
Mineralinių trąšų poveikio miško dirvožemiui ir pušų radialiajam prieaugiui „Akmenės cemento“ gamyklos aplinkoje ekologiniai aspektai

V. Stravinskienė

Vytauto Didžiojo universitetas
Aplinkotyros katedra
Vileikos g. 8,
LT-3035 Kaunas, Lietuva
El. paštas: vida@af.vdu.lt

L. Kubertavičienė

Lietuvos miškų institutas
Liepų g. 1,
LT-4312 Kaunas, Lietuva

Straipsnyje aptariami mineralinėmis trąšomis patręštų durpinių miško dirvožemių fizikinių-cheminių savybių ir pušų metinio radialiojo prieaugio pokyčiai „Akmenės cemento“ lokalsios taršos aplinkoje. Nustatyta, kad dėl cemento dulkių nusėdimo durpiniuose dirvožemiuose kaupiasi kalcis, kalis ir magnis, padidėjęs prisotinimo bazėmis laipsnis. Miško paklotėje ir durpėje randami dideli sieros ir sunkiųjų metalų (chromo, kadmio, švino, nikelio, vario, cinko ir kt.) kiekiai, dėl cemento dulkių ir pelenų emisijų dirvožemis šarmėja. Patręštų durpinių dirvožemių cheminė analizė parodė, kad augalams prieinamo fosforo kiekį 5–20 cm gylyje daugiausia padidino fosfogipsas (10 t/ha) ir superfosfatas (P_{100} ; 500 kg/ha); dėl šių trąšų poveikio nustatytas didžiausias judriojo kalio kiekis miško paklotėje.

Dendrochronologiniais tyrimais nustatyta, kad didžiausią tręšimo efektą duoda superfosfatas – antrais ir ketvirtais metais po tręšimo pušų metinis radialusis prieaugis padidėjo atitinkamai 46 ir 30% palyginti su kontrole. Patręšus dviguba fosfogipso doze (10 t/ha), prieaugis padidėjo vidutiniškai 43%. Patręšus 2–3 metai prieš būsimą prieaugio maksimumą, išreikštą etaloninėse dendroskalėse ir atspindintį palankaus augimui periodo pradžią, teigiamas trąšų poveikis pasireiškia 6–7 metus, o patręšus klimatinio ciklo fazėje 2–3 metus prieš prieaugio minimumą, trąšų poveikis pasireiškia tik 3–4 metus. Tręšimą reikėtų periodiškai kartoti.

Raktažodžiai: miško tręšimas, dirvožemio savybės, paprastoji pušis, metinis radialusis prieaugis

IVADAS

Medžių būklės kitimo dėl aplinkos veiksnių poveikio tyrimas teikia žinių apie biologinių sistemų stabilumą, jų funkcionavimo ypatybes ir sudaro galimybes gamtinės aplinkos pokyčiams vertinti ir prognozuoti. Ekosistemų stabilumui ir aplinkos kokybės pokyčiams nagrinėti Europoje skiriamas ypatingas dėmesys. Miškų būklės vertinimas ir medžių kaip bioindikatorių reikšmė tiriant gamtinių ir antropogeninių veiksnių įtaką ekosistemoms yra nustatyta kaip viena iš prioritetinių Europos Komisijos Penktosios programos „Aplinka ir sveikata“ temų [10].

Medžių radialusis prieaugis yra dinamiškas, greitai reaguojantis į augimo sąlygų pokyčius dendroindikacinis rodiklis. Medžiai laikomi vienais jautriausių aplinkos būklės indikatorių. Objektiviai įvertinę medžių būklę, galime spręsti ir apie gamtinės aplinkos būklę bei jos tinkamumą kitoms gyvybės formoms tarpti. Medžių būklę, produktyvumą bei stabilumą lemia daygybė veiksnių, tarp kurių ne pasku-

tinę vietą užima miško dirvožemio derlingumas. Tręšimas yra viena iš priemonių miško ekosistemose augančių medynų produktyvumui padidinti.

Nederlinguose jauriniuose smėlio dirvožemiuose augančioms pušims mineralinis tręšimas jauname amžiuje duoda teigiamus rezultatus – dėl trąšų poveikio medžių metinis radialusis prieaugis padidėja 20–45%, palyginti su kontrole [13, 15 ir kt.].

Patikimai įrodyta, kad metinio radialiojo prieaugio etaloninės dendroskalės atspindi palankias arba nepalankias medžių augimui sąlygas, t. y. pagal klimato sąlygas palankius arba nepalankius metus [10]. Nederlingų miško dirvožemių tręšimas gali iš esmės padidinti medžių radialųjį prieaugį ir produktyvumą palankaus klimato metais ir sušvelninti šių rodiklių kritimą nepalankiais augimui metais. Pagerėjus klimato sąlygoms, teigiamas trąšų poveikis, kuris buvo sumažėjęs nepakankių klimato sąlygų metais, vėl padidėja, nes, pašiltėjus klimatui, padidėja maisto medžiagų perekis, paspartėja medžių metinio radialiojo prieaugio formavimasis. Tręšimu galima ne tik

paskatinti medžių augimą, bet ir padidinti jų atsparumą lokaliajai technogeninei taršai pramoniniuose rajonuose.

OBJEKTAS IR METODAI

Šio kompleksinio tyrimo tikslas – nustatyti, kaip patrešus tradicinėmis (karbamidas – 80 kg/ha azoto veikliosios medžiagos ir superfosfatas – 100 kg/ha fosforo veikliosios medžiagos) ir netradicinėmis (rūgščios reakcijos Kėdainių „Lifosos“ fosfogipso dozės 5 t/ha ir 10 t/ha ir fosfogipso 5 t/ha mišinys su superfosfatu) mineralinėmis trašomis pakinta „Akmenės cemento“ lokalsios aeralinės taršos poveikio aplinkoje esančių durpinių dirvožemių fizikinės-cheminės savybės ir juose augančių pušų metinis radialusis prieaugis.

„Akmenės cementas“ (1952 m. pradėjęs gamybą) buvo laikomas vienu didžiausių Europoje cemento ir šiferio kombinatų, klestėjimo laikais per metus pagamindavęs 3,37 mln. t cemento, 65 mln. sutartinių lakštų šiferio, 1600 km sutartinio skersmens asbestcementinių vamzdžių, 130 tūkst. t kalkių, į atmosferą kasmet išmesdavo 27 tūkst. t SO₂, 9–10 tūkst. t cemento dulkių, 8,5 tūkst. t NO_x ir 1 tūkst. t pelenų bei kitų kietų dalelių [1]. Nuo gamyklos emisijų poveikio smarkiai pašarmėjo dirvožemiai, todėl jiems parūgštinti buvo bandomos įvairios rūgštinančios trašos, tarp jų ir fosfogipsas.

Fosfogipsas – amofoso gamybos atliekos, turinčios CaO 39%, judriojo fosforo 0,56%, sieros 25%, fluoro 0,22–0,31%. Pasauliniu mastu buvo pradėtas naudoti kaip gipso pakaitalas druskožemių savybėms gerinti [2]. Užsienyje naudojamas fosfogipso gebėjimas surišti toksiškus dirvožemio aliuminio junginius į augalams nepavojingus cheminius kompleksus technogeninio užterštumo vietose. Jį galima vartoti dideliais kiekiais kaip fosforo trąšą bei mikroelementų šaltinį, nes jame yra 0,5–0,6% P₂O₅. Fosfogipsas turi rūgščią reakciją – jo pH_{KCl} 3,0 [14].

Lietuvoje fosfogipsas buvo išbandytas sodams tręšti, nustatytas jo teigiamas poveikis obelų derliui ir maisto medžiagų balansui [11].

Miškams tręšti fosfogipsas buvo bandomas panaudoti prie įvairių lokalsios taršos šaltinių augančių miškų produktyvumui ir atsparumui padidinti [6].

Dirvožemio paklotės bei durpių bandiniai paimti, paruošti ir išanalizuoti plačiai naudojamais chemiais metodais [7, 12 ir kt.]. Laboratorinės analizės atliktos šiems dirvožemio rodikliams nustatyti:

- pH ir nitratinis azotas (jonometriškai);
- amoniakinis azotas (fotoelektrokolorimetriniu metodu su Neslerio reagentu);
- hidrolizinis azotas (Kornfildo metodu);
- judrieji fosforas ir kalis (Kirsanovo metodu);
- Ca ir Mg jonai (trilonometriniu metodu);

- judrieji Al ir vandenilis (pagal Sokolovą);
- sorbuotų bazių suma (pagal Kapeną-Gilkovicą);
- judrioji siera (CINAO metodu);
- hidrolitinis rūgštumas (Kapeno metodu);
- paklotės ir durpių peleningumas (deginant prie 450°C);

- sunkieji metalai (atominiu absorbcimetru, trijų etalonų metodu).

Paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) medžių metinio radialiojo prieaugio pokyčiai dėl tręšimo mineralinėmis trašomis buvo tirti 50 metų amžiaus pušynuose, augančiuose tarpinio tipo durpiniuose dirvožemiuose (Pb augavietė) „Akmenės cemento“ aplinkoje LMI miškų dirvožemiams tirti skirtuose pastoviuose tyrimo bareliuose. Medžių rėvių analizei 1996–1998 metais buvo paimta 200 medžių gręžinių, atlikta apie 10 000 metinio radialiojo prieaugio matavimų. Metiniam radialiajam prieaugiui (metinių rėvių pločiui) matuoti naudota medžių rėvių matavimo sistema LINTAB ir programų komplektas TSAP. Matavimo tikslumas – ±0,01 mm. Pirminiai rėvių matavimo duomenys įrašomi į diskelį, kad būtų lengviau toliau informaciją apdoroti matematinės statistikos ir dendrochronologinės analizės metodais pagal specialias TSAP programas: datavimą, sinchronizavimą, chronologijų sudarymą ir kt. Metinėms rėvėms datuoti ir medžių radialiniam prieaugiui sinchronizuoti naudojamas pasaulinėje dendrochronologinių ir dendroindikacinių tyrimų praktikoje taikomos metodikos [4, 8 ir kt.], kurių pagrindu sudarytas TSAP programų komplektas (TSAP by FRANK RINN and SIEGWARD JAKEL, Heidelberg, Germany). Taip pat naudotos vietinės dendrochronologinių tyrimų metodikos [9].

Kontroliniai pušynai dirvožemio fizikinių-cheminių savybių ir tręšimo efektyvumo pagal radialiųjų prieaugi tyrimams buvo parinkti pagal visus biometrinis rodiklius analogiškuose netręštuose pušynuose, augančiuose tomis pačiomis „Akmenės cemento“ lokalsios taršos poveikio sąlygomis.

Metinio radialiojo prieaugio pokyčiai dėl trąšų poveikio (papildomas prieaugis %) buvo skaičiuoti lyginant kontrolinių ir tiriamųjų medynų metinio radialiojo prieaugio duomenis pagal formulę:

$$Z_p = \frac{Z_t - Z_k}{Z_k} \cdot 100;$$

čia Z_p – papildomas metinis radialusis prieaugis; Z_k – kontrolinio medyno prieaugis; Z_t – tiriamojo (patręšto) medyno prieaugis.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Viena iš tyrimo krypčių buvo aerotechnogeniniais teršalais paveiktų medynų tręšimo efektyvumo bandymai. Remiantis šių bandymų rezultatais, konsta-

tuota, kad dėl tiesioginio trąšų poveikio labiausiai padidėjo miško pakločių rūgštumas. Tačiau fosfogipso poveikis rūgštumui (net ir įnešus 10 t/ha) nevirsijo rūgštinančio karbamido (100 kg/ha) poveikio. Norint stipriau parūgštinti durpinį dirvožemį, reikėtų įterpti žymiai daugiau ir agresyvesnio rūgštiklio. Tačiau tai gali padidinti sunkiųjų metalų judrumą ir turėti neigiamą įtaką dirvožemio faunai.

Išanalizavus 5 ir 10 t/ha fosfogipso dozėmis paręstą mineralinį dirvožemį, nustatytas padidėjęs kalcio, kalio, fosforo, fluoro, sulfatų ir nitratų kiekis; dirvožemio rūgštumas irgi šiek tiek padidėjo. Daugiausia judriojo kalio rasta fosfogipsu ir superfosfatu bei jų mišiniu tręštuose, mažiausiai – vien karbamidu tręštuose dirvožemiuose. Judriojo fosforo A_0^I horizonte daugiausia rasta fosfogipsu, mažiau – su-

perfoafatu ir mažiausiai – karbamidu tręštame variante. A_0^{II} ir T_1 horizontuose daugiausia judriojo fosforo rasta karbamidu tręštame variante. T_1 horizonte, be karbamidu tręšto bandymų laukelio, nemažai judriojo fosforo rasta dviguba fosfogipso doze tręštame variante, tiek pat jo – superfosfatu ir fosfogipsu tręštame ir truputį daugiau – vien superfosfatu tręštame variante (1 lentelė).

Manoma, kad didėjant dirvožemių derlingumui jų tręšimo poveikis mažėja. Todėl maistmedžiagių turtingų miškų dirvožemių nerekomenduotina tręšti. Tačiau yra ir kitų tręšimo efektyvumą limituojančių veiksnių: dirvožemio užmirkimas ar drėgmės trūkumas, dirvožemio reakcijos nukrypimai į smarkiai rūgščią ar šarmišką, tręšimo netolygumas, staigūs klimato sąlygų pasikeitimai ir pan.

Lentelė. Durpinio dirvožemio fizikinių-cheminių savybių pasikeitimas dėl tręšimo tradicinėmis ir netradicinėmis mineralinėmis trąšomis „Akmenės cemento“ aplinkoje

Table. Changes of physico-chemical characteristics of peat soil in the surroundings of “Akmenės cemento” due to impact of fertilization by traditional and non-traditional fertilizers

Tręšimo variantas <i>Variant of fertilization</i>	Dirvožemio horizontas ir bandinio paėmimo gylis cm <i>Horizont of soil and the depth of sample cm</i>		pH		Judrūs cheminiai junginiai mg/100 g dirvožemio Available chemical combinations mg in 100 g of soil				
			H ₂ O	CaCl ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	N-NO ₃	N-NH ₄	S
Karbamidas (80 kg/ha veikliosios medžiagos) <i>Carbamide (80 kg/ha of active substance)</i>	A_0^I	0–2	7,2	6,8	25,5	35	4,0	5,7	140
	A_0^{II}	2–5	7,6	7,1	25,5	45	3,0	3,5	100
	T_1	5–20	8,0	7,2	20,0	4,5	2,3	4,4	200
Superfosfatas (100 kg/ha veikliosios medžiagos) <i>Superphosphate (100 kg/ha phosphorus active substance)</i>	A_0^I	0–2	7,4	7,0	87,7	20	3,4	6,2	750
	A_0^{II}	2–5	7,4	7,0	25,5	12	2,0	4,7	250
	T_1	5–20	8,0	7,4	15,5	5,7	1,9	3,7	300
Fosfogipsas (10 t/ha) <i>Phosphogypsum (10 t/ha)</i>	A_0^I	0–2	7,2	6,8	100,0	30	6,8	6,5	1020
	A_0^{II}	2–5	7,8	7,4	75,5	30	3,1	4,4	1080
	T_1	5–20	8,0	7,4	60,0	8,2	2,5	4,1	850
Fosfogipsas (5 t/ha) <i>Phosphogypsum (5 t/ha)</i>	A_0^I	0–2	7,6	7,4	50,0	30	4,5	6,0	850
	A_0^{II}	2–5	7,8	7,2	25,5	33	2,3	4,5	130
	T_1	5–20	7,4	7,2	25,5	7,0	2,3	6,0	500
Fosfogipso (5 t/ha) mišinys su superfosfatu (100 kg/ha veikliosios medžiagos) <i>Mixture of phosphogypsum (5 t/ha) with superphosphate (100 kg/ha active substance)</i>	A_0^I	0–2	7,2	6,8	30,7	30	4,5	7,1	1080
	A_0^{II}	2–5	7,8	7,2	30,0	32	2,0	4,9	1080
	T_1	5–20	7,9	7,2	27,7	6,2	1,9	5,2	850
Kontrolė (netręšta) <i>Control (unfertilized)</i>	A_0^{II}	0–2	8,0	7,4	25,5	21	3,0	3,0	100
	T_1	5–20	8,2	7,5	20,5	6,5	2,5	1,4	350

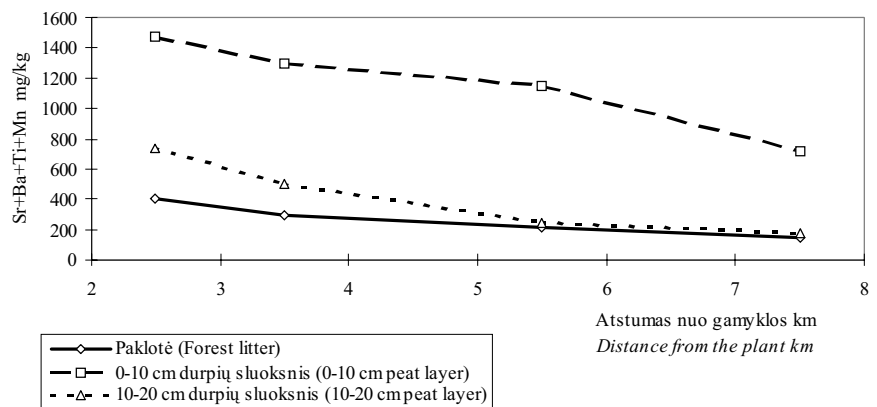
Aplinkoje „Akmenės cemento“, kurio emisijų sudėtyje yra daug šarminančių medžiagų, kinta dirvožemių reakcija ir jų savybės, susijusios su dirvos reakcija. Šarmėjimo metu dirvožemyje suaktyvėja ne tik augalams kenksmingi elementai aliuminis, manganas, kadmis, švinas, bet ir jiems reikalingi boras, fosforas, varis, kobaltas bei kiti elementai. Prie „Akmenės cemento“ didelį poveikį dirvožemiams daro sieros ir azoto rūgštis neutralizuojančios kalcio ir magnio dulkės. Todėl dirvožemiai apie gamyklą yra paveikti bazinių katijonų ir turi šarmišką reakciją. B. Forster [5] duomenimis, „rūgštieji“ lietūs teigiamai veikia karbonatingus dirvožemius, nes parūgštėjus reakcijai į dirvožemio tirpalą patenka daugiau augalams būtinų elementų.

Mikroelementinės sudėties tyrimai rodo, kad dėl AB „Akmenės cemento“ gamyklos poveikio dirvožemiuose padidėja stroncio, bario, titano, mangano, švino, vario, chromo, nikelio ir boro kiekis. Arčiausiai gamyklos dirvožemyje susikaupė daugiausia sunkiųjų metalų, tostant nuo gamyklos mažėja dulkėtumas ir mikroelementų kiekis. Maksimalus mikroelementų kiekis randamas viršutiniame 10 cm storio durpių sluoksnyje; 10–20 cm gylyje jų randama 3–4 kartus mažiau. Paklotė pagal mikroelementų susikaupimą užima tarpinę padėtį. Pagrindinę mikroelementų masę cemento dulkėse sudaro stroncis, bari, titanas ir manganas (1 pav.). Šių mikroelementų kiekis miško dirvožemiuose iki 5,5 km nuo gamyklos viršija foną 2–3,8 karto. Nikelio, chromo, vario ir boro daugiausia randama viršutiniame 10 cm storio durpių sluoksnyje; tostant nuo gamyklos šių mikroelementų kiekis mažėja (2 pav.).

Tręšimo efektyvumo dendrochronologinių tyrimų rezultatai tarpinio tipo durpiniuose miškų dirvožemiuose „Akmenės cemento“ poveikio zonoje rodo, kad skirtingomis mineralinėmis trąšomis ir skirtingomis jų dozėmis patręstų pušų metinis radialusis prieaugis padidėjo 15–45% ($P = 0,95$), palyginti su kontrole. Nustatyta, kad karbamidas (80 kg/ha azoto veikliosios medžiagos) pušų radialųjį prieaugį pirmaisiais metais padidino 20%, vė-

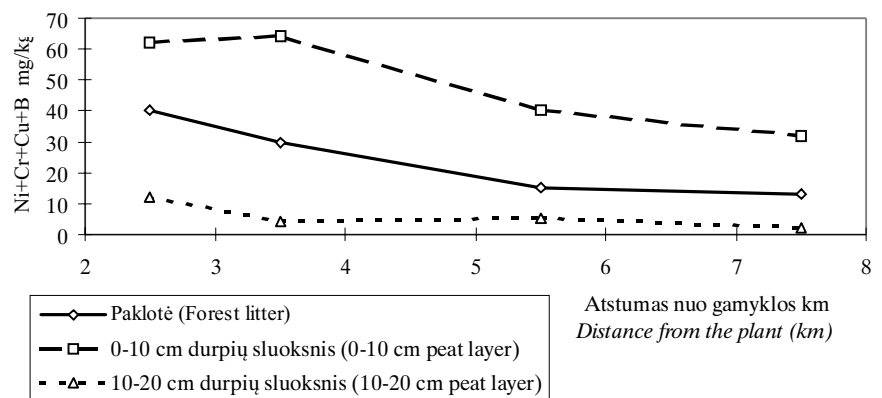
lesniais metais – 10–15%. Tai paaiškinama azoto trąšų nuostoliais, išbėrus jas šiltu metu vegetacijos pradžioje ant pašarmėjusio durpinio dirvožemio, kur azoto trūkumas nėra augimą limituojantis veiksnys. Didžiausias tręšimo efektas pagal papildomą metinį radialųjį prieaugį nustatytas superfosfatu tręštuose pušynuose, kuomet pušų metinis radialusis prieaugis antrais ir ketvirtais metais po tręšimo padidėjo atitinkamai 46 ir 30%. Tuo tarpu pirmais ir trečiais metais po patręšimo prieaugio padidėjimas tesiekė 16–17% (3 pav.).

Patręšus azoto trąšomis (80 kg/ha azoto veikliosios medžiagos), per pirmus penkerius metus pušų metinis radialusis prieaugis vidutiniškai padidėjo 15%, patręšus superfosfatu – 28%. Teigiamas superfosfato trąšų poveikis ypač išryškėjo sausringais 1992 ir 1994 metais, kuomet buvo sausas ne tik oras, bet ir dirvožemis [3]. Tokio trąšų poveikio pušų radialiajam prieaugiui nepastebėta tręšiant azotu. Tai patvirtina mūsų prielaidą, kad judriojo fosforo trūku-



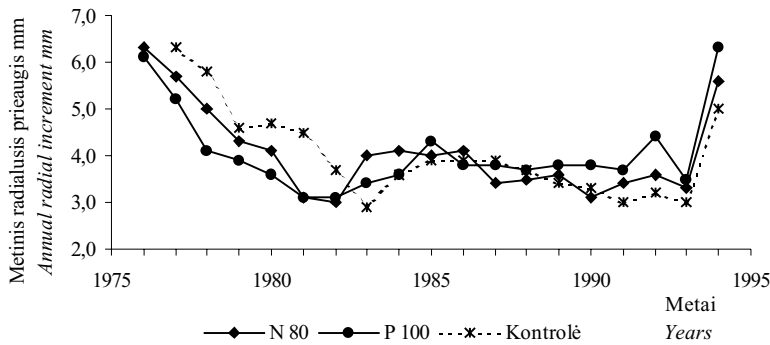
1 pav. „Akmenės cemento“ gamyklos emisijų poveikis stroncio, bario, titano ir mangano kiekių sumai durpiniame dirvožemyje

Fig. 1. Impact of „Akmenės cemento“ plant emissions on the amount of strontium, barium, titanium and manganese in peat soil



2 pav. „Akmenės cemento“ gamyklos emisijų poveikis nikelio, chromo, vario ir boro kiekių sumai durpiniame dirvožemyje

Fig. 2. Impact of „Akmenės cemento“ plant emissions on the amount of nickel, chromium, copper and barium in peat soil



3 pav. Azoto (N_{80} – karbamidas, 80 kg/ha azoto veikliosios medžiagos) ir fosforo (P_{100} – superfosfatas, 100 kg/ha fosforo veikliosios medžiagos) trąšų poveikis pušų metiniam radialiajam prieaugiui; patręšta 1990 metais Fig. 3. Impact of nitrogen (N_{80} – carbamide, 80 kg/ha of nitrogen active substance) and phosphorus (P_{100} – superphosphate, 100 kg/ha phosphorus active substance) fertilizers on pine radial increment; fertilization year 1990

mas šarmiškuose dirvožemiuose yra limituojantis veiksnys, stabdantis medžių augimą.

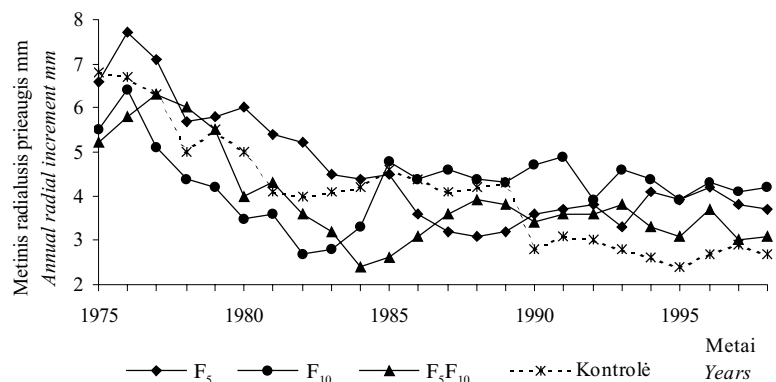
Pušų mitybai pagerinti bei papildomam prieaugiui gauti buvo naudotos ir netradicinės mineralinės trąšos (rūgščios reakcijos (pH = 3,0) Kėdainių „Lifosos“ fosfogipsas ir fosfogipso mišinys su superfosfatu). Radialiojo prieaugio tyrimai parodė, kad skirtingos netradicinių mineralinių trąšų dozės pagerino pušų augimą ir padidino jų radialųjį prieaugį. Didžiausias tręšimo netradicinėmis mineralinėmis trąšomis efektas pagal pušų metinio radialiojo prieaugio padidėjimą nustatytas dviguba fosfogipso doze (10 t/ha) tręštame tyrimo objekte – prieaugis padidėjo net 39–47%. Patręšus 5 t/ha fosfogipsu, pušų metinis radialusis prieaugis padidėjo 11–30%, o patręšus fosfogipso (5 t/ha) ir superfosfato (100 kg/ha fosforo) mišiniu, – 18–23% palyginti su kontrole (4 pav.). Tačiau liko neaišku, kaip šios trąšos veiks vėliau, nes analogiškų, bet platesniu mastu atliktų tyrimų iki šiol nebuvo atlikta, todėl sunku numatyti tolesnę metinio radialiojo prieaugio kaitą dėl netradicinių trąšų poveikio.

Palankaus klimato periodu padidėjus augimo procesų intensyvumui, suaktyvėja įvairių mineralinių medžiagų poreikis. Ir atvirkščiai, nepalankaus medžių augimui klimato periodu, kai augimą limituoja ne dirvos derlingumo stoka, o kiti veiksniai, sulėtėja mineralinių medžiagų išsavinimas iš trąšų ir dirvos. Todėl kai tręšiama optimaliu medžių augimui metu, jie racionaliau naudoja trąšas, dėl to yra 25–30% didesnis metinis radialusis prieaugis, negu tręšiant nepalankiu metu.

Tyrimo duomenys rodo, kad, įterpus trąšas palankiu pušų augimui klimato periodu, jų metinis radialusis prieaugis padidėja ženkliau, negu tai padarius nepalankiu periodu. Nustatyta, kad patręšus 2–3 metai prieš būsimą prieaugio maksimumą, išreikštą etaloninėse dendroskalėse ir atspindintį palankų medžių augimui klimato periodą, teigiamas trąšų poveikis pasireiškia net 6–7 metus, o patręšus klimatinio ciklo fazėje 2–3 metus prieš prieaugio minimumą, tręšimo efektyvumas pagal metinio radialiojo prieaugio padidėjimą yra 25–30% mažesnis, o trąšų poveikis pasireiškia tik 3–4 metus. Tai galima paaiškinti geresniu maistmedžiagų išsavinimu palankiu augimui klimatinio periodu ir blogesniu išsavinimu augimo depresijos metais.

Netradicinių trąšų poveikio pušų radialiajam prieaugiui tyrimo rezultatai rodo, kad medžių metinį radialųjį prieaugį daugiausia (23%) padidino 10 t/ha fosfogipso trąšų dozė, o 5 t/ha fosfogipso ir 5 t/ha fosfogipso mišinys su superfosfatu – tik 8–10%.

Patręšus klimatinio ciklo fazėje likus 2–3 metams iki būsimo radialiojo prieaugio maksimumo pagal etaloninę dendroskalę, teigiamas trąšų poveikis tęsiasi 6–7 metus, o patręšus klimatinio ciklo fazėje 2–3 metus prieš prieaugio minimumą, efektyvumas 25–30% mažesnis, o trąšų poveikis tęsiasi 3–4 metus. Siekiant didžiausio miškų ūkinių priemonių efektyvumo, miškų tręšimo darbus reikia derinti su etaloninėse dendroskalėse ir metinio radialiojo prieaugio prognozėse numatytu prieaugio kilimu iš minimumo ir periodiškai kartoti.



4 pav. Netradicinių mineralinių trąšų poveikis pušų radialiajam prieaugiui: F_5 – fosfogipsas 5 t/ha; F_{10} – fosfogipsas 10 t/ha; F_5P_{100} – fosfogipso 5 t/ha mišinys su superfosfatu 100 kg/ha fosforo veikliosios medžiagos; patręšta 1990 metais

Fig. 4. Impact of non-traditional mineral fertilizers on pine radial increment: F_5 – phosphogypsum 5 t/ha; F_{10} – phosphogypsum 10 t/ha; F_5P_{100} – mixture of phosphogypsum (5 t/ha) with superphosphate (100 kg/ha phosphorus active substance); fertilization year 1990

IŠVADOS

1. „Akmenės cemento“ poveikio aplinkoje dėl cemento dulkių nusėdimo durpiniuose miško dirvožemiuose kaupiasi kalcis, kalis ir magnis, yra padidėjęs prisotinimo bazėmis laipsnis. Miško paklotėje (iki 7,5 km atstumu nuo gamyklos) ir durpėje (iki 5,5 km atstumu nuo gamyklos) randami dideli sieros ir sunkiųjų metalų (chromo, kadmio, švino, nikelio, vario ir cinko) kiekiai. Dėl didelio cemento dulkių ir pelenų emisijų kiekio dirvožemiai šarmėja.

2. Mineralinėmis trąšomis patręštų durpinių dirvožemių cheminė analizė parodė, kad augalams prieinamo fosforo kiekį 5–20 cm gylyje daugiausia padidino fosfogipsas (F_{10} ; 10 t/ha) ir superfosfatas (P_{100} ; 500 kg/ha). Be to, dėl šių trąšų poveikio nustatytas didžiausias judriojo kalio kiekis miško paklotėje, o tai galėjo turėti esminę įtaką medžių augimui.

3. Medžių metinio radialiojo prieaugio pokyčių dėl tręšimo dendrochronologinių tyrimų, atliktų „Akmenės cemento“ aplinkoje augančiuose 40 metų amžiaus pušynuose, rezultatai rodo, kad įvairiomis mineralinėmis trąšomis patręštų medžių metinis radialusis prieaugis padidėjo:

a) patręšus karbamiu (80 kg/ha azoto veikliosios medžiagos), pušų metinis radialusis prieaugis pirmaisiais metais po tręšimo padidėjo 20%, vėlesniais metais nuo kontrolės skyrėsi 10–15%;

b) didžiausias tręšimo efektas pagal papildomą metinį radialųjį prieaugį nustatytas superfosfatu (100 kg/ha fosforo veikliosios medžiagos) antrais ir ketvirtais metais po tręšimo, kuomet pušų metinis radialusis prieaugis padidėjo atitinkamai 46 ir 30%, palyginti su kontrole; teigiamas superfosfato poveikis išryškėjo sausringais 1992 ir 1994 metais;

c) didžiausias tręšimo dviguba fosfogipso doze (10 t/ha) efektas – prieaugio padidėjimas 39–47%, palyginti su kontrole. Patręšus 5 t/ha fosfogipsu, pušų metinis radialusis prieaugis padidėjo 11–30%, o patręšus fosfogipso (5 t/ha) ir superfosfato (100 kg/ha fosforo) mišiniu – 18–23%, palyginti su kontrole;

d) patręšus 2–3 metai prieš būsimą prieaugio maksimumą, išreikštą etaloninėse dendroskalėse ir atspindintį palankaus augimui periodo pradžią, teigiamas trąšų poveikis pasireiškia 6–7 metus, o patręšus klimatinio ciklo fazėje 2–3 metus prieš prieaugio minimumą, trąšų poveikis pasireiškia tik 3–4 metus. Tai susiję su geresniu maistmedžiagų įsisavinimu palankiu augimui klimatinio periodo ir blogesniu įsisavinimu augimo depresijos metais.

4. Siekiant didžiausio miškų ūkinių priemonių efektyvumo pagal medžių metinio radialiojo prieaugio padidėjimą, miškų nusauginimo bei tręšimo darbus reikia derinti su etaloninėse dendroskalėse ir metinio radialiojo prieaugio prognozėse numatytu

prieaugio kilimu iš minimumo, kad iki prieaugio maksimumo būtų likę 2–3 metai. Tręšimą reikėtų periodiškai kartoti.

Gauta
2001 02 05

Literatūra

1. Armolaitis K., Vaičys M., Raguotis A., Kubertavičienė L. AB „Akmenės cementas“ teršalų poveikis miško ekosistemoms. *Lietuvos miškų būklė ir ją sąlygojantys veiksniai*. Kaunas: Lututė. 1999. P. 65–76.
2. Brien L. O., Summer M. E. Effects of phosphogypsum on leachate and soil chemical composition. *Commun. Soil Sci and Plant Anal.* 1988. 19, No. 7–12, P. 1319–1329.
3. Buitkuvienė S. Sausros Lietuvoje. *Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse*. Vilnius. 1998. P. 75–79.
4. Eckstein D. Qualitative assessment of past environmental changes. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences* (eds. E. Cook and L. Kairiūkštis). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1989. P. 220–223.
5. Forster B. A. Economic impact of acid precipitation a Canadian perspective. *Econ. perspect acid deposition control*. Boston. 1984. P. 97–121.
6. Kubertavičienė L., Vaičys M. Netradicinės miškų trąšos. *Mokslas ir technika*. 1991. Nr. 6. P. 44–45.
7. *Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Hamburg-Geneva Programme Coordination Center UN/ECE, 1986. 96 p.
8. Schweingruber F. H. *Tree Rings and Environment Dendroecology*. Paul Haupt Publishers. Berne–Stuttgart–Vienna. 1996. 609 p.
9. Stravinskienė V. Medžių gręžinių paėmimas ir radialinio prieaugio matavimas, atliekant dendrochronologinius ir dendroindikacinius tyrimus. Metodinės rekomendacijos. Kaunas–Girionys. 1994. 24 p.
10. Stravinskienė V. *Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija Lietuvoje*. Habilitacinio darbo santrauka. Kaunas: VDU. 2000 42 p.
11. Švagždis S., Viškelis P. Obelių mitybos ir vaisių kokybės tyrimas. *Sodininkystė ir daržininkystė*. Nr. 18(2). 1999. P. 25–33.
12. *Агрохимические методы исследования почв*. Москва: Наука. 1975. 649 с.
13. Вярбила В. Влияние минеральных удобрений на рост и продуктивность сосновых насаждений в связи с колебанием климата и разреживанием. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Каунас. 1983. 145 с.
14. Славенене Л., Вайчис М., Рагуотис А. Применение фосfogипса. *Химизация сельского хозяйства*. 1992, № 1. 24–28 с.
15. Шлейнис Р. И. *Почвенно-экологические факторы минерального питания сосны и их оптимизация (на песчаных почвах Южной Прибалтики)*. Динамика повреждаемости одновозрастных сосняков в условиях загрязненной природной среды. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Тарту. 1985. 457 с.

V. Stravinskienė, L. Kubertavičienė

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE IMPACT OF MINERAL FERTILIZERS ON FOREST SOILS AND RADIAL INCREMENT OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN VICINITY OF THE “AKMENĖS CEMENTAS” PLANT

S u m m a r y

Data on the impact of forest fertilization on the physical-chemical characteristics of peat soil and of a dendrochronological study of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) annual radial increment changes due to fertilization in 40-year-old stands growing on intermediate type peat soils (Pb habitat) in the vicinity of local pollution of the “Akmenės cementas” cement plant are presented.

An analysis of physical-chemical characteristics of soil has indicated that due to the impact of emissions (dust and ash) substances of calcium, potassium and magnesium have accumulated. Large amounts of sulphur and heavy metals (chromium, cadmium, lead, nickel, copper and zinc) on the forest litter (up to 7.5 km from the plant) and peat (up to 5.5 km from the plant) were established; an increase of alkalinity was found.

Results of dendrochronological studies have shown that the greatest fertilization effect according to additional annual radial increment was recorded in pine stands fertilized with superphosphate in the second and fourth year

after treatment, when pine annual radial increment augmented respectively by 46% and 30% as compared to the control. To obtain additional pine increment, non-traditional fertilizers such as acid reaction (pH = 3.0) phosphogypsum from the Kėdainiai plant “Lifosa” (doses 5 t/ha and 10 t/ha) and a mixture of phosphogypsum (5 t/ha) with superphosphate (100 kg/ha of phosphorus) were also applied. The greatest effect of fertilization with non-traditional fertilizers according to pine annual radial increment was ascertained in the study object treated with a twofold phosphogypsum dose (10 t/ha) – the increment has augmented even by 39–47%. Upon fertilization with 5 t/ha of phosphogypsum, pine annual radial increment grew by 11–30%, while upon applying a mixture of phosphogypsum (5 t/ha) and superphosphate (100 kg/ha of phosphorus) it grew by 18–23% compared to the control.

It was found that upon fertilization 2–3 years before the expected increment maximum revealed in masterchronologies and reflecting the onset of favourable growth period, a positive impact of fertilizers is obvious for 6–7 years, while having fertilized in the phase of climatic cycle 2–3 years before the increment minimum the impact of fertilizers is obvious only for 3–4 years. These data should be accounted for when planning forest fertilization schedules.

Key words: forest fertilization, soil characteristics, Scots pine, annual radial increment