

**LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRO
VĖŽAIČIŲ FILIALAS**

S u t a r t i s Nr. 2/2012-04-16

**KALKTRĄŠĖS POVEIKIO ĮVERTINIMAS RŪGŠČIUOSE
DIRVOŽEMIUOSE VAKARŲ LIETUVOJE**

2012 metais vykdytų tikslųjų lauko bandymų ir laboratorinių tyrimų

A t a s k a i t a

Vėžaičiai, 2012

Darbo vadovas:

dr. Regina Repšienė

LAMMC Vėžaičių filialo

Rūgščių, eroduotų dirvožemių ir augalininkystės skyriaus
mokslo darbuotoja

Vėžaičiai, Gargždų 29, Klaipėdos r., tel.: 846458233,

el. paštas: regina@vezaiciai.lzi.lt

**Tyrimų sumanytojai,
metodikos autoriai:**

dr. Danutė Karčauskienė

LAMMC Vėžaičių filialo direktorė

Rūgščių dirvožemių ir augalininkystės tyrimų skyriaus
vyr. mokslo darbuotoja

Vėžaičiai, Gargždų 29, Klaipėdos raj., tel.: 846458233,

el. paštas: danuteo@vezaiciai.lzi.lt

dr. Regina Repšienė

**Tyrimų vykdytojai,
ataskaitos ruošėjai:**

dr. Regina Repšienė

dr. Danutė Karčauskienė

TURINYS

IVADAS.....	4
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	5
2. TYRIMO METODIKA.....	6
2.1. Tyrimo vieta ir objektas.....	6
2.2. Tyrimo sąlygos.....	6
2.3. Tyrimo metodai.....	9
3. TYRIMO REZULTATAI.....	9
3.1. Dirvožemio drėgnis augalų vegetacijos laikotarpiu	9
3.2. Judriojo fosforo ir kalio pokytis dirvožemyje	10
3.3. Kalktrašės įtaka dirvožemio pH_{KCl} , judriajam aliuminiui ir hidroliziniam rūgštumui	10
3.4. Kalktrašės įtaka mainų kalciumui ir mainų magniui	13
3.5. Kalktrašės įtaka raudonųjų dobilų derliui	14
IŠVADOS	14
LITERATŪRA	16

ĮVADAS

Dirvožemio rūgštumo didėjimas – tai viena iš jo cheminės degradacijos formų, susieta su vandenilio ir aliuminio jonų koncentracijos didėjimu dirvožemio tirpale, dėl natūralus kalcio išsiplovimo esant gausiems krituliams, dėl taršos ir dėl fiziologiškai rūgščių trąšų naudojimo, dėl paėmimo su augalų derliumi. Rūgštėjimo procesas labiausiai pasireiškia Vakarų Lietuvoje, nes šio regiono dirvožemiai iš kitų išsiskiria tuo, kad jų karbonatingasis sluoksnis yra giliau nei 1,5-3 m, o podirvis dėl intensyvaus išplovimo prieš kalkinimą buvo labai ar vidutiniškai rūgštus. Šiuose dirvožemiuose daug augalams kenksmingo judriojo aliuminio, kurio toksiskumas dažnai būna susijęs su didele Fe ir Mn ir maža Ca bei Mg koncentracija augalų audiniuose. Dirvožemiai, kurių pH 5,5 įvardijami sąlygiškai rūgščiais ir yra tinkamai daugelio žemės ūkio augalų augimui, nes juose jau nėra augalams kenksmingo judriojo aliuminio. Šio ir aukštesnio pH_{KCl} rodiklio palaikymui dirvožemio armenyje yra būtinas kalkinimas. Yra žinoma, kad kalkinių medžiagų poveikio trukmė dirvožemio rūgštumo rodiklių pagerinimui labiausiai priklauso nuo kalkinės medžiagos cheminio aktyvumo, dalelių dydžio, įterpimo būdo, laiko ir kiekio. Be to kalkinių medžiagų poveikio trumę agroekosistemoje prailgina jų derinimas su divalenčių katijonų (Ca ir Mg) išsiplovimą stabdančiomis priemonėmis – organinėmis trąšomis, dengiamaisiais augalais, daugiametėmis žolėmis ar beverstuviniu žemės dirbimu. Ilgalaisiais kalkinimo tyrimais Vėžaičių filiale nustatyta, kad vienkartinis pakalkinimas didelėmis dulkių klintmilčių normomis didžiausiu neutralizuojančiu poveikiu pasižymi pirmaisiais metais po pakalkinimo, o išlieka efektyvus daugiau kaip du dešimtmečius, kai tuo tarpu rūpių dolomitmilčių neutralizuojantis poveikis lėtesnis, bet ilgesnis. O koks yra pastaruoju metu Lietuvoje gaminamų granuliuotų kalkinių medžiagų „Kalktrašės“ neutralizuojančio poveikio dydis ir trukmė dirvožemio rūgštumo rodikliams bei augalų produktyvumui kol kas moksliskai pagrįsto atsakymo nėra.

Darbo tikslas – įvertinti granuliuotų kalkinių medžiagų „Kalktrašės“ efektyvumą dirvožemiui ir raudonųjų dobilų (daugiamečių žolių) derliui, auginat jas sėjomainos grandyje: vasariniai miežiai → žieminiai kviečiai → raudonieji dobilai (daugiametės žolės).

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti granuliuotų kalkinių medžiagų poveikį dirvožemio cheminėms savybėms, po pakalkinimo praėjus trims metams;
2. Nustatyti granuliuotų kalkinių medžiagų poveikį raudonųjų dobilų sausųjų medžiagų derliui;
3. Moksliskai pagrįsti granuliuotų kalkinių medžiagų „Kalktrašės“ veiksmingumą, naudojant jas pagrindiniam kalkinimui.

Tyrimų duomenys atskaitoje:

Atskaitoje pateikiama kalkinių medžiagų poveikis dirvožemio cheminėms savybėms dinamikoje. Dirvožemio reakcijos pokyčio duomenys pateikti paveiksluose (3, 4, 5, 6, 7) nuo bandymo įrengimo ir praėjus trejiems metams (2009 - 2012 m.). Taip pat vertinant kalkinių medžiagų efektyvumą ariamojo sluoksnio rūgštumo rodikliams būtina akcentuoti tai, kad sėjomainoje auginamiems augalams (vasariniams miežiams, žieminiams kviečiams, daugiametėms žolėms) buvo taikytas beariminis žemės dirbimas. Šio dirbimo metu kalkinės medžiagos išliko įterptos viršutiniame (0-15 cm) armens sluoksnyje.

Sėjomainoje auginamų augalų derlius pateiktas už 2012 metus. Kitų augalų – vasarinių miežių, žieminių kviečių – derliai pateikti tarpinėse ataskaitose 2010 m. ir 2011 m.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Pastaruoju metu mažėjantis šalies dirvožemių pH_{KCl} po intensyvaus ir sistemingo 1964 - 1994 metų kalkinimo yra vertinamas šiek tiek kitaip nei prieš kalkinimą, kai dirvožemio pH_{KCl} buvo 5,0 ir mažiau, o dirvožemio rūgštumui jautrūs augalai – raudonieji dobilai, kviečiai, miežiai – menkai derėjo. Dabar rūgštėjančiuose ir pasiekusiuose panašią pH_{KCl} reikšmę dirvožemiuose labai didelio žalingo poveikio augalų derliui dar neįveikiama, ir juose kol kas dar gaunamas (augalus patrešus NPK trąšomis) nemenkas derlius. Tam turėjo įtakos ankstesnis kalkinimas palyginti didelėmis gryno $CaCO_3$ normomis (Vakarų Lietuvoje – net $6 - 15 t ha^{-1}$). Toks kalkinimas ne tik padidino pH_{KCl} , bet ir labai sumažino judriojo aliuminio kiekį, per kelis dešimtmečius labai pakeitė podirvio pH_{KCl} ir kitus agrocheminius rodiklius (Mažvila, 2010). Vakarų Lietuvos regione po ankstesnio intensyvaus kalkinimo judriojo aliuminio buvo rasta tik $0,42 - 1,76 mekv kg^{-1}$. Šis kiekis nėra toksiškas augalams, tačiau dėl nuolatinio mainų katijonų išplovimo į gilesnius sluoksnius, jų netekimo su derliumi, fiziologiškai rūgščių trąšų poveikio judriojo aliuminio atsistatymas įgauna vis didesnę tempą. Todėl vengiant dar didesnio dirvožemių rūgštėjimo ir judriojo aliuminio atsistatymo jau šiuo metu rūgščius dirvožemius (pH_{KCl} iki 5,0) būtina kalkinti nors ir mažesnėmis normomis ($2 - 4 t ha^{-1}$) kalkinių medžiagų (Mažvila, 2010; Scott et al., 1999). Kalkinimo poreikį dar labiau aktualizuoja žinojimas, kad rūgščiuose dirvožemiuose pagrindinis derlių limituojantis veiksnys yra augalams neprieinamas fosforas. Kalkinės medžiagos padidina augalams prieinamo ir aktyvaus fosforo kiekius dirvožemyje (Szymanska et al., 2008). Pakalkintame dirvožemyje yra didesnis elektrinis laidumas ir intensyvesnė azoto fiksacija (Moreira, Fageria, 2010).

Amerikiečių mokslininkų tyrimais nustatyta, kad rūgščių dirvožemių pagerinimui ypač efektyvūs yra dulkūs dolomitmilčiai, išberiant jų $1 - 2 t ha^{-1}$ kas $3 - 4$ metai (Ossom, Rhykerd, 2008). Ilgalaikiuose kalkinimo tyrimuose vidutinių platumų regionuose nustatyta, kad augalų derlius ir organinės medžiagos kiekis iš esmės padidėja tik tada kai kalkinimas yra nenutrūkstamas ilgalaikis procesas. Tokio kalkinimo tikslas yra palaikyti dirvožemio pH_{H_2O} apie 6,0 (Haynes, Naidu, 1998).

Kalkinimo efektyvumas priklauso nuo kalkinės medžiagos dalelių stambumo. Kalkinių medžiagų neutralizuojantis poveikis, priklausomai nuo kalkinių dalelių dydžio, diferencijuojamas sekančiai: kai dalelių dydis $< 0,3 mm$ (neutralizuojančio poveikio efektyvumas 100 %), kai dalelių dydis nuo $0,3$ iki $0,85 mm$ (neutralizuojančio poveikio efektyvumas 60 %), o kai įterpiamos dalelės $> 0,85 mm$ (neutralizuojančio poveikio efektyvumas 0,1 %) (Stone et al., 1998). Kalkinės medžiagos pagal dalelių dydį yra skirstomos į dulkią, granuliuotą ir trupintą. Tai ta pati kalkinė medžiaga tik skirtingos formos ir turinti skirtingą neutralizuojantį poveikį. Pagal ją granuliuotos kalkinės medžiagos užima tarpinę padėtį tarp dulkių ir trupintų. Greičiausiai veikia dulkiškos kalkinės medžiagos, tik jų išbėrimas, palyginus su granuliuotomis yra sudėtingesnis, nes reikalinga speciali technika. Granuliuotos kalkinės medžiagos ilgiau reaguoja su dirvožemiu, palyginus su dulkiomis, todėl jas būtina išberti likus ne mažiau poros mėnesių iki kitų trąšų išbėrimo (Ossom and Rhykerd, 2008).

Europos šalyse palaikomajam kasmetiniam dirvų kalkinimui plačiai naudojamos granuliuotos kalkinės medžiagos (Pierce, Warncke, 2000). Čekijoje pagrindiniam kalkinimui naudojamas ($10 t ha^{-1}$ kartą per 7 metus) kalkinių medžiagų produktas „Fertdolomite“ – 4 % CaO + 16 % MgO ; 3 % N ; 2,5 % P_2O_5 ; ir 3,0 % K_2O (Kovacevic et al., 2010). Kanadoje palaikomajam dirvožemių kalkinimui naudojama ($500 kg ha^{-1}$) granuliuotos kalkinės medžiagos „Calcipril“ – CaO 51 % arba „Magpril“ – CaO 46 % ir MgO 15 % (Lalande et al., 2009). Kalkinių medžiagų granuliuotųjų dydžių apsprendžia neutralizacijos reakcijos greitį dirvožemyje ir kalkinės medžiagos kiekį. Efektyviausiai ir greičiausiai rūgštų dirvožemių neutralizuoja smulkios granuliuotos kalkinės medžiagos dėl didesnio paviršiaus ploto ir geresnio sąlyčio su dirvožemiu (Murdock, 2009). Kiti tyrėjai pabrėžia, kad kalkinimo efektyvumas labiausiai priklauso nuo esamo dirvožemio pH (Valzano ir kt., 2010). Šių autorių teigimu, labiausiai dirvožemio savybes ir augalų derlių gerina kalkinių medžiagų $2,5 t ha^{-1}$ ir gipso $1 t ha^{-1}$ derinys, taikant beariminį žemės dirbimą.

2. TYRIMO METODIKA

2.1. Tyrimo vieta ir objektas

Tyrimo vieta: tyrimas atliktas 2009 - 2012 metais Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro (LAMMC) Vėžaičių filialo sėjomaininiame lauke (Vakarų Lietuva, Pajūrio žemumos rytinis pakraštys 55°43'N, 21°27'E).

Tyrimo objektas: granuliuotos skirtingų frakcijų (\varnothing 0,01-2 mm ir \varnothing 2-4 mm) kalkinės medžiagos „Kalktrašė“, kurių cheminė sudėtis tokia: CaO – 36,50 % MgO – 2,70 %; Fe₂O₃ – 1,90 %; K₂O – 3,30 %; SO₃ – 3,90 %.

2.2. Tyrimo sąlygos

Tyrimo sąlygos. Bandymas įrengtas 2009 m. Dirvožemis – Nepasotintasis balkšvažemis (*Dystric Albeluvisols* (JIn)). Granulimetrinė sudėtis – moreninis priemolis. Dirvožemis labai rūgštus (pH_{KCl} 4,42 ± 0,03), turintis daug (42,3 ± 2,76 mg kg⁻¹) augalams toksiško judriojo Al. Tyrimas tęstinis, atliekamas sėjomainos grandyje vasariniai miežiai → žieminiai kviečiai → daugiametės žolės (2012 m.). Kalkinimui naudotos dviejų skirtingų frakcijų granuliuotos kalkinės medžiagos – kalktrašė, kurių granuliuotųjų dydis 0,01 - 2,0 mm (smulkioji frakcija) ir 2,0 - 4,0 mm (stambioji frakcija) skersmens. Kalkinta 0,5 ir 1,0 normomis pagal hidrolizinių dirvožemio rūgštumą. Su 0,5 normos kalktrašės išberta gryno CaCO₃ 3,5 t ha⁻¹, išviso fiziniu svoriu 4,5 t ha⁻¹ medžiagų. Su 1,0 norma pateko gryno CaCO₃ 7,0 t ha⁻¹, fiziniu svoriu – 9,0 t ha⁻¹ kalkinių medžiagų.

Kalktrašė išbarstyta 2009 m. rudenį ir įkultivuota 7-11 cm gyliu. 2010 m. pavasarį, patrešus mineralinėmis trąšomis ir įterpus jas germinatoriumi, pasėti vasariniai miežiai. Nuėmus vasarinių miežių derlių buvo pasėti žieminiai kviečiai. Pavasarį (2011 m.) žieminių kviečių vegetacijai atsinaujinus, į juos išėtas raudonųjų dobilų išėlis. 2012 m. augo raudonieji dobilai. Visiems sėjomainoje auginiems augalams buvo atliktas foninis mineralinis tręšimas pagal augalų fiziologinius poreikius. Dirvožemio ėminiai cheminei analizei imti du kartus per metus pavasarį ir rudenį, kas pusę metų.

Dirvožemis. Bandymai buvo įrengti vidutiniškai sukultūrintame dirvožemyje – *Nepasotintajame balkšvažemyje*. Dirvožemio ariamasis sluoksnis yra 20 - 28 cm storio, grumstiškai dulkiškas, lengvas ir vidutinis priemolis (molio frakcija < 0,002 mm sudaro 14-15 %). Patvarūs agregatai sudaro tik 48 - 51 % nuo bendro agregatų kiekio. Toks dirvožemis neužtikrina gerų aeracinių ir drėgmės sąlygų augalams. Ekstremaliomis gamtinėmis sąlygomis (liūtys ar sausros) dirvožemiai tampa klampūs ar pernelyg sutankėję, susidaro pluta dirvožemio paviršiuje, kas apsunkina dirvožemio aeracines sąlygas bei augalų šaknų aprūpinimą deguonimi.

Dirvožemio cheminė charakteristika prieš bandymo įrengimą pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Dirvožemio cheminė charakteristika prieš įrengiant bandymą (2009 m.)

Agrocheminis rodiklis	$\bar{x} \pm Sx$	Variacijos koeficientas (V %)
Judrusis P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹	139 ± 3,50	3,57
Judrusis K ₂ O, mg kg ⁻¹	204 ± 4,0	2,77
Suminis N, %	0,14 ± 0,001	0,10
Organinė C %	1,29 ± 0,04	4,39
pH _{KCl}	4,46 ± 0,02	1,19
Judrusis Al, mg kg ⁻¹	63,87 ± 4,41	21,81
Hidrolizinis rūgštumas, mekv. kg ⁻¹	59,6 ± 1,18	6,25
Mainų Ca, mg kg ⁻¹	654 ± 37,5	18,15
Mainų Mg, mg kg ⁻¹	160 ± 2,75	5,44

Pastaba. \bar{x} – vidurkis; $\pm Sx$ – nukrypimas nuo vidurkio

Tyrimų dirvožemis vidutinio fosforingumo ($P_2O_5 - 139 \pm 3,50 \text{ mg kg}^{-1}$), didelio kalingumo ($204 \pm 4,0 \text{ mg kg}^{-1}$), vidutinio azotingumo (suminis N – $0,14 \pm 0,001 \%$), turintis vidutinį kiekį organinės anglies $1,29 \%$, mažai mainų Ca – $654 \pm 37,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ir mainų Mg – $160 \pm 2,75 \text{ mg kg}^{-1}$ (1 lentelė). Dirvožemis labai rūgštus ($pH_{KCl} 4,46 \pm 0,02$) turintis daug augalams toksiško judriojo Al ($63,87 \pm 4,41 \text{ mg kg}^{-1}$), didelio hidrolizinio rūgštumo ($59,6 \pm 1,18 \text{ mekv. kg}^{-1}$). Šių cheminių savybių atžvilgiu bandymo dirvožemis heterogeniškas, nes variacijos koeficientas svyruoja plačiame intervale nuo 0,10 iki 21,81.

Agroklimatinės sąlygos. 2011 metų rugsėjo, spalio mėnesių vidutinė oro temperatūra buvo artima daugiamečioms normoms (2 lentelė). Kritulių buvo šiek tiek daugiau negu vidutinė daugiamečė norma rugsėjo – 116% normos, spalio – 123% normos. Lapkričio mėnesį kritulių iškrito $47,7 \text{ mm}$ (pusė normos), o mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo $4,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ($1,8 \text{ }^\circ\text{C}$ aukštesnė nei norma). Augalų vegetacijos laikotarpis baigėsi lapkričio 15 d. Gruodžio mėnesį vyravo nešalti rudeniški orai. Gruodžio mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo $2,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ($1,5^\circ$ aukštesnė nei vidutinė daugiamečė). Per mėnesį kritulių iškrito $219,8 \text{ mm}$ ($2,6$ kartų daugiau nei norma).

Iki 2012 metų sausio vidurio išsilaikė nešalti orai, aukščiausia oro temperatūra pakildavo iki plus $4,7 \text{ }^\circ\text{C}$. Vėliau oro temperatūra pradėjo palaipsniui žemėti. Ypač šalta buvo sausio pabaiga, kai žemiausia oro temperatūra nukrito iki $-13 \text{ }^\circ\text{C}$. Mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo $-1,61 \text{ }^\circ\text{C}$ ($1,4^\circ$ aukštesnė nei vidutinė daugiamečė). Per mėnesį kritulių iškrito $1,6$ karto daugiau nei norma. Šalti žiemiški orai, prasidėję sausio mėnesio pabaigoje, tęsėsi iki vasario antrojo dešimtadienio pabaigos. Nuo antrojo vasario dešimtadienio pabaigos orai atšilo, prasidėjo atodreikiai. Vasario mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo $-7,79 \text{ }^\circ\text{C}$ ($4,79^\circ$ žemesnė nei norma). Per mėnesį kritulių iškrito $83,8 \text{ mm}$ (179% normos).

2 lentelė. Vėžaičių paprastosios klimato stoties meteorologiniai duomenys, 2011-2012 m.

Mėnesiai	Vidutinė oro temperatūra $^\circ\text{C}$					Krituliai, mm				
	Dešimtadieniais			Vidutinė mėn.	Vid. daugiamečė oro temperatūra 1947-2010 m.	Dešimtadieniais			Suma per mėn.	Vid. daugiamečė kritulių norma 1947-2010m.
	I	II	III			I	II	III		
2011 metai										
Rugsėjis	13,8	13,6	12,6	13,3	12,4	50,1	52,9	6,2	109,2	94,1
Spalis	11,6	7,0	6,8	8,5	7,8	45,1	56,9	11,2	117,2	95,6
Lapkritis	5,3	3,7	5,2	4,7	2,9	0,0	10,0	37,7	47,7	91,4
Gruodis	2,8	2,7	1,4	2,3	-0,8	107,7	82,8	29,3	219,8	82,8
2012 metai										
Sausis	1,74	0,68	-7,05	-1,61	-3,0	45,8	47,3	11,9	105,0	66,8
Vasaris	-16,8	-6,35	0,6	-7,8	-3,0	9,5	34,8	39,5	83,8	46,7
Kovas	-1,1	2,1	3,9	1,7	-0,2	7,3	7,7	5,3	20,3	46,9
Balandis	1,3	6,7	11,6	6,5	5,7	18,5	1,7	7,9	28,1	41,3
Gegužė	10,5	11,0	14,5	12,1	11,2	10,4	22,2	7,0	39,6	44,3
Birželis	11,7	15,3	14,8	14,0	14,8	14,3	13,1	50,3	77,7	63,6
Liepa	19,3	15,6	19,3	18,1	17,0	20,5	37,7	7,0	65,2	90,4
Rugpjūtis	17,7	16,0	15,0	16,2	16,5	59,8	0,8	21,2	81,8	95,1

Kovo mėnesio orai buvo permainingi. Vidutinė oro temperatūra buvo $1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ($1,9^\circ$ aukštesnė nei vidutinė daugiamečė). Kritulių iškrito $20,3 \text{ mm}$ arba tai sudarė tik 43% normos.

2012 metų balandžio mėnesio orai buvo kontrastingi. Balandžio mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo $6,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($1,4^\circ$ aukštesnė nei vidutinė daugiamečė). Didžioji kritulių dalis iškrito pirmąjį dešimtadienį, vėliau vyravo sausi orai. Per mėnesį iškrito tik $28,1 \text{ mm}$ arba 68% normos. Balandžio 24 d. prasidėjo aktyvioji augalų vegetacija. Tai atitinka vidutinės daugiamečės datas.

Gegužės mėnesio orai buvo permainingi – nuo šiltų iki staigių atvėsimų. Mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 12,1 °C (0,8° aukštesnė nei vidutinė daugiametė). Per mėnesį kritulių iškrito 39,6 mm arba 89 % normos.

Birželio mėnuo buvo vidutiniškai šiltas, o krituliai pasiskirstė netolygiai. Vidutinė oro temperatūra buvo 14,0 °C (0,8° žemesnė nei vidutinė daugiametė oro temperatūra). Kritulių iškrito 77,7 mm, pusė jų iškrito per dvi dienas (25 ir 26 d.).

Liepos mėnesio orai buvo labai permainingi, vėsoki orai kaitaliojosi su labai šiltais. Kritulių per mėnesį iškrito 65,2 mm (65,2 % normos), o didžioji jų dalis (58,2 mm) iškrito per pirmąjį ir antrąjį dešimtadienius. Dobilų augimo sąlygos buvo palankios.

Rugpjūčio pradžioje vyravo aukštesnė šiltesni, o vėliau – vidutiniškai šilti orai. Kritulių per mėnesį iškrito 81,8 mm (86,0 % normos), o didžioji jų dalis (59,8 mm) iškrito per pirmąjį dešimtadienį.

Tyrimų schema

1. Nekalkinta;
2. Kalkinta granuliuota (Ø 0,01 - 2,0 mm) kalktraše 0,5 norma pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą (4,5 t ha⁻¹);
3. Kalkinta granuliuota (Ø 0,01 - 2,0 mm) kalktraše 1,0 norma pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą (9,0 t ha⁻¹);
4. Kalkinta granuliuota (Ø 2,0 - 4,0 mm) kalktraše 0,5 norma pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą (4,5 t ha⁻¹);
5. Kalkinta granuliuota (Ø 2,0 - 4,0 mm) kalktraše 1,0 norma pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą (9,0 t ha⁻¹).

Auginti raudonieji dobilai 'Nike'. Raudonieji dobilai augo po žieminių kviečių. Pavasarį prieš dobilų vegetacijos atsinaujinimą tręšta P₆₀K₆₀. Naudotos mineralinės trąšos: granuliuotas superfosfatas ir kalio chloridas.

Lauko bandymo parametrai. Bandymo laukeliai išdėstyti dviejose eilėse randomizuotai, keturiais pakartojimais (1 pav.). Pradinio laukelio dydis – 36 m², apskaitomojo – 16,8 m².

III pakartojimas					IV pakartojimas				
5	3	1	4	2	1	5	3	4	2
II pakartojimas					I pakartojimas				
4	2	5	3	1	5	1	2	3	4

1 pav. Lauko bandymo planas

Atliktų darbų grafikas ir dobilų augimo ir vystymosi tarpsniai:

1. Paimti dirvožemio mėginiai cheminėms analizėms – 2012.04.10
2. Daugiametės žolės tręštos fosforo ir kalio trąšomis (P₆₀K₆₀) – 2012.04.11.
3. Dobilai skrotelės tarpsnyje – 2012.04.30.
4. Atlikti bandymo laukelių atkirtimai – 2012.05.08
5. Dobilai šakojimosi tarpsnyje – 2012.05.14.
6. Dobilai butonizacijos tarpsnyje – 2012.05.22.

7. Dobilų butonai pradeda rausvėti 2012.06.04.
8. Dobilų žydėjimo pradžia – 2012.06.11.
9. Atlikta dobilų žolės I pjūtis – 2012.06.14.
10. Dobilai pradeda atželti – 2012.06.25.
11. Dobilų atolo žydėjimo pradžia -2012.07.16.
12. Atlikta dobilų žolės II pjūtis – 2012.07.26.
13. Paimti dirvožemio mėginiai cheminei analizei – 2012.08.21.
14. Dobilai paruošti žiemojimui (nupjauta ir nuvežta žolė) – 2012.10.22.
15. Per visą dobilų vegetaciją imti dirvožemio mėginiai drėgmei nustatyti kas 7 dienos.

2.3. Tyrimo metodai

Tyrimas atliktas lauko tikslųjų bandymų ir laboratorinių analizių metodais.

Dirvožemio mėginių ėmimas bandymų lauke. Bandyme iš kiekvieno laukelio armens 0 - 20 cm sluoksnio ne mažiau 10 vietų imami dirvožemio mėginiai cheminėms analizėms. Pirmą kartą imta prieš kalktrašės išbarstymą 2009 m. Antrą kartą dirvožemio mėginiai buvo imti 2010 m. pavasarį prieš miežių sėją, tai yra praėjus puse metų po kalkinimo. Trečią kartą – nuėmus miežių derlių, tai yra praėjus metams po pakalkinimo. Ketvirtą kartą – 2011 m. atsinaujinus žieminių kviečių vegetacijai, tai yra praėjus pusantrų metų po pakalkinimo. Penktą kartą – rudenį žieminių kviečių derlių nuėmus, tai yra praėjus dvejiems metams po pakalkinimo. Šeštą kartą – 2012 m. pavasarį atsinaujinant raudonųjų dobilų vegetacijai, septintą kartą rudenį – dobilų vegetacijai baigiantis. Visuose paimtuose dirvožemio ėminiuose buvo atliktos cheminės analizės kalktrašės poveikiui įvertinti.

2012 m. raudonųjų dobilų vegetacijos laikotarpiu (kas 7 - 8 dienų) buvo imami dirvožemio ėminiai (0 - 10 cm ir 10 - 20 cm) drėgno analizei. Kiekvienos pjūties metu iš kiekvieno bandymo laukelio imti žolės mėginiai sausosioms medžiagoms nustatyti.

Laboratorinių analizių metodai:

pH_{KCl}, P₂O₅ ir K₂O – Egnerio-Rimo-Domingo (A-L);

Judrusis Al – Sokolovo;

Hidrolizinis rūgštumas – Kappeno;

Mainų Ca ir Mg – Egnerio-Rimo-Domingo (A-L);

Suminis N – Kjeldalio;

Sausosios medžiagos – svorio.

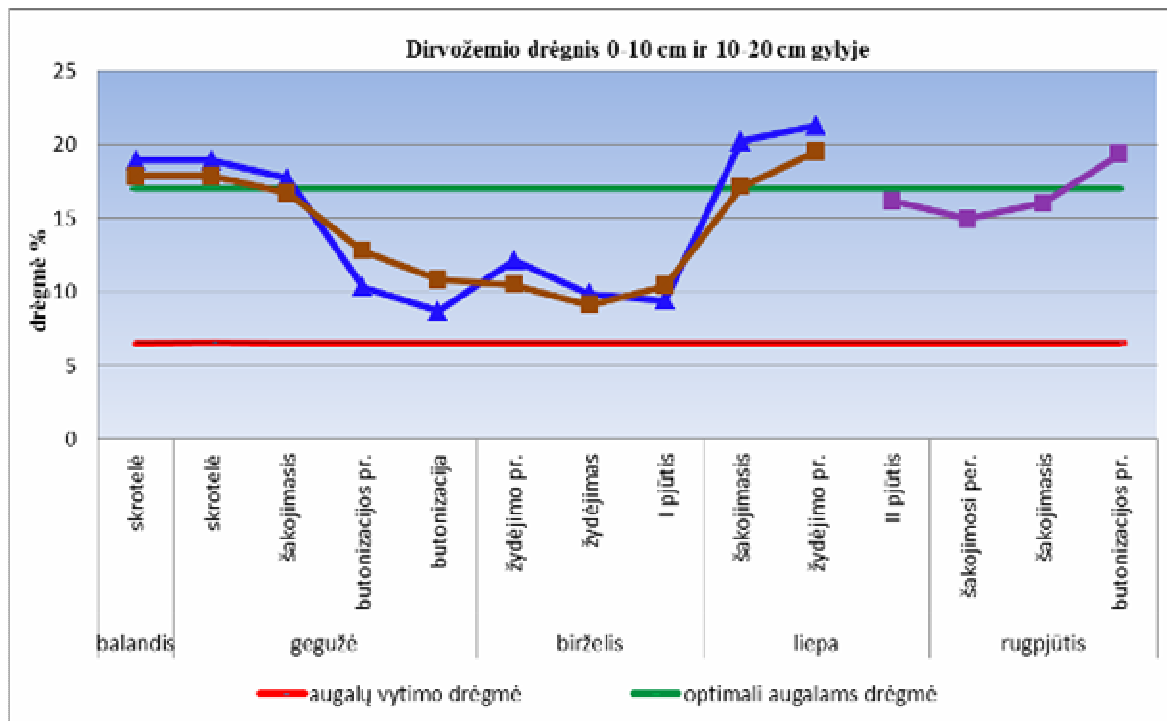
Dirvožemio cheminės analizės atliktos standartizuotais metodais LMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje.

Tyrimų duomenų statistikai įvertinti naudotas statistinis paketas ANOVA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Pateikta mažiausio esminio skirtumo tarp variantų riba R₀₅.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1. Dirvožemio drėgnis augalų vegetacijos laikotarpiu

Dirvožemio drėgnis turi didelę įtaką augalų vystymuisi. Taip pat esant pakankamam drėgno kiekiui dirvožemyje susidaro palankios sąlygos kalkinėms medžiagoms ir mineralinėms trąšoms pereiti į dirvožemio sorbuojamąjį kompleksą. Miežiams, žieminiams kvietrugiams augti optimalus vidutinio sunkumo priemolio dirvožemių armens drėgnis – 17-18 % (Diršė ir kt., 1984). Kitų autorių nuomone optimalus dirvožemio drėgnis vidutinio sunkumo priemolio dirvožemiuose – 19-23 % (perteklinio drėgnumo > 29 %, šlapias – 24-28 %, optimalus – 13-18 %, sausringas – 7-12 %, labai sausas < 7 %) (Кулаковская ir kt., 1984). Raudonųjų dobilų vegetacijos laikotarpiu dirvožemio drėgnis armenyje svyravo gana plačiame intervale nuo 8,7 % iki 21,3 % 0-10 cm gylyje (2 pav.).



2 pav. Dirvožemio drėgnis raudonųjų dobilų vegetacijos metu
Vėžaičiai, 2012 m.

Raudonųjų dobilų intensyvaus augimo metu drėgmės buvo pakankamai, skrotelės ir šakojimosi tarpsniuose dirvožemio drėgnis 0 - 20 cm sluoksnyje buvo 16,7 - 17,8 %. Raudoniesiems dobilams labiausiai drėgmės trūko nuo gegužės mėnesio vidurio, esant jiems butonizacijos pradžioje ir iki žydėjimo. Dirvožemio drėgnis 0 - 20 cm gylyje buvo sumažėjusi iki 9,11 - 10,5 %, t. y. žemiau optimalios normos. Tačiau toks dirvožemio drėgnio sumažėjimas I pjūties dobilų derliui neigiamo poveikio neturėjo. Dirvožemio drėgnio atžvilgiu buvo palankios sąlygos dobilų atolui augti ir kalkinėms medžiagoms pereiti į dirvožemio sorbuojamąjį kompleksą. Dirvožemio drėgmė 0 - 20 cm gylyje buvo optimali 16,2 - 19,5 %. Dobilų derliaus duomenys pateikti 3.5. poskyryje.

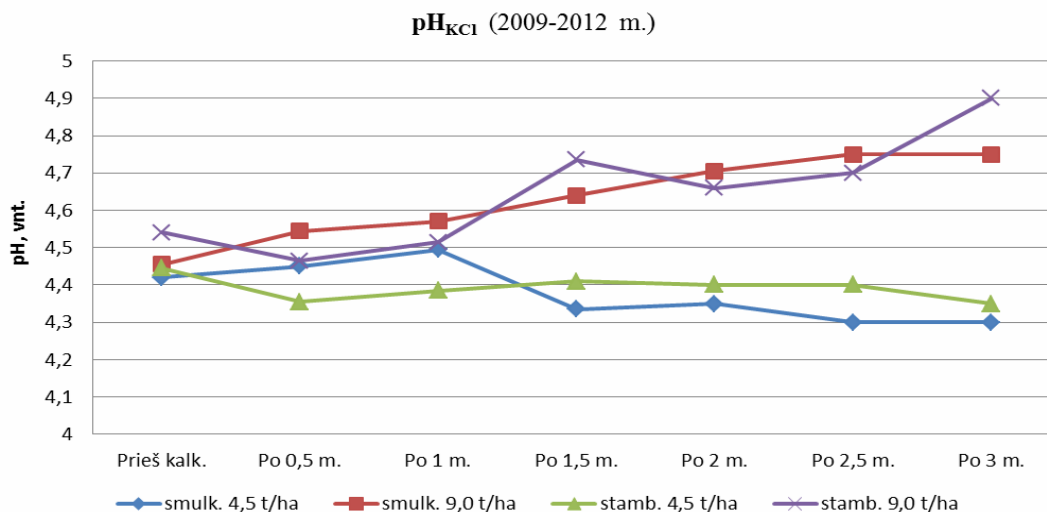
3.2. Judriojo fosforo ir kalio pokytis dirvožemyje

Prieš įrengiant lauko bandymą dirvožemyje buvo judriojo P_2O_5 $139 \pm 3,50 \text{ mg kg}^{-1}$, judriojo K_2O $204 \pm 4,0 \text{ mg kg}^{-1}$. Trijų metų laikotarpyje auginant žemės ūkio augalus vasarinius miežius, žieminius kviečius, raudonusius dobilus sėjomainoje ir tręšiant juos optimaliomis mineralinių trąšų normomis, dirvožemyje judriojo P_2O_5 padidėjo iki $233 \pm 72,03 \text{ mg kg}^{-1}$ arba padidėjo nuo vidutinio fosforingumo iki didelio fosforingumo. Judriojo K_2O $212 \pm 6,29 \text{ mg kg}^{-1}$ kiekis dirvožemyje išliko panašus – dirvožemis didelio kalingumo.

3.3. Kalktrašės įtaka dirvožemio pH_{KCl} , judriajam aliuminiui ir hidroliziniam rūgštumui

Praėjus pusmečiui po kalktrašės įterpimo, pH_{KCl} padidėjo nežymiai per 0,03-0,09 vnt. (3 pav.). Praėjus metams po kalkinimo pH_{KCl} padidėjimas buvo per 0,1 vnt. dirvožemyje pakalkintame smulkiosios frakcijos tiek mažesniaja ($4,5 \text{ t ha}^{-1}$), tiek didesniaja ($9,0 \text{ t ha}^{-1}$) norma. O praėjus dvejiems metams po kalkinimo pH_{KCl} labiausiai padidėjo nuo didžiosios kalktrašės

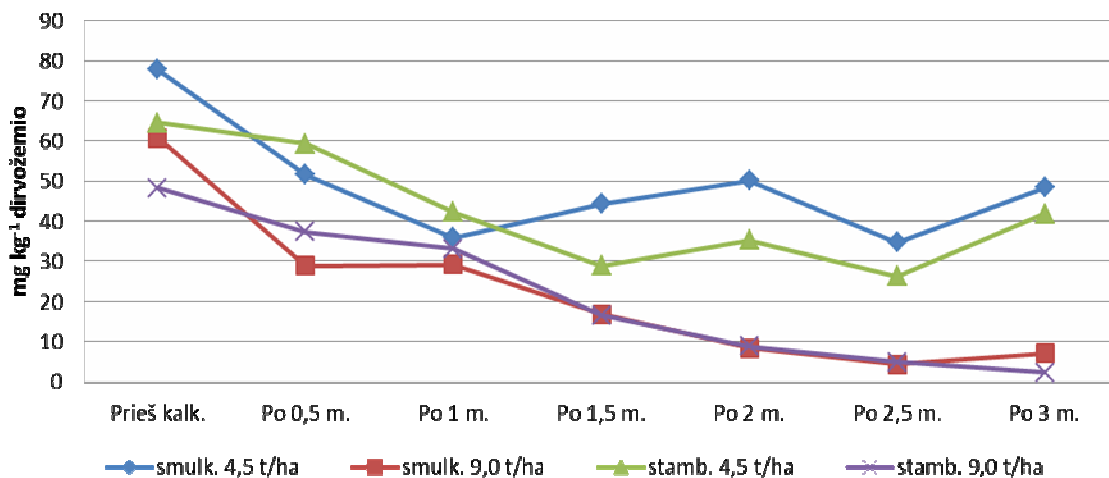
normos tiek smulkiosios, tiek stambiosios frakcijos, pH_{KCl} pokytis buvo nuo 4,5 iki 4,7 vnt. Po trijų metų nuo abiejų frakcijų didžiųjų kalktrašės normų pH_{KCl} padidėjo iki 4,8-4,9, nuo mažųjų – normų pH_{KCl} nebekito ir išliko toks pat 4,3-4,4.



3 pav. Kalktrašės įtaka dirvožemio pH_{KCl} kitimui
Vėžaičiai, 2009 - 2012 m.

Judriojo aliuminio kiekis dirvožemyje sparčiausiai mažėjo įterpus smulkiosios frakcijos tiek mažesniąją, tiek didesniąją kalktrašės normas (4 pav.). Praėjus pusmečiui po kalkinimo dirvožemyje judrusis Al sumažėjo atitinkamai nuo 77,7 iki 51,6 $mg\ kg^{-1}$ ir nuo 60,7 iki 28,9 $mg\ kg^{-1}$. O praėjus vieneriems metams po kalkinimo nustatytas judriojo Al sumažėjimas ir nuo kalktrašės stambiosios frakcijos abiejų normų. Po dviejų metų nustatyta, kad dirvožemyje pakalkintame didžiąja (9 t ha^{-1}) kalktrašės norma tiek smulkiosios (0,01-2,0 mm), tiek stambiosios (2,0-4,0 mm) frakcijos, judrusis Al pasiekė augalams nekenksmingą kiekį, atitinkamai 8,5 ir 8,9 $mg\ kg^{-1}$. Pakalkinus mažesniosiomis abiejų frakcijų normomis, judriojo Al išlieka augalams kenksmingi kiekiai – 50,1 ir 35,2 $mg\ kg^{-1}$. Po trijų metų nuo didžiųjų kalktrašės normų judrusis aliuminis sumažėjo iki 2,3 - 7,0 $mg\ kg^{-1}$, o nuo mažųjų normų išlieka tokia pačiame lygyje – 48,3 - 41,8 $mg\ kg^{-1}$.

Judrusis Al (2009-2012 m.)

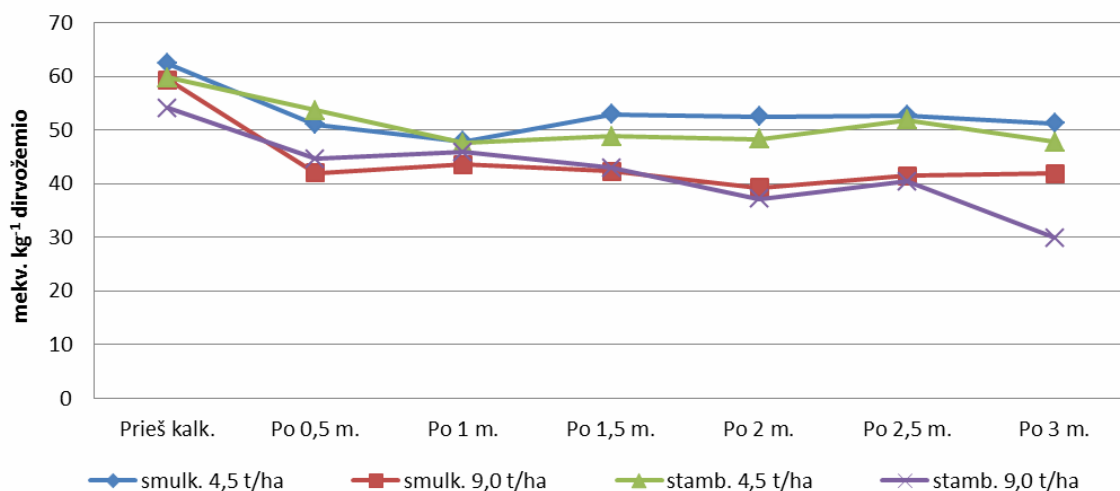


4 pav. Kalktrašės įtaka judriojo Al kitimui
Vėžaičiai, 2009-2012

Dirvožemio hidrolizinis rūgštumas mažėjo panašiai kaip ir judrusis aliuminis (5 pav.). Praėjus dvejiems metams po kalkinimo, smulkiosios ir stambiosios frakcijos kalktrašės mažąja norma, hidrolizinis rūgštumas sumažėjo nuo 59,4 - 62,4 mekv. kg^{-1} iki 48,3-52,5 mekv. kg^{-1} . Nuo didžiosios normos abiejų frakcijų hidrolizinis rūgštumas dar labiau sumažėjo iki 37,1 - 39,2 mekv. kg^{-1} . Po trijų metų nuo didžiųjų kalktrašės normų hidrolizinis rūgštumas sumažėjo nuo smulkiosios frakcijos – iki 41,9 mekv. kg^{-1} , nuo stambiosios iki – 29,9 mekv. kg^{-1} . Hidrolizinis rūgštumas nuo mažosios normos smulkiosios frakcijos sumažėjo iki 51,3 mekv. kg^{-1} , nuo stambiosios – iki 47,8 mekv. kg^{-1} .

Naudojant kalkines medžiagas pagerėja dirvožemio struktūra, nes kalcis dirvožemio daleles suriša į patvarius struktūrinius agregatus. Taip pat pagerėja vandens režimas, suaktyvėja naudingų mikroorganizmų veikla.

Hidrolizinis rūgštumas (2009-2012 m.)

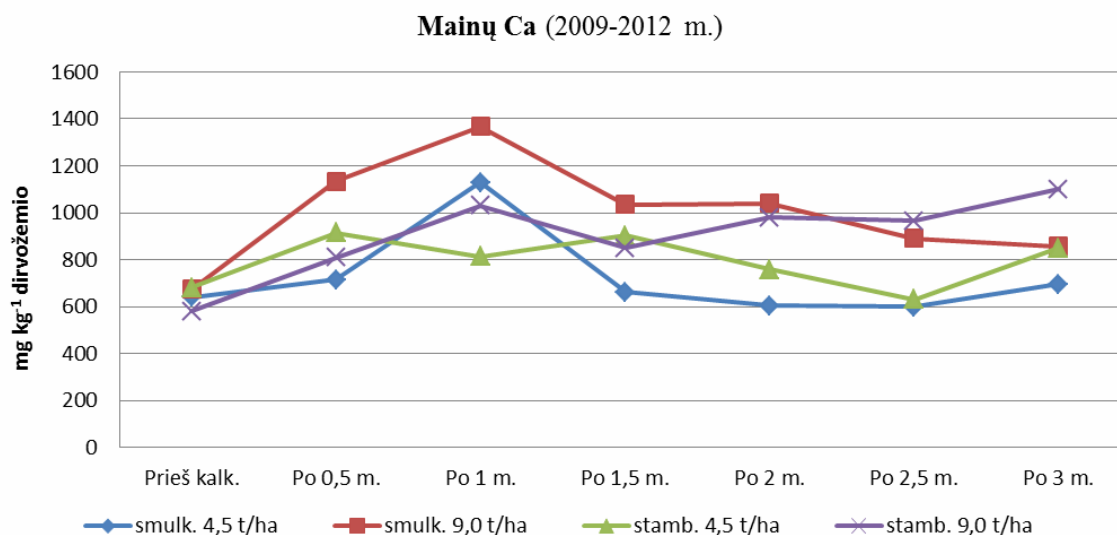


5 pav. Kalktrašės įtaka hidrolizinio rūgštumo kitimui
Vėžaičiai, 2009-2012

3.4. Kalktrašės įtaka mainų kalciui ir mainų magniui

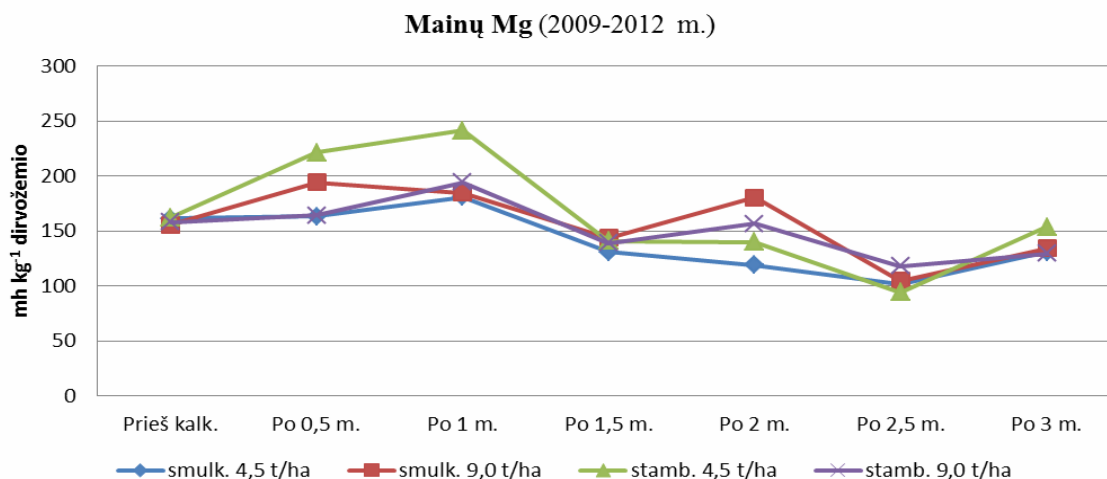
Mainų kalcio dirvožemyje labiausiai padidėjo nuo kalktrašės smulkiosios frakcijos didžiosios ($9,0 \text{ t ha}^{-1}$) normos (6 pav.). Praėjus pusmečiui po kalktrašės įterpimo mainų Ca dirvožemyje padidėjo iki $1133,5 \text{ mg kg}^{-1}$, po metų nustatytas jo dar didesnis $1367,5 \text{ mg kg}^{-1}$ kiekis. O praėjus dvejiems metams po kalkinimo mainų Ca kiekis dirvožemyje stabilizavosi ir daugiausia ($979,5\text{-}1039,5 \text{ mg kg}^{-1}$) jo nustatyta kur buvo įterptos abiejų frakcijų didžiosios normos.

Po trijų metų mainų Ca dirvožemyje labiausiai padidėjo (iki 1101 mg kg^{-1}) nuo kalktrašės didžiosios normos ($9,0 \text{ t ha}^{-1}$) stambiosios frakcijos, nuo tokios pačios normos smulkiosios frakcijos mainų Ca dirvožemyje nustatyta mažiau – 857 mg kg^{-1} . Panašios tendencijos išlieka, kai buvo naudota mažesnioji ($4,5 \text{ t ha}^{-1}$) kalktrašės norma.



6 pav. Kalktrašės įtaka dirvožemio mainų Ca kitimui.
Vėžaičiai, 2009-2012

Kalktrašės poveikis nustatytas ir mainų magniui (7 pav.). Mainų Mg nuo abiejų ($4,5$ ir $9,0 \text{ t ha}^{-1}$) normų bei jų skirtingų ($0,01\text{-}2$ ir $2,0\text{-}4,0 \text{ mm}$) frakcijų dirvožemyje didėjo panašiai kaip ir mainų Ca, tiek po vienerių ar dviejų metų. Po trijų metų nuo kalktrašės abiejų normų bei abiejų frakcijų dirvožemyje mainų Mg kiekiai buvo panašūs $131 - 154 \text{ mg kg}^{-1}$.



7 pav. Kalktrašės įtaka dirvožemio mainų Mg kitimui
Vėžaičiai, 2009-2011

3.5. Kalktrašės įtaka raudonųjų dobilų derliui

Kultūriniai augalai skirtingai toleruoja dirvožemio rūgštumą. Priklausomai nuo dirvožemio rūgštumo ir augalų jautrumo rūgščiai dirvožemio reakcijai, nuo kalkinių medžiagų žemės ūkio augalų derlius gali padėti dvigubai ir net daugiau (Legere et al., 1994).

Kalkintame dirvožemyje skirtingų frakcijų abiem kalktrašės normomis tiek pirmosios, tiek antrosios pjūties derlius buvo iš esmės didesnis, palyginus su nekalkintu dirvožemiu (3 lentelė). Antroje pjūtyje išryškėjo tendencija, kad nuo kalktrašės smulkiosios frakcijos buvo didesnis dobilų sausųjų medžiagų derlius, palyginus su stambesniąja kalkinių medžiagų frakcija (8-12 pav.).

3 lentelė. Kalktrašės įtaka raudonųjų dobilų derliui
Vėžaičiai, 2012

Variantas	Raudonųjų dobilų sausųjų medžiagų derlius, t ha ⁻¹		
	I pjūtis	II pjūtis	metinis
1. Nekalkinta	2,44	1,08	3,52
2. Kalktrašės 0,5 n. (4,5 t ha ⁻¹) smulk. frakcija	6,06**	3,63**	9,69**
3. Kalktrašės 1,0 n. (9,0 t ha ⁻¹) smulk. frakcija	5,73**	4,14**	9,87**
4. Kalktrašės 0,5 n. (4,5 t ha ⁻¹) stamb. frakcija	5,24**	3,47**	8,71**
5. Kalktrašės 1,0 n. (9,0 t ha ⁻¹) stamb. frakcija	6,08**	3,51**	9,59**
R ₀₅	1,262	0,394	0,902

Pastaba: ** – statistiškai patikima esant 99 % tikimybės lygiui.

Remiantis tyrimų duomenimis, pakalkintame dirvožemyje raudonųjų dobilų sausųjų medžiagų metinis derlius buvo 2,5 - 2,8 karto didesnis, palyginus su nekalkintu.

IŠVADOS

Įvertinus Vakarų Lietuvoje vyraujančio natūraliai rūgštaus (pH_{KCl} 4,42; mainų Ca 640 mg kg⁻¹; hidrolizinis rūgštumas 62,4 mekv. kg⁻¹; judrusis Al 77,7 mg kg⁻¹) moreninio priemolio Nepasotintojo Balkšvažemio cheminių savybių pokyčius nuo granuliuotų kalkinių medžiagų kalktrašės skirtingų frakcijų (smulkioji Ø 0,01-2,0 mm ir stambioji Ø 2,0-4,0 mm) kiekio [(0,5 ir 1,0 normos pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą (fizinio svoriu atitinkamai 4,5 t ha⁻¹ ir 9,0 t ha⁻¹)] po pakalkinimo praėjus trims metams galima daryti sekančias išvadas:

1. Sparčiausiai (praėjus pusmečiui po įterpimo) dirvožemį neutralizavo kalktrašės smulkiosios frakcijos abi (0,5 ir 1,0) normos. Sumažėjo judrusis Al (nuo 77,7 - 60,7 mg kg⁻¹ iki 51,6 - 28,9 mg kg⁻¹) bei hidrolizinis rūgštumas (nuo 59,4 - 62,4 mekv. kg⁻¹ iki 48,3-52,5 mekv. kg⁻¹). Vėliau dirvožemio reakcijos sparta stabilizavosi ir dirvožemio neutralizavimas vyko nepriklausomai nuo kalktrašės frakcijų dydžio.

2. Dirvožemio neutralizuojamasis poveikis priklausė nuo kalktrašės įterpto kiekio. Po kalkinimo praėjus pusantrų metų 1,0 norma (9,0 t ha⁻¹) abiem frakcijomis – tendencingai mažėjo dirvožemio rūgštumas. Didžiausias dirvožemio neutralizavimo efektas nustatytas praėjus trims metams. Dirvožemyje padidėjo mainų Ca iki 1101 mg kg⁻¹, pH_{KCl} iki 4,9 ir sumažėjo hidrolizinis rūgštumas iki 29,9 - 41,9 mekv. kg⁻¹, o judriojo aliuminio liko nedidelis ir augalams netoksiškas kiekis (2,3 - 7,1 mg kg⁻¹).

3. Kalktrašės 0,5 normos (4,5 t ha⁻¹) buvo per maža, nes praėjus trims metams po kalkinimo, dirvožemis išliko rūgštus pH_{KCl} – 4,4, hidrolizinis rūgštumas – 47,8 - 51,2 mekv. kg⁻¹, turintis daug augalams toksiško judriojo Al 41,8 - 48,3 mg kg⁻¹ ir nedaug mainų Ca 697 - 850 mg kg⁻¹.

4. Pakalkintame kalktrašės abiejų frakcijų 0,5 ir 1,0 normomis raudonųjų dobilų sausųjų medžiagų metinis derlius buvo 2,5 - 2,8 karto didesnis, palyginus su nekalkintu. Pakalkintas dirvožemis kalktrašės 0,5 normos nors ir liko rūgštus, tačiau dobilams susidarė palankesnės sąlygos jų augimui ir trąšų įsisavinimui.

8 pav. Nekalkintas dirvožemis (raudonuose
dobiluose vyrauja piktžolės) 2012 m.

9 pav. Raudonieji dobilai pakalkintame
dirvožemyje (kalktrašė 0,5 normos Ø 0,1-2,0 mm)
2012 m.

10 pav. Raudonieji dobilai pakalkintame
dirvožemyje (kalktrašė 0,5 normos Ø 2,0-4,0 mm)
2012 m.

11 pav. Raudonieji dobilai pakalkintame
dirvožemyje (kalktrašė 1,0 norma Ø 2,0-4,0 mm)
2012 m.

12 pav. Bandyto „Kalktrašės poveikio įvertinimas rūgščiuose dirvožemiuose“ bendras vaizdas, 2012 m.

LITERATŪRA

1. Dirsė A., Kusta A., Stanislovaitytė A. Žemės ūkio kultūrų drėkinimo režimas. -V., 1984, p. 72-84.
2. Haynes R.J. Naidu R. Influence of lime, fertilizers and manure applications on soil organic matter content and physical conditions: a review // Nutrient cycling in agroecosystems. -1998, Vol. 51, N. 2, P.123-137
3. Kovacevic V., Rastija M., Josipovic M., Loncaric Z. Impacts of liming and fertilization with phosphorus and potassium on soil status // Soil, plant and food interactions, 2009, p. 190-197.
4. Lalonde R., Gagnon B., Royer I. Impact of natural and industrial liming materials on soil properties and microbial activity // Canadian journal of soil science, 2009, Vol. 89 (2), P. 209-222.
5. Legere A., Simard R.R., Lapierre C. Response of spring barley and weed communities to lime, phosphorus and tillage // Canadian Journal Plant science. -1994, Vol.74, N.3, P.721-728.
6. Mažvila J. Lietuvos dirvožemių rūgštumas (pH) ir jo kaita // Agroekosistemų komponentu valdymas. Ilgalaikių agrocheminių tyrimų rezultatai, monografija, Akademija, 2010, p. 77 - 85.
7. Moreira A., Fageria N.K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of Alfalfa grown in acid soil. Revista Brasileira de Ciencia do Solo. Vol. 34, P. 1231-1239
8. Murdock L.V. Peletized lime-how quickly does it react. 2007, P. 18-34
9. Pierce E., Warncke D. Soil and crop response to variable rate liming to Michigan fields // Soil Science Society of America, 2000, Vol. 64. P. 774-780
10. Scott B., Coneysers M., Poile G., Cullis B. Reacidification and reliming effects on soil properties and wheat yield // Australian Journal of experimental agriculture, 1999, Vol. 37 (7), P. 85 - 93.
11. Stone Y., Ahern C.R., Blunder B. Acidic sulfate soils manual. Acid sulfate soil management Advisory Committee, Wollongbar NSW, 1998, P. 135 - 184.
12. Szymanska M., Korc M., Lebetowicz J. Effects of single liming of sandy soils not limed for more than 40 years in the light of results of long-term fertilizing experiment // Polish Journal of soil science, Vol XLI/1, 2008, P. 105 - 114.
13. Ossom E.M., Rhykerd R.L. Effects of lime on soil and tuber chemical properties and yield of sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] in Swaziland // American – Eurasian Journal of Agronomy. - 2008, Vol. 1 (1), P. 1 - 5.
14. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. - Akademija, 2003. -57 p.

15. Valzano F.R., Murphy B.V., Greene R.S. The long-term effects of lime (CaCO_3), gypsum ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and tillage on the physical and chemical properties of a sodic red-brown earth. Australian Journal of Soil Research. Vol. 39 (8), P. 1307 - 1331
16. Кулаковская Т.Н., Кнашис В., Богдевич И.М., 1984. Оптимальные параметры плодородия почв. - М.: Колос, С.198-215.