

## I skyrius. AGROCHEMIJA

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė. Mokslo darbai, 2006, 1, 93, 3-21

UDK 631.821.1:631.442.4:631.41

### SKIRTINGŲ KALKINIŲ TRĄŠŲ VEIKIMO TRUKMĖ IR POVEIKIS DIRVOŽEMIO SAVYBĖMS BEI SĖJOMAINOS AUGALŲ DERLIUI

Danutė OŽERAITIENĖ, Adelė Kristina PLESEVIČIENĖ,  
Vytautas GIPIŠKIS

Lietuvos žemdirbystės institutas  
Vėžaičiai, Klaipėdos rajonas  
El. p. danuteo@vezaičiai.lzi.lt

#### Santrauka

Įvairių kalkinių trąšų palyginimo bandymas pradėtas 1948 m. Samališkės bandymų stotyje ir užbaigtas Vėžaičių filiale 2004 m. Tyrimų dirvožemis – giliai gležiškas nepasotintasis lengvo priemolio balkšvažemis (*JIn-g0 (ABd-gld-w)*). Kalkinta to meto vietinėmis kalkių trąšomis: gesintomis kalkėmis, defekatu, klintiniu tufu ir karbonatingu priemoliu.

Tyrimų tikslas – įvertinti šių trąšų veikimo trukmę ir efektyvumą sistemoje dirvožemis - augalas. Apibendrinti 55-erius metus trukusio dirvožemio armens cheminių savybių ir derliaus dinamikos tyrimų duomenys. Užbaigiant bandymą (2003-2004 m.) įvertintas kalkinimo poveikis dirvožemio profilio savybėms ( morfologinėms, fizikinėms, cheminėms) bei atlikta bandymo ploto žemės paviršiaus niveliacija.

Nustatyta, kad moreninio priemolio armens cheminių savybių ir sėjomainos augalų derliaus variacija laike iš esmės ( $r = 0,6-0,9$ ) priklausė nuo pirminio kalkinimo, o jų variacijos intervalą lėmė kalkinės trąšos rūšis. Greičiausiai dirvožemį neutralizavo, bet trumpiausiai veikė cheminiu požiūriu aktyvios gesintos kalkės. Jomis pakalkintas dirvožemis rūgštėjimo eigoje rekomenduojamą kalkintinumo ribą ( $pH_{KCl} 5,5$ ) pasiekė po 7-erių, o į pradinę būklę ( $pH_{KCl} 4,2$ ) grįžo po 13 metų. Vėlesniais po pakalkinimo metais (50-55), palyginus su nekalkintu, nustatytas didesnis dirvožemio rūgštėjimas. Judrusis Al ilgiausiai neatsinaujino kalkinant klintiniu tufu ir karbonatingu priemoliu. Sėjomainos augalų derliaus priedai pirmoje rotacijoje po kalkinimo išsidėstė tokia mažėjančia eile: defekatas, gesintos kalkės, klintinis tufas ir karbonatingas priemolis, o paskutinėje aštuntoje rotacijoje efektyviausias buvo karbonatingas priemolis. Nustatyta, kad morenos sluoksniui ant smėlio paklotės plonėjant, daugėja išsiplovimo gyslų, lengvėja dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Dirvožemio profilio fizikinėms savybėms kalkinimas įtakos neturėjo.

Reikšminiai žodžiai: gesintos kalkės, defekatas, klintinis tufas, karbonatingas priemolis, dirvožemio savybės.

## Ivadas

Žemės ūkyje kalkinės trąšos apibūdinamos kaip medžiagos, turinčios kalcio bei magnio junginių ir galinčios neutralizuoti dirvožemio rūgštumą, ko pasėkoje didėja sėjomainos augalų produktyvumas /Knašys, 1985; Wiklander, 1986; Mamo ir kt., 2003; Tang ir kt., 2003; Jankauskas, Otabbong, 2004; Čiuberkis ir kt., 2005/. Kalkinimui naudojamos įvairios kalkinės medžiagos: klintmilčiai, dolomitmilčiai, degtos ir gesintos kalkės, mergelis, šlakas, dumblas (sapropelis), kreida, klintinis tufas, medžio pelenai, cukrinių runkelių ir popieriaus pramonės atliekos. Cheminiu požiūriu šios medžiagos – tai kalcio ir magnio junginiai: karbonatai, oksidai, hidroksidai, turintys neutralizuojančią galią. Iš visų kalkinių trąšų labiausiai koncentruotos degtos (CaO) ir gesintos Ca(OH)<sub>2</sub> kalkės, kurių neutralizuojanti galia siekia atitinkamai 179 % ir 136 %. Silpnesnę neutralizuojantį veikimą turi natūralios, vietinės kalkinės medžiagos: dumblas ir medžio pelenai /Mahler, 2001; Rehm ir kt., 2002; Geibe ir kt., 2003/.

Kalkinės medžiagos viena nuo kitos skiriasi ne tik chemine sudėtimi, bet ir fizinėmis savybėmis, t.y. rupumu, kietumu, tirpstamumu, todėl jos, panaudotos ekvivalentiniais kiekiais pagal karbonatus, dažniausiai veikia skirtingai. Gausiais tyrimais, atliktais užsienyje ir Lietuvoje, nustatyta, kad greitam dirvožemio rūgštumo neutralizavimui, struktūros pagerinimui ir sėjomainos augalų produktyvumo padidinimui gesintos kalkės yra pranašesnės už klintmilčius, dolomitmilčius, klintinį tufą, o tuo labiau už karbonatingą priemolį, medžio pelenus ar sapropelį /Gipiškis, Savickas, 1967; Plesevičius, 1987/. Žinoma, kad pirminio kalkinimo didelėmis gesintų kalkių normomis (2,0 ir 2,5 pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą) teigiamas poveikis hidroliziniam rūgštumui, judriajam aliuminiui ir sėjomainos augalų derliui išlieka praėjus daugiau nei penkiasdešimt metų po pakalkinimo /Bernotas ir kt., 2005/. Švedijoje atlikti tyrimai rodo, kad struktūrinių agregatų patvarumui pagerinti efektyvios yra tik gesintos kalkės ir tik molio dirvožemyje /Berglund, 1986; Haak, 1993/.

Klintmilčių efektyvumą lemia jų dalelių dydis ir išbėrimo norma. Palankiausias sąlygos sėjomainos augalams augti susidaro dirvožemyje, pakalkintame trupintais (smulkesniais nei 3,0 mm) ir dulkiiais (< 0,25mm) klintmilčiais /Lenkšaitė, 1995/. Sistemingai kalkinant dulkiiais klintmilčiais 1,5 t ha<sup>-1</sup> kas treji metai, mažo rūgštumo (pH<sub>KCl</sub> 5,1) lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemio armenyje išsilaiko optimalus pH<sub>KCl</sub> 6,1 ir padidėja EB horizonte iki 40 cm gylio /Tripolskaja, Marcinkonis, 2000/. Moreninio priemolio dirvožemio ariamajame sluoksnyje artimas optimaliam rūgštumui pH<sub>KCl</sub> pasiekiamas periodiškai kalkinat (pirminio ir pakartotinio kalkinimo gesintomis kalkėmis fone) dulkiiais klintmilčiais 0,5 normos (3,8t ha<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>) kas 7 metai. Kalkinant dar intensyviau, t. y. 2,0 normos (7,5 t ha<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>) kas 3-4 metai, ir eliuviniam horizonte iki 50 cm gylio užtikrinamas mažas rūgštumas (pH<sub>KCl</sub> 5,2-5,6). Nustatyta ir neigiama intensyvaus kalkinimo gesintomis kalkėmis pasekmė: organinės medžiagos ir dumblinių dalelių kiekio mažėjimas armenyje /Eidukevičienė ir kt., 1999/.

Žinoma, kad didžiausias kalkinimo efektyvumas pasiekiamas tada, kai pagal dirvožemio savybes ir augalo poreikius yra parenkama kalkinė trąša, nustatoma optimali jos norma, tinkamas kalkinimo laikas ir dažnumas. Tyrimais įrodyta, kad dirvosauginiu požiūriu kalkinimas turi būti nenutrūkstamas procesas agroekosistemoje /Bernotas ir kt., 2005/. Tuo tarpu Lietuvoje nuo 1991 metų kalkinimo darbų apimtys pradėjo labai mažėti, o nuo 1997 metų šie darbai visai nebevyksta. Pasekmė – sąlygiškai rūgščių dirvožemių plotai padidėjo nuo 0,8 % Vidurio iki 3,6 % Vakarų Lietuvoje. Norint išvengti dirvožemio rūgštėjimo ir mainų aliuminio kiekio gausėjimo labai ir vidutiniškai rūgščiame dirvožemyje, būtina taikyti palaikomąjį kalkinimą, išberiant nors 0,25-0,5 normos, nurodytos anksčiau sudarytuose dirvožemio rūgštumo ir kalkinimo žemėlapiuose /Mažvila ir kt., 2004/. Manoma, kad pastaruoju tausojančios plėtros laikotarpiu suras pritaikymą ne tik cheminiu požiūriu aktyvios, bet lėčiau ir gana ilgai veikiančios natūralios kalkinės trąšos: defekatas, klintinis tufas ar net karbonatingas priemolis. Duomenų apie minėtų kalkinių trąšų efektyvumą ir veikimo trukmę sistemoje dirvožemis - augalas trūksta.

Tyrimų tikslas – įvertinti natūraliai rūgštaus (nekalkinto) ir pakalkinto gesintomis kalkėmis, defekatu, klintiniu tufu ir karbonatingu priemoliu dirvožemio armens cheminių savybių variaciją laike ir nustatyti dirvožemio profilyje įvykusius morfologinius, fizikinius, cheminius pokyčius bei jų ryšį su morenos storium ant paklojinio smėlio.

### **Tyrimų sąlygos ir metodai**

*Tyrimų vieta.* Darbas baigtas Lietuvos žemdirbystės instituto Vėžaičių filiale 2004 metais. Apibendrinti ilgalaikio kalkinimo bandymo, pradėto 1948 m. Samališkės bandymų stotyje, užbaigto 2004 m. Vėžaičių filiale, dirvožemio savybių ir augalų derliaus duomenys.

*Dirvožemis* – giliau glėžiškas nepasotintasis balkšvažemis (Jin-g0 (Abd-gld-w), dvilytis: lengvas ant vidutinio sunkumo priemolis, 1,2 -2,2 m gylyje – paklojinis smėlis. Bandymo įrengimo metais dirvožemio ariamasis sluoksnis buvo 19-22 cm storio, labai rūgštus ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,1), labai mažo bazingumo ( $31,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ir fosforingumo ( $38,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ), vidutinio humusingumo (3,1%). pH rodiklio atžvilgiu dirvožemis turėjo labai rūgštų iki 300 cm profilį su dideliu judriojo Al kiekiu EB ir B horizontuose /Gipiškis ir kt., 1967/.

*Tyrimų schema:*

1. Nekalkinta.
2. Kalkinta gesintomis kalkėmis ( $8,6 \text{ t ha}^{-1}$ ).
3. Kalkinta defekatu ( $28,7 \text{ t ha}^{-1}$ ).
4. Kalkinta klintiniu tufu ( $26,6 \text{ t ha}^{-1}$ ).
5. Kalkinta karbonatingu priemoliu ( $72 \text{ t ha}^{-1}$ ).

Kalkinta 1948 m. rudenį, įterpiant ekvivalentinį kalcio karbonato ( $\text{CaCO}_3$ ) kiekį – 1 normą pagal dirvožemio armens 20 cm sluoksnio hidrolizinį rūgštumą, schemoje nurodytų kalkinių trąšų. Tyrimų eigoje arklinį plūgą pakeitus traktoriniu,

armens storis padidėjo nuo 20 iki 30 cm, o įterptų kalkinių trąšų norma sumažėjo nuo vienos iki 0,66. Tirtos keturios, turinčios labai skirtingas savybes kalkinės medžiagos:

*Gesintos kalkės*  $Ca(OH)_2$  (Akmenės Menčių telkinys). Koncentruota (56-67 % CaO arba atitinkamai 100-120 %  $CaCO_3$ ), cheminiu požiūriu aktyvi, dispersiškai smulki kalkinė trąša. Kalcio hidroksidas, įterptas į dirvožemį, drėgmės poveikyje disocijuoja: dalis susijungia su dirvožemio sorbuojamu kompleksu, o kita dalis, ypač ten, kur barstant susidarė didesnė jo koncentracija, karbonatizuojasi ir susidaro laisvo (perteklinio) kalcio atsargos. Tuo galima paaiškinti greitą, bet trumpą gesintų kalkių veikimą.

*Defekatas* (Pavenčių cukraus fabriko gamybos atlieka). Tai kalkinė trąša, turinti 80-90 %  $CaCO_3$  absoliučiai sausoje medžiagoje. Be kalcio karbonato, defekato sudėtyje organinės medžiagos yra 10-14 %, azoto – 0,4-0,7 %, fosforo – 0,9-1,7 %, kalio – 0,1-0,8 % ir įvairių mikroelementų. Tai smulkūs, drėgni, supuolę į grumstelius milteliai. Dalis jų dirvožemyje absorbuojama, o kita dalis supuola į grumstelius ir ilgam lieka kaip rezervas, o kartu ir ilgo dirvožemio rūgštumą neutralizuojančio veikimo priežastimi.

*Klintinis tufas* (Gribžinių telkinys, Klaipėdos raj.) turi 86-98 %  $CaCO_3$ . Tai rupi ir puri, į kietokas konkretijas susikarbonatizavusi, gėlavandenė, biri klintinė uoliena. Dirvožemio tirpale ji palengva tirpsta ir pereina į sorbuojamąjį kompleksą. Būdamas kietuose trupinėliuose perteklinis kalcis negali išsiplauti, todėl tufo neutralizuojantis veikimas yra lėtas ir ilgas. Bandymui naudotas Gribžinių telkinio klintinis tufas buvo sudarytas iš tokių frakcijų: 5-2 mm (27,3 %), 2-1 mm (12,3 %), 1-0,5 mm (21,8 %) ir 0,5-0,25 mm (22 %).

*Karbonatingas priemolis* iškastas iš 1,0-1,5m gylio dirvodarinės morenos BC horizonto. Tai mažai karbonatinga (15-20%  $CaCO_3$ ) kalkinė medžiaga, sudaryta iš dulkių ir mažų grumstelių. Priemolio karbonatus sudaro dirvodarinėje uolienoje esantis kalcitas, antriniai kalcio karbonatai ir sorbuotas kalcis. Didelė priemolio įterpimo norma ( $72 \text{ t ha}^{-1}$ ) ir jo sudėtyje esantys ilgą plovimosi laiką turintys karbonatai, ypatingai kalcitas, yra lėto ir ilgo rūgštumą neutralizuojančio poveikio priežastis.

Visos kalkinės trąšos prieš kalkinimą buvo padžiovintos ir persijotos per 5 mm akučių sietą.

*Agrotechnika.* Įrengiant bandymą, nuskusta ir sukultivuota miežiena. Kalkinės trąšos įterptos spyruoklinėmis akėčiomis. Po to sekiai užarta. Pavasarį po mėšlo iškratymo dar kartą perarta. Bandyme augalai kaitalioji pagal tokią septynlaukę rotaciją: pašariniai runkeliai, miežiai su įsėliu, daugiametės žolės (II naudojimo metai), žieminiai kviečiai, žirnių ir miežių mišinys grūdams, avižos (vėliau vikių ir avižų mišinys žaliajam pašarui). Bandymas tęsėsi beveik aštuonias rotacijas.

Šakniavaisiai tręšti  $45-60 \text{ t ha}^{-1}$  mėšlo ir mineralinėmis trąšomis  $N_{50-90} P_{55-90} K_{80-90}$ ; žieminiai kviečiai –  $N_{34-80} P_{60-80} K_{80-120}$ , vasarojus –  $N_{30-60} P_{40-60} K_{60-80}$ , daugiametės žolės ir mišiniai su ankštiniais –  $P_{40-60} K_{60-80}$ . Augalų atskirų rotacijų įterptas makroelementų kiekis iš esmės nesiskyrė. Tik septintoje ir aštuntoje

rotacijose trešta didesne mėšlo norma, kas galėjo turėti įtakos dirvožemio agrocheminėms savybėms. Didesnė naudota ir azoto trąšų norma, o tai sudarė sąlygas pasilikti dirvoje didesnei šaknų ir ražienų masei. Vidutinis metinis bandyme sunaudotų trąšų kiekis toks: mėšlo 7,0 t ha<sup>-1</sup>, azoto 29 kg ha<sup>-1</sup>, fosforo 49 kg ha<sup>-1</sup>, kalio 61 kg ha<sup>-1</sup>. Bandymas darytas penkiais pakartojimais. Pradinio laukelio plotas – 82,25 m<sup>2</sup>, apskaitinių – 26,4 - 37,5 m<sup>2</sup>.

*Agroklimato sąlygos.* Tyrimų laikotarpiu meteorologinės sąlygos priartėjo prie daugiamečio vidurkio. Vidutinis metinis kritulių kiekis (1948-2004 m.) – 844,4 mm, vidutinė temperatūra – 6,6 °C.

#### *Tyrimų metodai.*

Tyrimai atlikti lauko bandymo ir laboratorinės analizės metodais.

*Tyrimų parametrai.* Armenyje dirvožemio ėminiai imti kiekvienais metais derlių nuėmus – jungtiniai variantų, o rotacijai pasibaigus – iš kiekvieno laukelio. Dirvožemio struktūros analizė atlikta 2003 metais. Ėminiai imti iš armenų (0-20 cm) trimis pakartojimais po miežių ir vikių mišinio derliaus nuėmimo. Natūraliai rūgštaus ir pakalkinto dirvožemio fizikinės ir cheminės savybės įvertintos individualaus profilio metodu. Ištirta 18 individualių dirvožemio profilių: 6 nekalkinto, 3 kalkinto gesintomis kalkėmis, 3 kalkinto defekatu, 3 kalkinto klintiniu tufu ir 3 kalkinto karbonatingu priemoliu. Dirvožemio ėminiai imti profilio sienelėje iki 100 cm gylio. Agrocheminėms savybėms ir dirvožemio tankiui nustatyti ėminiai imti visame profilyje kas 10 cm, griežtai prisilaikant genetinių horizontų ribų. Tyrimų metu atlikta bandymų ploto paviršiaus niveliacija ir nustatytas morenos storis per visą bandymo juostos ilgį.

Dirvožemio pH<sub>KCl</sub> nustatytas elektrometriniu su stiklo elektrodu, hidrolizinis rūgštumas – Kapeno, mainų rūgštumas ir judrusis aliuminis – Sokolovo, sorbuotos bazės – Kapeno-Hilkovico, judrusis fosforas ir kalis iki 1974 m. – Kirsanovo ir Egnerio-Rimo, o nuo 1974 m. – Egnerio-Rimo-Domingo (A-L), humusas – Tiurino metodais. Dirvožemio ėminių fizikinės analizės atliktos šiais metodais: granulimetrinė sudėtis – pipetiniu metodu, modifikuotu pagal FAO rekomendacijas; struktūra ir jos patvarumas vandenyje – Savinovo; tankis – Kačinskio 100 cm<sup>3</sup> cilindrinis grąžtu. Darbe pateikti duomenys statistiškai įvertinti dispersinės ir koreliacinės analizės metodais.

### **Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas**

#### ***Nekalkintų ir pakalkintų dirvožemių morfologinė charakteristika.***

Bandymas buvo daromas plačiame, ilgame, silpnai pasvirusiame (apie 0,9°) neaukštos kalvos šlaite. Aukščių skirtumas tarp bandymo lauko pradžios ir pabaigos 2 metrai. Šlaitui žemėjant dirvožemio savybės keičiasi. Absoliutinis paviršiaus aukštis virš jūros lygio apie 67 m.

*Geomorfologija.* Moreninis priemolis ant 1,1-1,7 m gylyje esančio limnoglacialinio smėlio. Dirvodarinė morena guli ant paklojinio smėlio. Tokia geomorfologinė sandara retai pasitaiko. Paklojinis smėlis atlieka natūralaus drenažo vaidmenį: greitina dirvodarinės uolienos irimo procesą bei labai gilų karbonatų išsiplovimą. Morenos storis – įvairus. Bandymo pirmame pakartojime

(nekalkintame variante) – 1,70 m, antrame – 1,20, trečiame – 1,10, ketvirtame – 1,63, penktame – 2,15 m gylyje smėlis nepasiektas. Šlaitui žemėjant, karbonatų gylis sklėja nuo 3,0 m iki 1,4 m. Kartu aukštėja gruntinio vandens lygis. Tą patvirtina ir geobotaninio indikatoriaus – ankstyvojo šalpusnio gausėjimas. Tai turi įtakos dirvožemio savybių kitimui armeyje (1 lentelė).

**1 lentelė.** Nekalkinto dirvožemio armens cheminiai rodikliai bandymo pakartojimuose (0-20 cm gylyje)

**Table 1.** Chemical indicators of the naturally acid soil ploughlayer in the trial replicates (at 0-20 cm depth)

Vėžaičiai, 1970 m.

Pakartojimai <i>Replicates</i>	pH <sub>KCl</sub>	Hidrolizinis rūgštumas <i>Hydrolytic soil acidity mekv kg<sup>-1</sup></i>	V %	Morenos storis <i>Depth of moraine cm</i>
1	4,31	52	44,0	170
2	4,80	42	55,4	120
3	4,40	56	45,4	110
4	4,70	46	57,9	163
5	4,78	44	58,9	> 215

*Dirvodara.* Pirmame ir antrame bandymo pakartojimuose iškasti 6 profiliai: 1 ir 6 nekalkintuose, o 2, 3, 4 ir 5 kalkintuose laukeliuose (1 pav.). 33 m atkarpoje morenos storis profiliuose (1-6) – atitinkamai 1,70, 1,60, 1,50, 1,45, 1,20 ir 1,20 metro.

*Dirvožemio profilio aprašymas.* Pagal FAO klasifikaciją, giliau glėjiško nepasotintojo balkšvažemio horizontai įvardinti taip: Ap, El, EIB ir EIBtg(j).

Apibendrintas dirvožemio profilio morfologinis aprašymas:

**A<sub>p</sub>** 0-28...30 cm pilkas su gelsvai balzganu atspalviu, nepatvarios grumstinės - trupininės struktūros lengvas priemolis;

**EIA<sub>p</sub>** 29-32 cm ochriškai gelsvas su pilkšvu atspalviu (1, 2, 3, 4 profiliai).

**BEI<sub>1</sub>** 33-60...90...120 cm. Horizontą sudaro išplauto priesmėlio gyslos (E) ir tebeplaunamo vidutinio priemolio liekana (B). Išskirtos trys dirvodarinės struktūros stadijos. Makrostruktūra – vertikaliai prizminė, kurią iš išorės riboja išsiplovimo gyslos, o jos viduje pilkšvai rudas su juodomis mangano konkretijomis vidutinis priemolis. Prizmės paviršių dengia apie 5mm storio ochriškos spalvos minkštesnis, labiau teplus lengvo priemolio sluoksnelis. Mezostruktūrą apriboja horizontalūs tarpfluksniai, padengti organinės kilmės plėvele su smulkių šaknelių rezginiu. Mikrostruktūra – trupinėliai, o jų plyšeliuose – šakniaplaukiai. Balzganai pilkšvos su ochrišku atspalviu išsiplovimo gyslos viršuje plačios, vietomis susiliejančios, į apačią siaurėjančios. Gyslomis gilyn leidžiasi apie 5mm skersmens sliekų urvai, kurių sienelės padengtos gleivinga plėvele. Gyvenami urvai tušti, negyvenami – užpildyti šaknimis, iš kurių horizontalios atšakėlės sulenda į makro- ir mezostruktūros plyšius. Per sliekų urvus į dirvožemį patenka oras, kuris aktyvuoja dirvožemyje vykstančius procesus. 1, 2 ir 3 profiliuose gyslos plačios, o 5 ir 6 –

siauros ir tankios. Pastarieji turėjo didesnę filtracijos koeficientą: pirmame profilyje 30-170 cm morenos sluoksnyje – 0,188, o šeštame 30-120 cm sluoksnyje – 0,252 ml/min.

**Btg(j)<sub>2</sub>** 60...90...120 – 160...120 cm išsiplovimo gyslų granulimetrinė sudėtis sunkėja, jos tampa labiau moliuotos, pilkos. Sliekų urvų nėra, aeracija baigiasi, dirvožemis įgauna rusvai pilką stagnišką gėjiškumą, gausu juodų mangano taškelių. Siaurėjančios išsiplovimo gyslos išsilieja į po morena esantį smėlį.

**C** 170...120 cm ir giliau po morena rusvai balzganas smulkus smėlis su murzinai balkšvais rišlaus smėlio įtarpais, giliau balkšvas smulkus smėlis.

Dešifruotose fonuotruokose matyti, kaip dirvožemio rūgštims veikiant morena BE<sub>1</sub> horizonte „tirpsta“ (1 pav.). Po armeniu morena visiškai išplauta, tarpuose likę pusiau išplautos salelės. Gilėjant molinių dalelių, išplovimas mažėja. Dirvodaros nepaveiktos morenos nėra.

Morfologinių požymių įvairovę lemia skirtingas morenos sluoksnio storis ir atsitiktinumai. Kalkinimo poveikiui įvertinti vizualiai buvo nustatytas bendras išsiplovimo vaizdas 30-90 cm gylyje. Santykiai tarp priesmėlio gyslų ir priemolio liekanos pateikti 2 lentelėje. Kalkintuose dirvožemiuose išsiplovimo gyslos užėmė 38,7 %, o nekalkintuose – 36,5 % profilio sienelės. Šio rodiklio atžvilgiu esminio skirtumo tarp kalkinto ir natūraliai rūgštaus dirvožemio nėra. Tačiau skirtumas tarp nekalkinto varianto pirmo ir antro pakartojimų (1 ir 6 profilio) – 7 %. Dėl dirvožemio margumo, kalkinimo poveikio morfologinių savybių pokyčiams nustatyti nepavyko. Be to, kalkinta per maža kalkių norma, kuri vėliau, giliai ariant, dar trečdaliu sumažėjo. Mažos kalkių normos negalėjo pastebimai paveikti išsiplovimo gyslų.

**2 lentelė.** Priesmėlio ir priemolio plotų santykis (%) nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių profilių sienelėje (gylis 30-90 cm)

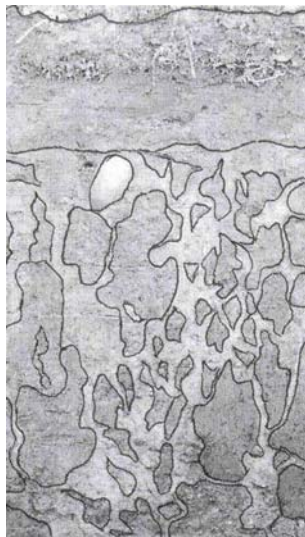
**Table 2.** Ratio of sandy loam area to loam area (%) in the wall of acid and limed soil (depth 30-90 cm)

Vėžaičiai, 2004 m.

Pakartojimai <i>Replicates</i>	Nekalkinta (1 pak.) <i>Unlimed</i> (1 rep.)	Gesintos kalkės <i>Hydrated</i> <i>lime</i>	Defekatas <i>Lime</i> <i>sludge</i>	Klintonis tufas <i>Tufaceous</i> <i>limestone</i>	Karbonatingas priemolis <i>Calcareous</i> <i>loam</i>	Nekalkinta (2 pak.) <i>Unlimed</i> (2 rep.)
1	30 : 70	40 : 60	33 : 67	40 : 60	30 : 70	30 : 70
2	40 : 60	45 : 55	33 : 67	30 : 70	40 : 60	45 : 55
3	35 : 65	40 : 60	35 : 65	45 : 55	50 : 50	45 : 55
4	30 : 70	45 : 55	35 : 65	40 : 60	40 : 60	40 : 60
5	30 : 70	40 : 60	42 : 58	30 : 70	40 : 60	42 : 58
Vidurkis <i>Average</i>	33 : 67	42 : 58	36 : 64	37 : 63	40 : 60	40 : 60



1. Nekalkinta / *Unlimed*



2. Gesintos kalkės  
*Hydrated lime*



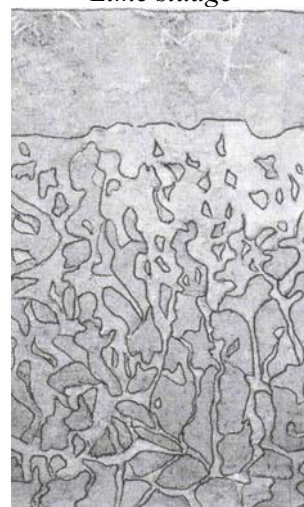
3. Defekatas  
*Lime sludge*



4. Klintinis tufas  
*Tuffaceous limestone*



5. Karbonatingas  
priemolis / *Calcareous  
loam*



6. Nekalkinta / *Unlimed*

**1 paveikslas.** Nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių profilių dešifruotos foto-  
nuotraukos (Ap ir BE<sub>1</sub> horizontai)

**Figure 1.** Deciphered photos of naturally acid and limed soils (horizons Ap and  
BE<sub>1</sub>)

**Nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių fizikinė charakteristika.**  
Granulimetrinė sudėtis. Armens granulimetrinės sudėties pagrindinių frakcijų –



smėlio, dulkių ir dumblo – santykis tiek rūgščiame, tiek skirtingomis kalkinėmis medžiagomis kalkintame dirvožemyje iš esmės nesiskiria ir priklauso smėlingo priemolio klasei (3 lentelė).

Nekalkinto ir kalkinto karbonatingu priemoliu armens granulimetrinės sudėties variaciją nuo priemolio iki smėlingo priemolio vertinama kaip dirvožemio margumo pasekmė, atsiradusi veikiant dirvodarinei uolienai, reljefui, erozijai ir žemės dirbimui. Rūgščiame ir pakalkintame dirvožemyje vyrauja smėlio frakcija (50-55 %), dulkių frakcija sudaro 29-35 % ir tik 14-17 % pati aktyviausia – dumblo frakcija. Dirvožemis, turintis šitokią frakcijų santykį, kaip nurodo daugelis autorių, turi gerai išreikštą struktūrą, tačiau dėl jame esančio mažo dumblo dalelių ir humuso kiekio struktūriniai agregatai nepasižymi patvarumu.

**3 lentelė.** Nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių granulimetrinė sudėtis  $A_p$  ir  $E_{IB_1}$  horizontuose

**Table 3.** Texture of naturally acid and limed soil in  $A_p$  and  $E_{IB_1}$  horizons  
Vėžaičiai, 2004 m.

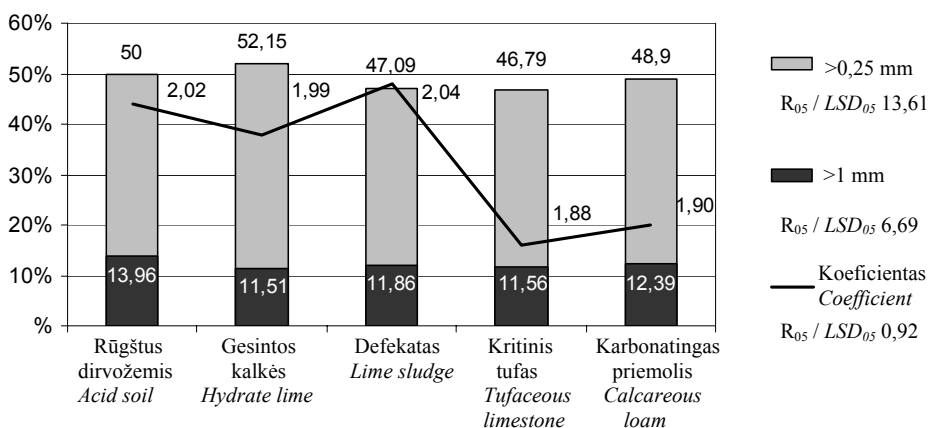
Variantas <i>Treatment</i>	Horizontas <i>Horizon</i>	Dirvožemio dalelių dydis mm <i>Size of soil particles mm</i>			Dirvožemio klasė <i>Soil class</i>
		smėlis <i>sand</i> 2-0,05	dulkės <i>silt</i> 0,05-0,002	dumblas <i>clay</i> <0,002	
Nekalkinta <i>Unlimed</i>	$A_p$ 0-30	53±1,72	32±0,89	15±0,65	priemolis - smėlingas priemolis <i>loam-sandy loam</i>
	$E_{IB_1}$ 30-60	47±2,13	29±1,35	24±0,52 47* 83*	smėlingas sunkus priemolis <i>sandy loam</i>
Gesintos kalkės <i>Hydrated lime</i>	$A_p$ 0-30	55±0,98	30±1,11	15±0,63 50*	smėlingas priemolis <i>sandy loam</i>
	$E_{IB_1}$ 30-60	49±1,89	27±1,10	24±1,11 89*	smėlingas sunkus priemolis <i>sandy loam</i>
Defekatas <i>Lime sludge</i>	$A_p$ 0-30	54±1,15	29±0,98	17±0,32 59*	smėlingas priemolis <i>sandy loam</i>
	$E_{IB_1}$ 30-60	49±1,35	27±1,45	24±0,67 89*	smėlingas sunkus priemolis <i>sandy loam</i>
Klintinis tufas <i>Tufaceous limestone</i>	$A_p$ 0-30	55±1,52	31±1,32	14±1,32 45*	smėlingas priemolis <i>sandy loam</i>
	$E_{IB_1}$ 30-60	48±1,32	29±2,20	24±1,32 83*	smėlingas sunkus priemolis <i>sandy loam</i>
Karbonatingas priemolis <i>Calcareous loam</i>	$A_p$ 0-30	50±2,48	35±1,69	15±0,89 43	priemolis-smėlingas priemolis <i>loam-sandy loam</i>
	$E_{IB_1}$ 30-60	49±2,13	30±0,65	21±0,42 70*	priemolis - smėlingas sunkus priemolis <i>loam-sandy loam</i>

\* Agregacijos rodiklis / *Aggregation index*

Pastebėta, kad dirvožemio, pakalkinto karbonatingu priemoliu (įterpta fiziniu svoriu 72 t ha<sup>-1</sup>, dumblo frakcija jame sudaro apie 22 tonas) armens ir poarmenio sluoksnyje dumblo dalelių nerasta daugiau, nei nekalkintame dirvožemyje, tik padidėjęs dulkiškos frakcijos kiekis lėmė mažesnes potencinės galimybės agregatuotis, palyginus su kitais dirvožemiais. Manoma, kad šio dirvožemio armens mažesnę galimybę agregatuotis lėmė atvežtinio dirvožemio (telkinyje paimto iš gilesnio horizonto, dėl humuso trūkumo pasižyminčio mažų agregatų patvarumu ir dėl aplinkos poveikio greitai suyrančiu) ir paskleisto armenyje, smulkiosios frakcijos spartesnis plovimasis į gilesnius horizontus nei kituose dirvožemiuose.

Apibendrinus granulimetrinės sudėties duomenis galima teigti, kad kalkinimas, atliktas daugiau nei prieš pusę amžiaus, dirvožemiui neturėjo įtakos. Granulimetrinės sudėties variacija profilių horizontuose yra dirvodaros pasekmė dėl skirtingo morenos sluoksnio.

*Dirvožemio struktūra ir jos patvarumas.* Moreninio priemolio nepasotintajame balkšvažemyje vienas pagrindinių būdų palankioms aeracinėms ir drėgmės sąlygoms sudaryti yra struktūrinių agregatų kokybės pagerinimas. Struktūrą gerina pirminis kalkinimas gesintomis kalkėmis /Lenkšaitė, 1995/. Duomenų apie defekato, klintinio tufo ir karbonatingo priemolio poveikį dirvožemio struktūrai nėra.



**2 paveikslas.** Vandenyje patvarių agregatų kiekis (%) nekalkintame ir pakalkintame dirvožemyje

**Figure 2.** Amount of water stable aggregates (%) in naturally acid and limed soil  
Vežaičiai, 2004m.

Dirvožemio struktūra – tai daugelio veiksnių (gamtinių ir antropogeninių) sąveikos rezultatas, todėl įvertinti skirtingų kalkinių trąšų, išbertų daugiau nei prieš

penkiasdešimt metų, poveikį dirvožemio struktūrai labai sunku. Juolab, kad šiame bandyme struktūros tyrimai anksčiau nebuvo daryti. 2004 metų tyrimų duomenys rodo, kad praėjus 55 metams po pakalkinimo, esminio skirtumo tarp natūraliai rūgštaus ir pakalkinto dirvožemio struktūros nėra (2 pav.).

Vandenyje patvarių agregatų > 0,25 mm kiekis visuose dirvožemiuose svyruoja nuo 47 % defekatu kalkintame dirvožemyje iki 52 % dirvožemyje, kalkintame gesintomis kalkėmis. Skirtumai per maži ir nelogiški, todėl galima teigti, kad kalkinimas neturėjo įtakos dirvožemio struktūrai. Be to, vandenyje patvarių agregatų kiekis gerokai atsilieka nuo gerai sukultūrintam balkšvažemiui rekomenduojamo (78-80 %).

*Tankis.* Kalkinių trąšų poveikis dirvožemio tankio rodikliui teoriškai dar mažai pagrįstas. Yra duomenų, kad kalkinių trąšų kalcis suriša dirvožemio koloidus ir stabdo jų plovimąsi į gilesnius horizontus, ko pasekoje gerėja dirvožemio struktūra, mažėja tankis. Minėtų rodiklių atžvilgiu molio dirvožemyje išryškėja gesintų kalkių pranašumas prieš kitas kalkines trąšas. Duomenų apie klintinio tufo ir defekato poveikį dirvožemio savybėms Lietuvoje nėra. Šiame bandyme dirvožemio fizikinių savybių tyrimai nebuvo atlikti, todėl sunku įvertinti daugiau kaip prieš pusę amžiaus išbertų kalkinių trąšų poveikį dinamiškam tankio rodikliui. Gauti tyrimų duomenys rodo, kad tankio rodiklio atžvilgiu visų tiriamų dirvožemių profilis diferencijuotas į mažiau tankų (1,23-1,38 Mg m<sup>-3</sup>) ariamąjį horizontą ir sutankėjusius (iki 1,52 ir 1,59 Mg m<sup>-3</sup>) poarmeninius horizontus: EIB<sub>1</sub> ir EIB<sub>2</sub> (4 lentelė). Tankio rodiklio atžvilgiu nekalkintų ir kalkintų dirvožemių profiliai iš esmės nesiskiria, visuose matoma balkšvažemiams būdinga eliuvinė-iliuvinė profilio diferenciacija. Silpniausiai ji išreikšta gesintomis kalkėmis kalkintame dirvožemyje. Šiame ištisiniame profilyje iki 1 metro gylio tankio rodiklis aukštas ir mažai varijuojantis: nuo 1,38 Mg m<sup>-3</sup> A<sub>p</sub> iki 1,59 Mg m<sup>-3</sup> EIB<sub>2</sub> horizonte. Mažiausios tankio reikšmės (1,23 ir 1,25 Mg m<sup>-3</sup>) armenyje nustatytos dirvožemyje kalkintame karbonatingu priemoliu ir klintiniu tufu. Manoma, kad tai ne tiesioginė kalkinių trąšų įtaka. Tai susiję su plonesne ir labiau išplauta morenos danga. Be to, šiuose kalkinimo variantuose dar užauga gausnis augalų derlius su gausne jų šaknų mase.

**4 lentelė.** Nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių tankis Mgm<sup>-3</sup>

**Table 4.** Soil bulk density of naturally acid and limed soil Mgm<sup>-3</sup>

Vėžaičiai, 2004 m.

Variantas / Treatment	Dirvožemio horizontai / Soil horizons		
	A <sub>p</sub> 0-30cm	EIB <sub>1</sub> 30-60cm	EIB <sub>2</sub> 60-90cm
Nekalkinta / Unlimed	1,29±0,08	1,49±0,05	1,55±0,02
Gesintos kalkės / Hydrated lime	1,38±0,06	1,52±0,02	1,58±0,01
Defekatas / Lime sludge	1,33±0,05	1,51±0,03	1,54±0,02
Klintinis tufas / Tufaceous limestone	1,25±0,03	1,54±0,05	1,58±0,03
Karbonatingas priemolis / Calcareous loam	1,23±0,06	1,47±0,03	1,53±0,02

Įvertinus nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių granulimetrinės sudėties ir fizikinių savybių (struktūros ir tankio) duomenis armenyje ir gilesniuose horizontuose, pastebimos tik atskirų rodiklių kaitos tendencijos. Žinoma, jog dirvožemio fizikinės savybės yra glaudžiai tarp savęs susijusios ir tik dėsninga visų jų kaita gali pagrįsti teigiamą ar neigiamą tam tikrų veiksnių įtaką dirvožemio fizikinei būklei. Tai įvertinus galima teigti, kad daugiau nei prieš penkis dešimtmečius atliktas pirminis kalkinimas moreninio priemolio dirvožemio fizikinei būklei įtakos neturi.

***Nekalkinto ir pakalkintų dirvožemių cheminė charakteristika.*** *Armens cheminių savybių variacijos laike* duomenys rodo ilgalaikį esminį pirminio kalkinimo poveikį dirvožemio cheminei būklei. Nustatyta stipri priklausomybė ( $r=0,6-0,9$ ) tarp pagrindinių dirvožemio rūgštumo rodiklių: pH, judriojo Al ir po kalkinimo praėjusio laiko (3 ir 4 pav.). Gesintomis kalkėmis bei defekatu pakalkinto dirvožemio rūgštumo rodiklių –  $pH_{KCl}$  ir judriojo Al variacija per visą tyrimų laikotarpį buvo didžiausia. Efektyvus gesintų kalkių poveikis minėtiems dirvožemio rodikliams išryškėjo jau pirmaisiais metais po pakalkinimo, o 13-aisiais jau pasiekė natūraliai rūgštaus dirvožemio lygį ( $pH_{KCl}$  -4,4) ir jame išsilaikė iki 1994 metų (46 metai po kalkinimo). Įdomu pastebėti, kad 50-55-aisiais metais po pakalkinimo minėto dirvožemio  $pH_{KCl}$  rodiklis jau buvo 0,1-0,2 vieneto mažesnis nei natūraliai rūgštaus dirvožemio. Ši tendencija išryškėjo ir kitų cheminių rodiklių atžvilgiu. Gesintomis kalkėmis kalkintame dirvožemyje judriojo Al buvo vidutiniškai 13-18 mg kg<sup>-1</sup> daugiau, o sorbuotų bazių -5,1-10,0 mekv. kg<sup>-1</sup> mažiau nei iš prigimties rūgščiaame dirvožemyje. Tai leidžia teigti, kad kartą cheminės pusiausvyros požiūriu išderintas dirvožemis yra mažiau atsparus aplinkos poveikiui nei natūraliai rūgštus. Šį teiginį jau pagrindžia ir prieš 53-55 metus defekatu kalkinto dirvožemio cheminė būklė. Cheminių rodiklių atžvilgiu lėčiausiu ir ilgiausiu dirvožemį neutralizuojančiu poveikiu pasižymėjo natūralios kalkinės trąšos: klintinis tufas ir karbonatingas priemolis. Stabiliausio cheminio rodiklio – judriojo Al atžvilgiu net 55 metais po pakalkinimo vis dar išsiskyrė natūraliai rūgštus ir kalkinti klintiniu tufu bei karbonatiniu priemoliu dirvožemiai. Pakalkintame dirvožemyje judriojo Al buvo 31,2-38,0 mekv. kg<sup>-1</sup> mažiau, palyginus su nekalkintu natūraliai rūgščiu dirvožemiu.



*Profilio dirvožemio cheminių savybių įvertinimas.* Kalkinės trąšos, išbarstytos žemės paviršiuje ir įterptos į armenį, migruoja į gilesnius dirvožemio horizontus, darydamos įtaką cheminiams pokyčiams net iki metro gylio. Tai nustatyta atliekant pirminį ir pakartotinį kalkinimą didelėmis gesintų kalkių normomis bei sistemingo intensyvaus periodinio kalkinimo 2,0 normom dulkių klintmilčių kas 3-4 metai atveju /Ožeraitienė, 2001/. Pirminio kalkinimo poveikis dirvožemio hidroliziniam rūgštumui ir judriajam Al išlieka ir po penkiasdešimties metų /Eidukevičienė ir kt., 1999/. Duomenų apie mažiau cheminiu požiūriu aktyvių trąšų – klintinio tufo ir karbonatingo priemolio – migraciją profilyje ir cheminių savybių kaitą jame nėra.

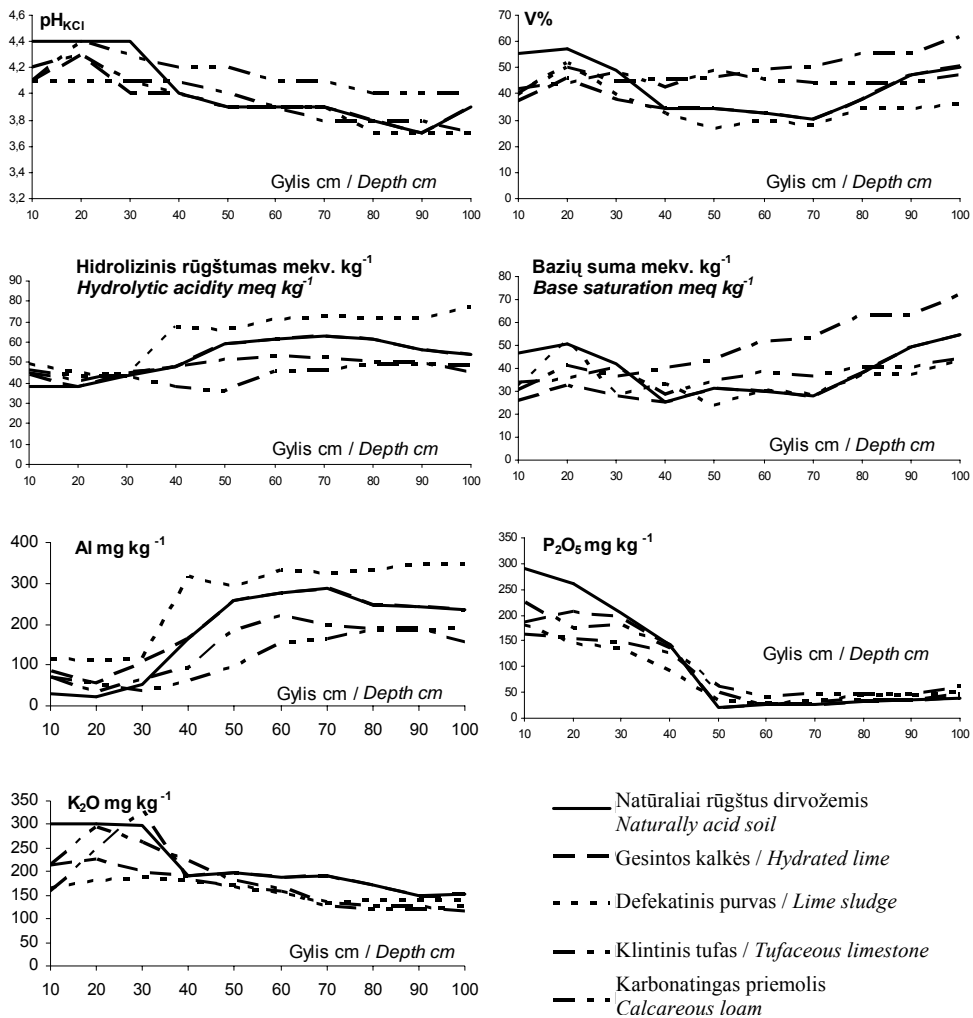
Mūsų gauti tyrimų duomenys rodo, kad tarp natūraliai rūgštaus ir daugiau kaip prieš penkis dešimtmečius pakalkinto dirvožemio išryškėja kai kurios profilio cheminių savybių pokyčių tendencijos (4 pav.). Pagal visus rūgštumo rodiklius armenyje ir gilesniuose sluoksniuose, net iki 1 metro gylio, kalkinant gesintomis kalkėmis ir defekatu, išryškėja spartesnio dirvožemio rūgštėjimo tendencija. Kai tuo tarpu pakalkinto klintiniu tufu ir karbonatiniu priemoliu cheminių savybių rodikliai, priešingai nei kalkinto defekatu ar gesintomis kalkėmis, palyginus su nekalkintu dirvožemiu, rodo rūgštėjimo tempų sumažėjimą poarmeniniuose horizontuose.

Apibendrinant gautus tyrimų duomenis galima teigti, kad pagal moreninio priemolio profilio dirvožemio cheminę būklę tirtos kalkinės trąšos išsiskyrė į dvi grupes: greičiau (gesintos kalkės ir defektas) ir lėčiau išsiplaunančios (klintinis tufas ir karbonatingas priemolis).

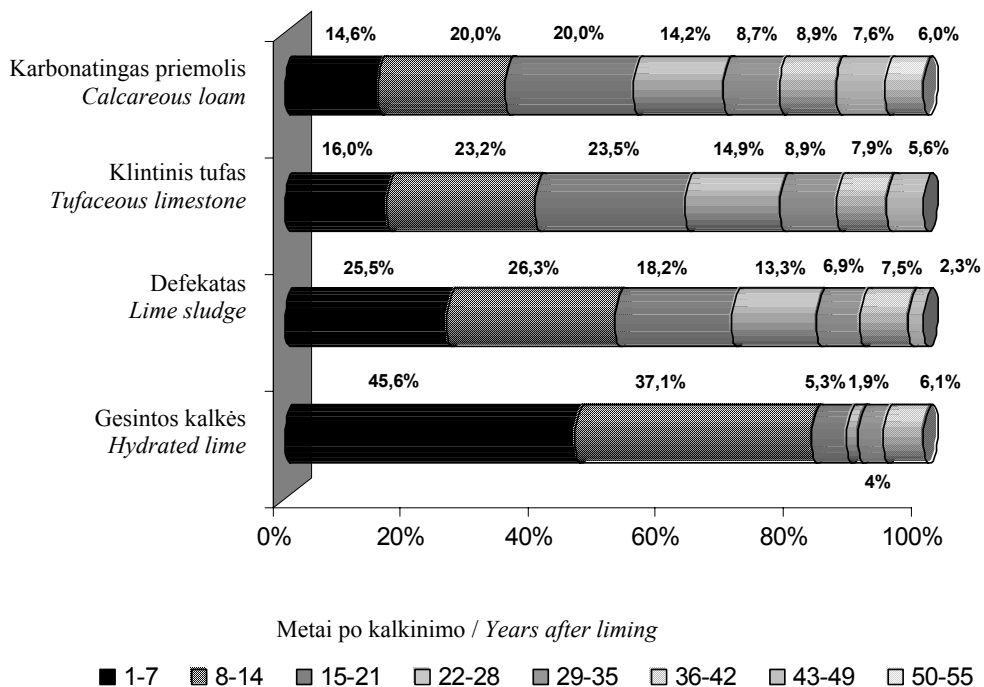
*Sėjomainos augalų derliaus įvertinimas.* Kalkinimo veikimo trukmę agrocenozėje lemia daugelis veiksnių: dirvožemio granulimetrinė sudėtis, organinės medžiagos kiekis, kalkių norma, įterpimo būdas, o svarbiausia – kalkinės trąšos cheminė ir granulimetrinė sudėtis. Efektyviu ir greitai veikimu pasižymi degtos arba gesintos kalkės, o ilgesniu – dulkūs ir ypač trupinti klintmilčiai /Kindval, 1999/. Klintinio tufo, defekato ir karbonatinio priemolio veikimo trukmę augalų derliaus atžvilgiu moksliniu požiūriu iki šiol nepagrįsta.

Aštuonių rotacijų suvestiniai derliaus duomenys rodo, kad praėjus 42 metams po kalkinimo visiškai nustojo veikti gesintos kalkės. Jos iš esmės derlių didino tik dvi pirmas rotacijas, o per 14 metų laikotarpį atidavė net 83 % viso savo veikimo, iš jo 46 % pirmoje rotacijoje (5 pav.).

Defekato veikimas ilgesnis ir tolygesnis. Ši kalkinė trąša per pirmas keturias rotacijas savo veikimo iš naujo 83 %, iš jų pirmoje rotacijoje 26 %, antroje – 26 %, trečioje – 18 % ir ketvirtoje – 13 %. Nustojo veikti 49 metais po kalkinimo. Tolygiausiu veikimu pasižymėjo klintinis tufas ir karbonatingas priemolis. Pastarosios efektyviai derlių didino per visą tyrimų laikotarpį (55 metus): 40-50 % savo veikimo atidavė per antrą ir trečią rotacijas. Jų veikimas labiau pradėjo mažėti tik penktoje rotacijoje, bet ir aštuntoje dar buvo efektyvios ir atidavė 4-6 % savo veikimo.



**4 paveikslas.** Kalkinių trąšų įtaka profilio dirvožemio cheminėms savybėms  
**Figure 4.** Effect of lime fertilizer on soil profile chemical properties  
 Vėžaičiai, 2004



**5 paveikslas.** Derliaus kitimas sėjomainos rotacijose procentais  
**Figure 5.** Yield variation in eight crop rotation (%)

### Išvados

1. Morenos sluoksnio ant smėlio storis – nuo 1,7 iki 2,2 m. Jam plonėjant, keičiasi dirvodara ir dirvožemio savybės: siaurėja ir tankėja išsiplovimo gyslos, dirvožemis lengvėja, vandens filtracija greitėja, mažėja rūgštumas.

2. Tyrimų laikotarpiu (1949-2004 m.) dėl pakitusio arimo gylio, armens storis padidėjo nuo 22 iki 33 cm. Tam įtakos turėjo ir kalkinių trąšų normos sumažėjimas nuo 1,0 iki 0,66. Maža kalkių norma silpnai neutralizavo dirvožemio rūgštumą ir nepakeitė dirvožemio profilio morfologinių savybių.

3. Daugiau nei prieš penkis dešimtmečius atliktas pirminis kalkinimas 1,0 norma pagal dirvožemio hidrolizinį rūgštumą, moreninio priemolio fizikinėms savybėms poveikio neturėjo.

4. Pirminis kalkinimas yra ilgalaikė dirvožemio cheminių savybių gerinimo priemonė. 55 metų laikotarpiu pakalkinto dirvožemio rūgštėjimo tempai iš esmės priklausė nuo kalkinių trąšų rūšies.



5. Kalkinės trąšos pagal dirvožemio rūgštumo neutralizuojantį poveikį, kalkių veikimo trukmę ir įtaką sėjomainos augalų produktyvumui (didėjimo linkme) grupuojamos tokia eile: gesintos kalkės (13 m.) → defekatas (50 m.) → klintinis tufas (55 m.) → karbonatingas priemolis (55 m.).

6. Pasibaigus gesintų kalkių ir defekto veikimui, dirvožemis 50-55 metais toliau stabiliai rūgštėjo aplenkdamas nekalkintą – natūraliai rūgštų dirvožemį 0,1-0,2 pH vieneto, todėl rūgštėjančius dirvožemius būtina kalkinti periodiškai.

Gauta 2005 12 23

Pasirašyta spaudai 2006 03 02

## LITERATŪRA

1. Berglund G. Crushed limestone or burnt lime // Journal of the Royal Swedish Academy. - 1986, vol. 113, p.9-54

2. Bernotas S., Ožeraitienė D., Končius D. Dirvožemio rūgštėjimo procesą sąlygojančių antropogeninių veiksnių analizė // Žemės ūkio mokslai. - 2005, Nr. 2, p. 22-31

3. Čiuberkis S., Čiuberkienė D., Končius D. ir kt. Kalkinimo bei tręšimo sistemų poveikis dirvožemio savybėms ir agrocenozės produktyvumui // Žemės ūkio mokslai. - 2005, Nr. 2, p. 1-12

4. Eidukevičienė M., Tripolskaja L., Ožeraitienė D., Marcinkonis S. Ilgalaikio kalkinimo poveikis cheminių savybių rodiklių pokyčiams skirtingos genezės dirvožemio profilyje Lietuvos teritorijoje // Žemės ūkio mokslai. - 1999, Nr.4, p.3-13

5. Geibe C., Holmstron S., Van Hees P. et al. Impact of lime and ash applications on soil solution chemistry of an acidified podzolic soil // Journal Water, Air and Soil Pollution. - 2003, vol.3, No.4, p.77-96

6. Gipiškis V., Savickas J. Įvairių kalkinių medžiagų įtaka augalų derliui rūgščiose dirvose // Lietuvos žemdirbystės mokslinio tyrimo instituto darbai. - 1967, t. 11, p. 145-168

7. Haak E. Field experiments with liming of mineral soils in North Sweden // Report 192. - Uppsala, 1993. - 31 p.

8. Jankauskas B., Otabbong E. Combined N,P,K fertilization and liming maximises crop productivity of acid loams in Lithuania // Acta Agriculturae Scandinavica, B. - 2004, vol. 54, p. 60-67

9. Kindval T. Strukturkalking pa lerjordar. - Uppsala, 1999. - 52 p.

10. Knašys V. Dirvožemių kalkinimas. - Vilnius, 1985, p.128

11. Lenkšaitė E. Trupintų klintmilčių efektyvumas // Žemdirbystė: LŽI mokslo darbai. - Dotnuva-Akademija, 1995, t. 48, p. 48-54

12. Mamo M., Wothman C., Shapiro C. Lime use for soil acidity management // Ferguson nutrient management for agronomic crops in Nebraska. - 2003, p. 47-51

13. Mahler R. Liming materials. - Idaho university, 2001, p.25-39

14. Mažvila J., Adomaitis T., Eitminavičius L. Lietuvos dirvožemių rūgštumo pokyčiai jų nebekalkinant // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2004, t.88, p. 3-20

15. Ožeraitienė D. Effect of long-term liming on soil acidity indicators and structure // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2001, t.73, p. 3-12

16. Plesevičienė A. Kalkinių trąšų veikimo trukmė ir įtaka dirvožemio savybėms ir augalų derliui // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2000, t.71, p. 49-61

17. Pleševičius A. Įvairių kalkinių trąšų efektyvumas ir veikimo trukmė // Žemdirbystės mokslinio tyrimo instituto darbai. Agronomija. - Dotnuva-Akademija. - Vilnius, 1987, t. 35, p. 61-74

18. Rehm G., Manter R., Schmit M. Liming materials for Minnesota soils. - University of Minesota, 2002, p. 2-11

19. Tang C., Rengei Z., Diatloff E. et al. Responses of wheat and barley to liming on a sandy soil with subsoil acidity // Field Crop Research. - 2003, vol. 80, iss. 3, p. 235-244

20. Tripolskaja L., Marcinkonis S. Mažo rūgštumo velėninių jaurinių priesmėlio dirvožemių kalkinimo intensyvumas // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2000, t.71, p. 62-72

21. Wiklander L. The effect of lime on soil // Journal of the Royal Swedisk Academy of agriculture and forestry. - 1986, No.113, p. 68-78

ISSN 1392-3196

Agriculture. Scientific articles, 2006, 1, 93, 3-21

UDK 633.821.1:631.422.4:631.41

## **DURATION OF ACTION OF DIFFERENT LIME FERTILIZERS AND THEIR EFFECT ON SOIL PROPERTIES AND YIELD OF CROP ROTATION CROPS**

D. Ožeraitienė, A.K. Pleševičienė, V. Gipiškis

### **Summary**

Experiments designed to compare various lime fertilizers were started in 1948 (at the Samališkės Experimental Station) and were continued until 2004 at the Vėžaičiai Branch. The soil of the experimental site is Bathihypogleyi – Dystric Albeluvisol, with a texture of moraine loam. Different local lime fertilizers available at that time (hydrated lime, lime sludge, tuffaceous limestone and calcareous loam) were used for soil liming.

The objective of the study was to assess the duration of action of the fertilizers tested and their efficacy in the system soil – plant. The study provides summarised data on soil ploughlayer's chemical properties and crop yield dynamics over the 55 years' experimental period. During the final experimental period (2003-2004) we estimated the impact of liming on the morphological, physical, and chemical properties of soil profile and performed the levelling of trial place ground surface.

It was revealed that the changes in moraine loam topsoil chemical properties and crop rotation yield significantly ( $r=0.6-0.9$ ) depended on the primary liming. Chemically active fertilizer, hydrated lime, was the fastest to neutralize the soil but had the shortest effect.

The soil applied with hydrated lime, during its acidification process reached the necessary liming level (pH 5.5) in 7 years and the primary naturally acid soil level (pH 4.2) in 13 years. The acidification process of soil limed by hydrated lime was more rapid than in naturally acid soil. The lowest content of mobile aluminium was found in the soil limed by tuffaceous limestone and calcareous loam.

Yield increases of the crop rotation crops in the first rotation after liming ranked in the following reducing order: lime sludge, hydrated lime, tuffaceous limestone, and calcareous loam, and in the last eighth rotation the most effective was calcareous loam. It was found that with thinning of moraine layer on sand layer the number of leaching veins increases and soil texture gets lighter. Liming did not have any effect on soil profile physical properties.

Key words: hydrated lime, lime sludge, tuffaceous limestone, calcareous loam, soil properties