus struktūros elementų reikšmėms
Table 4. Effects of granulated mineral serpentinite on structural elements of yield of 'Catania' kind of potatoes

Variantai / Treatments	Vieno kero stiebų skaičius, vnt Number of stems per plant	Vieno kero stiebų ilgis, cm Length of stems per plant	Vieno kero gumbų skaičius, vnt Number of tubers per plant	Vieno kero gumbų masė, g Weight of tubers per plant	Vieno gumbo masė, g Weight of a single tuber
Netręšta / Without fertilisation	5,86±0,25	66,08±1,20	12,33±1,00	1,202±0,08	97,48±5,07
Tręšta granuliuotu mineralu serpentinitu Fertilized with granulated mineral serpentinite	6,40±0,43	70,06±1,26	19,80±1,74	1,825±0,136	94,63±8,61
R ₀₅ /LSD ₀₅	0,16	2,11	1,75	0,12	3,45

5 lentelė. Granuliuoto mineralo serpentinito įtaka bulvių veislės 'Catania' gumbų cheminei sudėčiai
Table 5. Effects of granulated mineral serpentinite on chemical composition of tubers of 'Catania' kind of potatoes

Variantai / Treatments	Sausosios medžiagos, % Dry matter	Krakmolas, % Starch	Nitratai, mg kg ⁻¹ Nitrates	Cukrus, % Sugar
Netręšta / Without fertilisation	18,15	13,6	887	0,25
Tręšta granuliuotu mineralu serpentinitu Fertilized with granulated mineral serpentinite	17,14	11,1	163	0,30
R ₀₅ /LSD ₀₅	0,82	0,85	26,23	0,06

6 lentelė. Granuliuoto mineralo serpentinito įtaka dirvožemio agrocheminėms savybėms auginant veislės 'Catania' bulves
Table 6. Effects of granulated mineral serpentinite on agrochemical properties of soil growing 'Catania' kind of potatoes

Variantai / Treatments	Bendras magnis (Mg), mg kg ⁻¹ Total magnesium (Mg)	Judrusis magnis (Mg), mg kg ⁻¹ Mobile magnesium (Mg)	Mn, mg kg ⁻¹	Cd, mg kg ⁻¹	Ni, mg kg ⁻¹	Cr, mg kg ⁻¹
Netręšta / Without fertilisation	1987	468	110	0,10	7,17	13,0
Tręšta granuliuotu mineralu serpentinitu Fertilized with granulated mineral serpentinite	2127	798	113	0,10	7,17	13,4
R ₀₅ /LSD ₀₅	44,52	51,23	6,54	0,021	0,25	0,86

Išvados

1. Granuliuotas serpentinitas esmingai padidino bendrą prekinį, sėklinių ir pašarinių bulvių vieno kero gumbų derlių, bet esmingai sumažino vieno kero gumbų prekinio derliaus išeigą. Serpentinito įtakoje esmingai padidėjo bulvių kero stiebų skaičius, pailgėjo bulvių kero stiebai, padidėjo kero gumbų ir vieno kero gumbų masė.

2. Serpentinito įtakoje bulvių gumbuose esmingai sumažėjo sausųjų medžiagų, krakmolo ir nitratų, o cukraus kiekiui esminės įtakos neturėjo.

3. Tręšimas granuliuotu serpentinitu dirvožemyje esmingai padidino bendrojo ir judriojo magnio kiekį, o sunkiųjų metalų kadmio, nikelio, mangano ir chromo kiekiui didesnės įtakos neturėjo.

Literatūra

- ANDREANI, M., GRAUBY, O., MUÑOZ, M. Occurrence, composition and growth of polyhedral serpentine. *European Journal of Mineralogy*, 2008, Vol. 20, p.159–171.
- BANIŪNIENĖ, A., ŽEKAITĖ, V. Organinių trąšų įtaka augalams bulvių sideracinėje grandyje įprastinės ir tausojamosios žemdirbystės sąlygomis. *Žemės ūkio mokslai*, 2007, T. 14, Nr. 2, p. 1–10.
- BOUDIER, F., BARONNET, A., MAINPRICE, D. Serpentine Mineral Replacements of Natural Olivine and their Seismic Implications: Oceanic Lizardite versus Subduction-Related Antigorite. *Journal of Petrology*, 2010, Vol. 51(1-2), p. 45–512.
- CHITTENDEN, E. T., STANTON, D. J., WATSON, J., K. J. DODSON K. J. Serpentine and dunite as magnesium fertilizer. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1967, Vol. 10, No. 1, p. 160–171.
- DESCHAMP, F., GUILLOT, S., GODARD, M., ANDREANI, M., HATTORI, K. Serpentinites act as sponges for fluid-mobile elements in abyssal and subduction zone environments. *Terra Nova*, 2011, Vol. 23 (3), p.171–178.
- FERNÁNDEZ, S., SEOANE, S., MERINO, A. Plant heavy metal concentrations and soil biological properties in agricultural serpentine soils. *Soil Science and Plant Analysis*, 1999, Vol. 30, Issue 13–14, p. 1867–1884.
- FOTYMA, M., DOBERS E. S., BREITSCUH G. et al. Soil testing methods and fertilizer recommendations in Central-Eastern European countries. *Fertilizers and Fertilization*, 2008, 109 p.
- HANLY, J. A., LOGANATHAN, P., CURRIE, L. D. Effect of serpentine rock and its acidulated products as magnesium fertilisers for pasture, compared with magnesium oxide and Epsom salts, on a Pumice Soil. 1. Dry matter yield and magnesium uptake. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2005, Vol. 48, Issue 4, p. 451–460.
- HAMOZ, K., LACHMAN, J., DVOŘÁK, P., PIVEC, V. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant, Soil and Environment*, 2005, Vol. 51, p. 397–402.
- HERATH, I., KUMARATHILAKA, P., NAVARATNE, A., RAJAKARUNA, N., VITHANAGE, M. Immobilization and phytotoxicity reduction of heavy metals in serpentine soil using biochar. *Journal of Soils and Sediments*, 2015, Vol. 15, Issue 1, p. 126–138.
- MAGGIO, A., CARILLO, P., BULMETTI, G. S., FUGGI, A., BARBIERI GAND DE PASCALE, S. Potato yield and metabolic profiling under conventional and organic farming. *European Journal of Agronomy*, 2008, Vol. 28, p. 343–350.
- PEKARSKAS, J. Tręšimas ekologinės gamybos ūkiuose. Kaunas, 2008, 189 p.
- PEKARSKAS, J. Skystos organinės trąšos biojodžio įtaka ekologiškų bulvių derliui ir kokybei. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2012, T. 31, Nr. 1–2, p. 74–85.
- RAJAPAKSHA, A. U., VITHANAGE, M. OZE, C., BANDARA, W., WEERASOORIYA, R. Nickel and manganese release in serpentine soil from the Ussangoda Ultramafic Complex, Sri Lanka. *Geoderma*, 2012, Vol. 189, p. 1–9.
- REPŠIENĖ, R., MINEIKIENĖ, E. V. Meteorologinių sąlygų ir skirtingų žemdirbystės sistemų įtaka bulvių 'Mirta' gumbų ligotumui bei derlingumui. *Žemės ūkio mokslai*, 2006, Nr. 3, p. 16–25.
- TIMLIN, D., RAHMAN, L., BAKER J. et al. Whole plant photosynthesis, development and carbon partitioning in potato as a function of temperature. *Agronomy Journal*, 2006, Vol. 98, p. 1195–1203.
- STAUGAITIS, G., VAIŠVILA Z. Inovatyvūs dirvotyros ir agrochemijos mokslo sprendimai. Kaunas, 2015, 320 p.

Juozas Pekarskas, Algirdas Gavenauskas, Laurynas Balkelis

The effect of granulated mineral serpentinite on potatoes yield, chemical composition and soil properties

Summary

Exploration of the effects of granulated mineral serpentinite on potatoes was carried out in Girininkai I village of Kaunas region in the intense production type farm owned by farmer Justinas Zokaitis; the soil was alkaline, with average humus concentration, high potassium, very high phosphorus and high magnesium, sandy with minor clay loam. It was found that, under effects of serpentinite, the total yield of seed and feeding potato substantially increased in 0.623 kg, the marketable yield in 0.421 kg, and the yield per plant in 0.161 and 0.041 kg, accordingly, but the marketable yield output substantially decreased in 7.18 percent. Fertilization with serpentinite substantially increased the number of stems per plant, the length of stems per plant, the number of tubers per plant and the weight of tubers per plant. Under effects of serpentinite the amounts of dry materials, starch and nitrates decreased substantially with no effect on sugar concentration. Fertilization with granulated serpentinite substantially increased the concentrations of total and mobile magnesium in soil without making any significant effects on the concentrations of heavy metals, such as cadmium, nickel, manganese and chromium.

Mineral serpentinite, potatoes, yield, chemical composition, agrochemical properties of soil

Gauta 2017 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2017 m. balandžio mėn.

Juozas PEKARSKAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto Agroekologijos centro vadovas biomedicinos mokslų daktaras, docentas. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 671) 03749, el. paštas: juozas.pekarskas@asu.lt.

Juozas PEKARSKAS. Aleksandras Stulginskis university, Faculty of Forest Sciences and Ecology, Institute of Environment and Ecology, head of Agroecological centre, doctor of biomedical sciences, associated professor. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Academy, Kaunas r. Tel. (+370 671) 03749, e-mail: juozas.pekarskas@asu.lt.

Algirdas GAVENAUŠKAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto docentas, biomedicinos mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 752224, el. paštas: Algirdas.Gavenauskas@asu.lt

Algirdas GAVENAUŠKAS. Aleksandras Stulginskis university, Faculty of Forestry and Ecology, associated professor of Institute of Environment and Ecology, doctor of biomedical sciences. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Academy, Kaunas r. Tel. (8 37) 752224, e-mail: Algirdas.Gavenauskas@asu.lt

Laurynas BALKELIS. Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto miškininkystės specialybės 1 kurso magistrantas, Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto vyr. laborantas. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 752224, el. paštas: Laurynas.Balkelis@asu.lt

Laurynas BALKELIS. Aleksandras Stulginskis university, Faculty of Forestry and Ecology, Specialty of forestry, graduate student of 1 course. Aleksandras Stulginskis university, Faculty of Forestry and Ecology, laboratory assistant of Institute of Environment and Ecology. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Academy, Kaunas r. Tel. (8 37) 752224, e-mail: Laurynas.Balkelis@asu.lt