

Dirvoþemio rûgðtþjimo procesà sàlygojanþiø antropogeniniø veiksniø analizþ

Stasys Bernotas,

Danutþ Operaitienþ,

Donatas Konþius

*Lietuvos þemdirbystþs instituto
Vþþaiþiø filialas, Gargþdø g. 29,
Vþþaiþiai, LT-96216 Klaipþdos rajonas,
el. paþtas dir@vezaičiai.lzi.lt*

Straipsnyje apibendrinti Lietuvos þemdirbystþs instituto Vþþaiþiø filiale atliktø kalkinimo ir trãþimo stacionarinio bandymo (1949–2003 m.) duomenys. Tyrimo objektas: giliai glþþiðkas nepasotintasis balkðvaþemis (granulimetrinþ sudþtis – moreninis priemolis, pH_{KCl} atþvilgiu iðlygintas labai rûgðtus profilio dirvoþemis su dideliu judriojo Al kiekiu) ir tas pats dirvoþemis daugiau nei pusþ amþiaus veiktas ávairaus intensyvumo antropogeninþs apkrovos. Tyrimo tikslas: ávertinti ilgalaikio kalkinimo, mineralinio ir organinio trãþimo bei skirtingø jø deriniø poveiká svarbiausiems dirvoþemio rûgðtumo rodikliams – pH_{KCl} ir judriajam Al vidutiniðkai ðilto ir drþgno Vakarø Lietuvos klimato sàlygomis.

Nustatytas esminis ir ilgalaikis moreninio priemolio dirvoþemio rûgðtumo rodikliø pokytis dþl antropogeninþs apkrovos átakos. Didþiausia pH_{KCl} rodiklio kaita jo maþþjimo linkme – nuo 4,6 iki 3,9 ariamajame sluoksnyje buvo dirvoþemio, kasmet trãþto pagal trigubà NPK trãþð normà, o rodiklio didþjimo linkme – nuo 4,6 iki 7,2 periodiðkai kalkinant dulkiiais klintmilþiais (2,0 normos) kas 3–4 metai. Detali rûgðtumo rodikliø kaitos dþl ilgalaikiø antropogeniniø veiksniø átakos analizþ leidþia ðiuos veiksnius sugrupuoti pagal jø poveiká dirvoþemio rûgðtþjimo procesui ðitaip: 1) procesà skatinantys – mineralinis trãþimas ir mineralinis trãþimas + intensyvus kalkinimas; 2) procesà stabdantys – organinis trãþimas (mþðlas) → kalkinimas → kalkinimas + organinis trãþimas (mþðlas) ir 3) dirvoþemio optimalaus lygio cheminþ bûklþ palaikantys – optimalus kalkinimas (pH lygiui 5,7–6,2) + organinis ir mineralinis trãþimas (pagal augalø poreikius planuotam derliui gauti). Apibendrinus gautus tyrimo duomenis galima teigti, kad dirvosauginiu poþiþriu kalkinimas turi bþti nenutrþkstamas procesas agroekosistemoje, o trãþimas pagal augalo poreikius – viena sàlygø pakalkinto dirvoþemio rûgðtþjimui stabdyti ir kalkinimo intensyvumui maþinti.

Raktaþodþiai: dirvoþemio rûgðtþjimas, pH_{KCl} , judrusis Al, kalkinimas, mineralinis ir organinis trãþimas

ÁVADAS

Dirvoþemio rûgðtþjimas – natþralus procesas, kurio tempus sàlygoja gimtoji uoliena, klimato sàlygos, biocenozþ ir laikas [18, 31]. Potencialþs rûgðtþjimui dirvoþemiai yra susidarþ maþai karbonatinguose (CO_2) lengvuose ir vidutinio sunkumo skeletinguose moreniniuose priemoliuose, perteklingo drþkinimo sàlygomis ir priesmþliuose su giliau slþgsanþiu þvyru [32]. Dirvoþemio rûgðtþjimas natþraliose biocenozþse – procesas lþtas. Tik pastaruoju metu vis labiau jà spartina rûgðþiø lietø poveikis, priklausomai nuo patenkanþiø rûgðþiø krituliø kiekio, jø cheminþs sudþties (SO_2 ir NO_x koncentracijos) ir nuo paties dirvoþemio

buferinio pajþgumo [20, 27]. Minþtø dirvoþemio rodikliø atþvilgiu iðryðkþja teritorinþ diferenciacija tiek regioniniame, tiek nacionaliniame lygmenyse [20, 25]. Ðiø natþraliai rûgðþiø ir rûgðtþjanþiø dirvoþemiø, nors ir susiformavusio skirtingose teritorijose, rûgðtþjimo tempus esminiai didina antropogeninþ veikla. Uþsienio ðalyse ðios veiklos sukeltas rûgðtþjimas apibrþptas sàvoka „induced acidification“ labiausiai yra veikiamas intensyvaus mineralinio ir organinio trãþimo, þemþs dirbimo ir pesticidø naudojimo [1–4, 6, 7, 9, 12, 16, 21, 22]. Minþtos þemþs ūkio veiklos sukeltos ir labiausiai dirvoþemio rûgðtþjimà skatinanþios pasekmþs yra ðios: ðarminiø junginiø (baziniø katijonø Ca^{+2} Mg^{+2}) netekimas ekosistemoje per augalø produkci-

jà, nitrifikacija dėl amoniakinių azoto šaltinių pertekliaus ir susikaupimas dirvožemyje hidrokarbonatų, nitratų, chloridų, sulfidų, kitų tirpių druskų bei NH_4^+ , H^+ jonų. Visai tai dėl perteklingo trąšimo mineralinėmis azoto bei elementinės sieros turinčiomis trąšomis ir dėl ankštinių augalų gumbelinių bakterijų intensyvios azoto fiksacijos. Gausiai patraukto dirvožemio (mineralinių trąšų normos didelės) spartaus rūgštėjimo tempus sąlygoja ne tik padidėjusi rūgščių junginių koncentracija dirvožemio tirpale, bet ir šis rūgštėjimas, susijęs ir su mineralinių trąšų ardanėiu dirvožemio mineralus poveikiu; rezultatas – padidėjusi dirvožemio smulkiadispersinės dalies peptizacija ir koloidinių dalelių migracija iš ariamojo sluoksnio profiliu žemyn. Visa tai skatina dirvožemio ariamojo sluoksnio buferinės talpos mažėjimą ir spartesnę jo rūgštėjimą po pakalkinimo [11]. Dirvožemio rūgštėjimo tempų didėjimo atžvilgiu, be anksčiau išvardytų pasekmių, svarbią reikšmę turi ir organinių rūgščių pertekliaus dirvožemyje susidarymas dėl intensyvios organinės medžiagos akumuliacijos [17]. Minėtų dirvožemių rūgštėjimą skatina intensyvi sėjomaina ir intensyvus žemės dirbimas [9, 10, 22].

Lietuvoje ir užsienyje atliktais tyrimais jau įrodyta, kad dalia antropogeninių veiksnių, skatinančių dirvožemio rūgštumą, aptinkami ir šie procesai slopinantys ar net stabdantys veiksniai. Vienas jų – tai trąšimas švairiomis organinėmis trąšomis: žaliąja trąša, sapropeliu, ypač efektyvus yra mėšlas [18]. Strateginė priemonė rūgščių dirvožemių cheminei būklei pagerinti yra kalkinimas [5, 6, 8, 12, 14, 19, 23, 26, 29, 31].

Pagal šiuolaikiną supratimą dirvožemio kalkinimas yra sistema, apimanti kalkinių trąšų parinkimą, dozavimą, kalkinimo laiką, vietą sėjomainoje, periodiškumą, kalkinių trąšų paskleidimo ir įterpimo technologijas ir dirvožemio savybių pokytį pakalkinus. Dirvožemio cheminio savybių gerinimo prasme – tai nenutrūkstamas kelis etapų procesas [24]. Atskirose dalyse šis procesas suvokiamas švairiai, tačiau pagal neutralizuojantį poveikį dirvožemio rūgštumui dažniausiai eiliškumo tvarka skiriamas: 1) pagrindinis (pirminis) – svarbiausių dirvožemio savybių pagerinimui; pakartotinis – kitas po pagrindinio tol, kol dirvožemio pH_{KCl} netaps optimalus; palaikomasis (periodiškas) – dirvožemio pH_{KCl} palaikyti tam tikro lygmens [15, 24]. Jau nustatyta, kad labiausiai dirvožemio rūgštumą mažina pirminis gausus kalkinimas (chemiškai aktyvių kalkinių trąšų normos didelės) [13]. Pakartotinio kalkinimo efektyvumas priklauso nuo pirminio kalkinimo normos ir augalo fiziologinio poreikio dirvožemio cheminei būklei. Didžiausias augalų derlius moreninio priemolio dirvožemyje būna tada, kai dirvožemio $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,2 \pm 0,20$ [28]. Šis rekomenduojamas dirvožemio pH lygis ariamajame sluoksnyje užtikrinamas ilgalaikiu periodišku kalkinimu [13, 26]. O didžiausias šio kalkinimo efektyvumas pasiekiamas tik tada, kai tinkamai, t. y. pagal

dirvožemio savybes ir augalo poreikius, parenkama kalkinė trąša, nustatoma optimali jos norma, tinkamas įbėrimo laikas ir trąšų įterpimo gylis. Minėtu požiūriu visiškai save pateisina periodiškai kalkinimas (nedidelės kalkinių trąšų normos) paskleidžiant trąšas dirvos paviršiuje tuoj po derliaus nuėmimo [10]. Jau nustatyta, kad dirvožemio rūgštumo rodikliu atžvilgiu ilgiausiai veikiančios yra natūralios kalkinės trąšos: karbonatingas priemolis ir klintinis tufas [23]. Sistemingas kalkinimas dulkiomis klintmilėmis $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ kas 3 metai mažo rūgštumo ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5,1$) lengvos granulometrinės sudėties dirvožemyje išlaiko optimalią pH reikšmę – 6,1 ariamajame sluoksnyje ir padidina ją EB horizonte iki 40 cm gylio [26]. O rūgštaus moreninio priemolio dirvožemyje artimas optimaliam pH_{KCl} rodiklis ariamajame sluoksnyje pasiekiamas kalkinant dulkiomis klintmilėmis – 0,5 n. ($3,8 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$) kas 7 metai. Kalkinant dar intensyviau – 2,0 n. ($7,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$) kas 3–4 metai ir eliuviniame horizonte iki 50 cm gylio užtikrinama mažo rūgštumo reakcija (pH 5,2–5,6) [13]. Tačiau, nors ir kaip intensyviai pakalkintas dirvožemis, nekalkinant kasmet parūgštėja po 0,1. Taigi kalkinimu negalima sustabdyti arba nukreipti kita linkme vyraujančio dirvodaros proceso, bet galima sudaryti sąlygas gauti didesnę augalų derlių [28].

Apibendrinant literatūros duomenis galima teigti, kad dirvožemio rūgštėjimo tempai priklauso nuo antropogeninės apkrovos pobūdžio ir geocheminės aplinkos, kurioje ši apkrova taikoma, būklės.

Tyrimo tikslas: įvertinti ilgalaikio kalkinimo, mineralinio ir organinio trąšimo bei skirtingo jų derinių poveikį svarbiausiems moreninio priemolio dirvožemio rūgštumo rodikliams – pH_{KCl} ir judrajam Al vidutiniškai šilto ir drėgno Vakarų Lietuvos klimato sąlygomis.

METODAI IR SĄLYGOS

Straipsnyje pateikiami 1949–2003 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Vėpaičių filiale apibendrinti dešioji stacionarinių kalkinimo ir trąšimo bandymų dirvožemių rūgštumo rodikliu dinamikos tyrimų duomenys.

Tyrimo objektas – natūraliai rūgštus nepasotintas balkšvąsėtis (vidutiniškai pajaurėjęs velėninis jaurinis) ir tas pats dirvožemis daugiau nei penkis dešimtmečius veiktas antropogeninės apkrovos – kalkinimo, trąšimo ir intensyvaus žemės dirbimo bei intensyviu sėjomainu.

Bandymų rengimo metais (1949) dirvožemis buvo vidutinio rūgštumo – $\text{pH}_{\text{KCl}} 4,3\text{--}4,8$, labai mažo bazingumo – $30\text{--}45 \text{ mg kg}^{-1}$, vidutinio humusingumo – 2,9%. Profilio sandara šitokia: A_p (0–22 cm) – E (23–42 cm) – B_1 (96–160 cm) – $2C_1$ (161–180 cm) – $2C_2$ (161–205 cm) – $2C_3$ (206–300 cm). Pagal profilio diferenciaciją šis dirvožemis atstovauja tipingam Vakarų Lietuvos rūgščiui nepasotintajam balkšvąsėtiui. pH_{KCl} atžvilgiu jo profilis išlygintas, labai rūgštus iki

300 cm su itin daug judriojo Al – iki 300 mg kg⁻¹. Granulimetrinė sudėtis – moreninis lengvas priemolis – dumblo 14–16%.

Pirminio ir periodiško kalkinimo bei jø derinio su mineraliniu ir organiniu trąšimu poveikis dirvoþemio rūgðtumo rodikliams (pH_{KCl} ir judriajam Al) tirtas ūiuose stacionariuose bandymuose:

• **B1A Optimalios nepasotintøjø balkðvaþemio (velėninio-jaurinio) dirvoþemio reakcijos nustatymas skirtingai trąšiant** (vykdytojai: D. Ėiuberkienė, S. Ėiuberkis, D. Končius, D. Ambrazaitienė, D. Ožeraitienė, A. Ðlepetienė).

Ávertintas skirtingo intensyvumo pirminio kalkinimo (pH_{KCl} lygiams – 5,2–5,7 ir 6,2–6,7 palaikyti), mineralinio trąšimo (1 ir 3 normos NPK) ir organinio trąšimo (mėðlas 60 t ha⁻¹ kas 5 metai) poveikis dirvoþemio rūgðtumo rodikliams (pH_{KCl} ir Al).

Pirminiu kalkinimu (1977 m.) dirvoþemio rūgðtumą sureguliuotas iki ðitokiø pH_{KCl} lygiø: 5,2–5,7 ir 6,2–6,7. Minėtiems pH_{KCl} lygiams pasiekti áterpta dulkiø klintmilėio (92,55% CaCO₃) atitinkamai 3,3 ir 14,7 t ha⁻¹. Pakalkintuose dirvoþemiuose (pakartotinai jø nekalkinant) áterpiama kasmet 1 ir 3 normos NPK ir kas 5 metai galvijø kraikinis mėðlas (60 t ha⁻¹) penkialaukėje sėjomainoje: 1) paðariniai runkeliai; 2) mieþiai su ášėliu; 3) daugiametės þolės, augintos 1 metus; 4) þieminiai kviečiai; 5) aviþos. Viena norma mineralinio trąðo (NPK) paðariniams runkeliams – N₉₀P₆₀K₉₀; mieþiams, þ. kviečiams ir aviþoms – N₄₅P₃₀K₄₅; daugiametėms þolėms – P₄₅K₆₀. Naudotos trąðos: amonio salietra, granuliuotas superfosfatas, kalio chloridas. Þemės dirbimas tradicinis – gilus arimas, kultivavimas, akėjimas.

• **B1B Optimalios velėninio-jaurinio dirvoþemio reakcijos nustatymas skirtingai trąšiant** (vykdytojai: D. Ėiuberkienė, S. Ėiuberkis, D. Končius, D. Ambrazaitienė, D. Ožeraitienė, A. Ðlepetienė).

Ávertintas skirtingo intensyvumo (pH_{KCl} lygiams – 5,2–5,7 ir 6,2–6,7 palaikyti), periodiško kalkinimo, mineralinio trąšimo (1 ir 3 normos NPK) poveikis dirvoþemio rūgðtumo rodikliams (pH_{KCl} ir Al).

1 lentelė. **Dulkūs klintmilėiai (CaCO₃ t ha⁻¹), áterpti skirtingiems pH lygiams palaikyti**
Vėþaiėiai, 1976–2000 m.

Klintmilėio áterpimo laikas	pH lygis		
	5,2–5,7	5,7–6,2	6,2–6,7
Prieð árengiant bandymà	3,4	6,9	12,2
Po pirmos rotacijos	0	0	0
Po antros rotacijos	2,1	4,4	7,6
Po treėios rotacijos	2,0	2,5	7,5
Po ketvirtos rotacijos	2,2	5,5	8,3
Po penktos rotacijos	3,1	3,9	4,7
Iš viso išberta CaCO ₃ t ha ⁻¹	12,8	23,2	40,3

Pirminiu kalkinimu (1976 m.) dirvoþemio rūgðtumą sureguliuotas iki ðitokiø pH_{KCl} lygiø: 5,2–5,7 ir 6,2–6,7. Minėtiems pH lygiams palaikyti dirvoþemis periodiškai kas 5 metai pakalkinamas dulkiiais klintmilėiais (1 lentelė).

Pakalkintuose dirvoþemiuose kasmet áterpiamos 1 ir 3 normos NPK penkialaukėje sėjomainoje. Augalø kaita sėjomainoje, mineralinis trąšimas ir þemės dirbimas analogiškai bandymui Nr. 1A.

• **B2 Nepasotintøjø balkðvaþemio (velėninio jaurinio) rūgðėio bei pakalkintø dirvoþemio agrocheminio, fizikinio ir biologinio rodikliø kitimas sistemingai ávairiai trąšiant mėðlu** (vykdytojai: A. Pleseviėienė, R. Veitienė, E. Lenkðaitė, E. Arlauskienė, S. Ėiuberkis, V. Januðienė, V. Eþerinskas, R. Repðienė).

Ávertintas skirtingo trąšimo mėðlu (40, 80 ir 120 t ha⁻¹) poveikis dirvoþemio pH ir Al rodikliams rūgðėiame ir pakalkintame (1,0 n. dulkiø klintmilėio pagal esamà dirvoþemio hidrolizinà rūgðtumà) dirvoþemyje. Trąða galvijø kraikiniu mėðlu: N (bendras) – 0,36–0,45%; P₂O₅ – 0,20–0,23%; K₂O – 0,31–0,60%. Mėðlu trąða du kartus (1 ir 4 nariui) septynlaukėje rotacijoje: 1) þ. kviečiai; 2) mieþio ir þirnio miðinys; 3) aviþos; 4) paðariniai runkeliai; 5) mieþiai + ášėlis; 6 ir 7) dvejø naudojimo metø daugiametės þolės. Visø variantø dirvoþemio mineralinis trąšimas minimalus foninis, þemės dirbimas tradicinis.

• **B3 Kalkinio trąðo normos sėjomainoje** (vykdytojai: K. Majauskas, J. Kalvaitis, M. Kalvaitienė, A. Pleseviėius, A. Pleseviėienė, D. Ožeraitienė, V. Eþerinskas, D. Končius).

Ávertintas pirminio skirtingos kalkinimo gesintomis kalkėmis (0,5, 1,0 ir 2,0 n.) poveikis dirvoþemio rūgðtumo rodikliø dinamikai. Pirminis kalkinimas 1949 m. atliktas gesintomis kalkėmis, kuriø absoliuėiai sausoje medþiagoje buvo 65,8% CaO + MgO. Prieð iðberiant á dirvoþemà kalkės persijotos per sietà, kurio akuėio skersmuo 0,5 mm, o iðberus ákultivuotos ir apartos 14–18 cm gyliu. Trąšimas: organinis – minimalus – 30–40 t ha⁻¹ kraikinio galvijø mėðlo, mineralinis – foninis – N₆₀ P₆₀ K₆₀.

• **B4 Periodiðko ir pakartotinio kalkinimo intensyvumas** (vykdytojai: A. Pleseviėius, A. Pleseviėienė, D. Ožeraitienė, V. Eþerinskas, D. Končius).

Ávertintas periodiðko kalkinimo (pirminio ir pakartotinio fone) skirtingu intensyvumu – 0,5 n. kas 7 m., 1,0 n. kas 3–4 m. ir 2,0 n. kas 3–4 m. – poveikis dirvoþemio pH ir judriojo Al rodikliams.

Pakartotinai (pirminio kalkinimo anksėiau minėto normø fone) 1964 m. pakalkinta gesintomis kalkėmis (0,5 n.) pagal kiekvieno varianto dirvoþemio hidrolizinà rūgðtumà. Nuo 1985 m. dirvoþemis kalkintas periodiškai skirtingai dulkiiais klintmilėiais (92,55% CaCO₃) – 0,5, 1,0 ir 2,0 n. kas 3–4 ir kas 7 m. Dirvoþemyje, periodiškai kalkintame labai intensyviai

– 2,0 n. (15 t ha⁻¹ CaCO₃) kas 3–4 metai, jau išberta daugiau nei 100 t ha⁻¹ kalkiniø tràðø. Tràðimas: organinis – minimalus – 30–40 t ha⁻¹ kraikinio galvijø mëðlo, mineralinis – foninis – N₆₀P₆₀K₆₀. Þemës dirbimas tradicinis – gilus arimas, kultivavimas, akëjimas. Dirvoþemio kalkinimo bandymuose augalø kaita buvo ðitokia: 1) cukriniai runkeliai; 2) mieþiai su àšëliu; 3 ir 4) daugiametës þolës, augintos 1,5 metø; 5) þieminiai kvieëiai; 6) þirniø ir mieþiø miðinys grûdams; 7) vikiø ir aviþø miðinys þaliajam paðarui.

• **B5 Kalkiniø tràðø veikimo trukmë ir áaka dirvoþemio agrocheminëms savybëms** (vykdytojai: K. Majauskas, J. Kalvaitis, P. Laugalis, M. Martinkienë, V. Gipiðkis, A. Pleseviëius, A. Pleseviëienë, V. Eþerinskas, D. Oþeraitienë).

Ávertintas pirminio kalkinimo skirtingomis kalkinëmis tràðomis – gesintomis kalkëmis, kalkiniu defekatu, klintiniu tufu ir karbonatiniu priemoliu poveikis dirvoþemio rûgûtumo rodikliams (pH ir Al).

Pirminis kalkinimas atliktas 1948 m., ekvivalentiškai išberiant CaCO₃ – 1 n. pagal hidrolizinà dirvoþemio rûgûtumą. Kalkiniø tràðø karbonatingumas sausoje medþiagoje ir iðbertas kiekis (t ha⁻¹): gesintos kalkës – 85,5% CaCO₃ (8,6); defekatas – 64,8% CaCO₃ (28,7); klintinis tufas – 54,8% CaCO₃ (26,6); karbonatingas priemolis – 11,9% CaCO₃ (72,0). Visos kalkinës tràðos prieš kalkinant buvo iðþiovintos ir persijotos per sietà, kurio akuëiø skersmuo 5 mm. Iðbërus áakëtos ir sekliai apartos. Tràðimas: organinis – minimalus – 35–60 t ha⁻¹ kraikinio galvijø mëðlo, mineralinis – foninis – N₆₀P₆₀K₆₀. Þemës dirbimas tradicinis – gilus arimas, kultivavimas, akëjimas. Augalø kaita sëjomainoje buvo ðitokia: 1) paðariniai runkeliai; 2) mieþiai su àšëliu; 3 ir 4) daugiametës þolës, augintos 1,5 metø; 5) þieminiai kvieëiai; 6) þirniø ir mieþiø miðinys grûdams; 7) vikiø ir aviþø miðinys þaliajam paðarui.

Agroklimato bendrosios sàlygos: Pajûrio þemumoje iðtisis metus vyrauja didelis (6,9–8,4 balo) debesuotumas ir aukðtas (77–80%) santykinis drëgnumas. Ðioje zonoje gausu krituliø – 750–800 mm, tuo tarpu vidutiniðkai ðalyje – 675 mm. Jø pasiskirstymas per metus netolygus: 38% daugiameëio kiekio tenka ðaltajam laikotarpiui ir 62% – ðiltajam. Ypaë lietingas ëia yra antrasis pusmetis, turintis net du krituliø maksimumus – rugsëjá (89 mm) ir lapkrità (90 mm). Ðioje zonoje ir þiemà galimi lietaus pavidalo krituliai. Hidroterminio koeficiento (HTK) reikðmës, palyginti su Vidurio Lietuvos þemuma ir Pietryëiø aukðtuma, yra didþiausios ir kinta nuo 1,5 iki 1,7. Taigì Pajûrio þemumos teritorija buvo ir yra pertekliniai drëkinama, o joje esantys dirvoþemiai – intensyviausiai išplaujami.

Tyrimo metodai: lauko bandymo ir laboratorinës analizës.

Dirvoþemio ëminiai laboratorinëms analizëms imti ið ariamojo sluoksnio (0–20 cm) kiekvienais metais po augalø derliaus nuëmimo ið kiekvieno varianto

trijø pakartojimø. Intensyvaus kalkinimo ir jo derinio su intensyviu mineraliniu tràðimu poveikiui visiðkai ávertinti ëminiai buvo paimti dirvoþemio profilio sienelëje kas 10 cm, prisilaikant genetiniø horizontø.

Dirvoþemio ëminiø cheminës analizës atliktos ðiais metodais: pH_{KCl} – potenciometriniai, judrusis Al – Sokolovo [30]. Tyrimø duomenys ávertinti koreliacinës analizës metodu, taikant statistiniø duomenø apdorojimo programà STATENG.

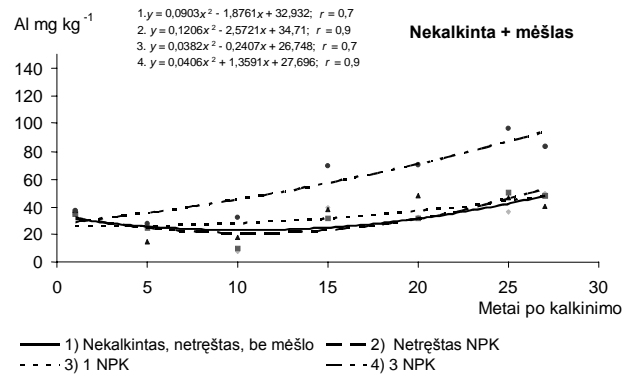
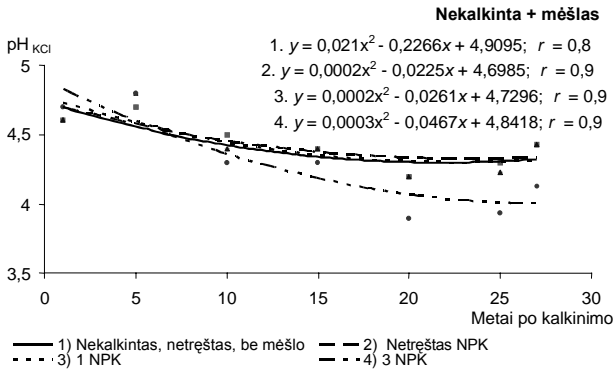
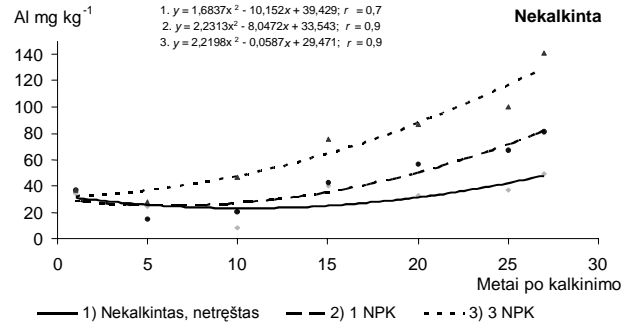
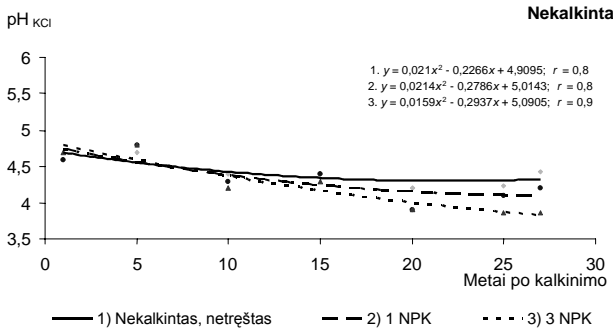
REZULTATAI IR JØ APTARIMAS

Dirvoþemio rûgûtëjimo matas gamtoje: vandenilio H⁺ ir Al³⁺ jonø koncentracija dirvoþemio tirpale [1]. Ðiuos rodiklius ir pasirinkome dirvoþemio rûgûtumo kaitai dël antropogeninës veiklos áakos ávertinti. Tiriamasis dirvoþemis pagal visus rûgûtumo rodiklius yra prioritetinis kalkinimo srityje [32]. Dirvoþemio ariamojo sluoksnio pH_{KCl} – 4,1–4,6, toksiðko judriojo aliuminio kiekis ariamajame sluoksnyje septynis kartus didesnis, palyginti su toksiðkumo riba (20–30 mg kg⁻¹), ir siekia 90–142 mg kg⁻¹. Vertinant ilgalaikio kalkinimo poveikà minëtam dirvoþemiui, labai svarbu turëti omenyje, kad prieš 50 metø jo horizontas buvo rûgûtus eliuvinis, 19 cm, o ariamojo 19–22 cm storio sluoksnio, humusingumas – 2,9%. Per metus dirvoþemis buvo ardomas. Dabartinis 25–30 cm armens storis ir beveik vienu procentiniu vienetu sumaþëjæs dirvoþemio humusingumas (iki 2,0%) ariamajame sluoksnyje – tai dirvoþemio ardymo ir uþneðimo mikroreljefo sàlygomis rezultatas.

Mineralinio tràðimo poveikis dirvoþemio rûgûtumui. Ávertinus natûraliai rûgûtaus dirvoþemio pH_{KCl} rodiklio dinamikà ilgalaikio tràðimo mineralinëmis tràðomis (B1A ir B1B bandymai) – amonio salietra, kalio chloridu ir granuliuotu superfosfatu (vidutiniðkai per septynlaukà rotacijà tràðiant viena norma – N₄₅P₃₉K₅₇, o triguba norma – N₁₃₅P₁₁₇K₁₇₁) galima teigti, kad natûraliai rûgûtus dirvoþemis per 28 tràðimo metus parûgûtëjo 0,3 ir 0,6 vieneto, atitinkamai pagal iðbertø tràðø kiekà (1 pav.).

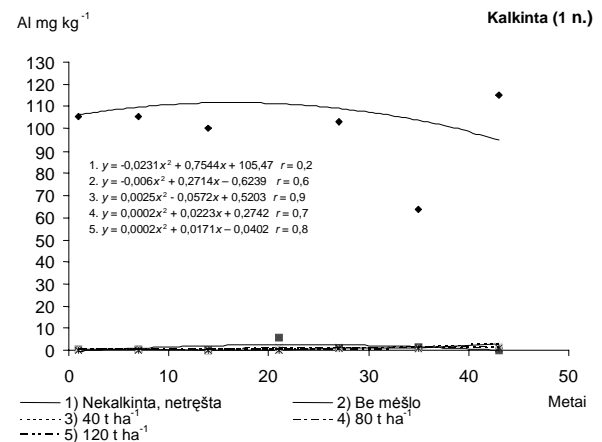
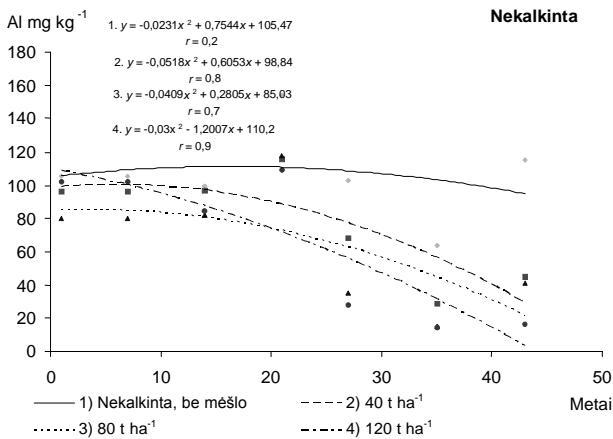
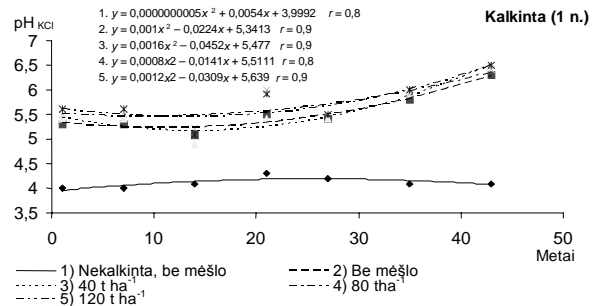
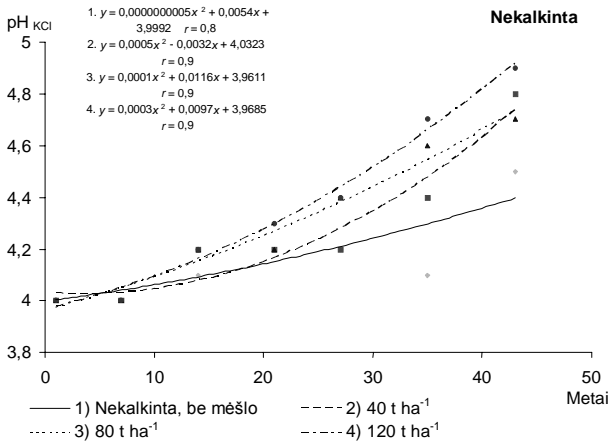
Jau deðimtais tràðimo metais natûraliai rûgûtaus ir mineralinëmis tràðomis tràðto dirvoþemiø pH_{KCl} rodikliai skyrësi, ir ðis skirtumas didëjo per metus. Skirtumas tarp tràðto ir netràðto dirvoþemio dar labiau iðryðkëjo judriojo Al atþvilgiu (2 pav.).

Deðimtais tràðimo metais judriojo Al kiekis tràðtame dirvoþemyje (triguba norma) buvo 30 mg kg⁻¹, o dvideðimt aštuntais – 80 mg kg⁻¹ didesnis, palyginus su netràðtu dirvoþemiu. Ávertinus ðiuos skirtumus galima pagrãsti daugelio autoriø [2, 3, 10] teiginà kad tràðimas mineralinëmis fosforo, kalio, ypaë azoto tràðomis skatina dirvoþemio rûgûtëjimà, kurio tempai priklauso nuo iðbertø tràðø kiekio ir tràðimo trukmës. Neigiamà mineraliniø tràðø poveikà dirvoþemio cheminei bûklei stabdë tràðimas kraikiniu galvijø mëðlu 60 t ha⁻¹ kas 5 metai (B1A bandymas) (1 ir 2 pav.). Mëðlo fone (triguba norma NPK) dvideðimt aštuonerius metus



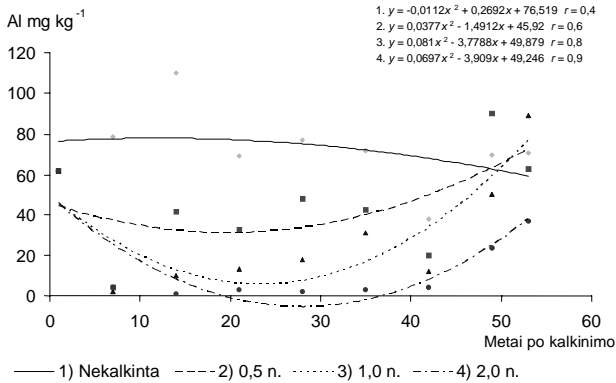
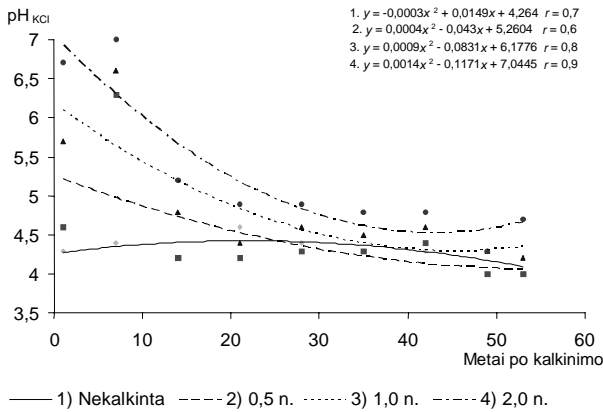
1 pav. Dirvožemio pH_{KCl} kaita dėl žvaizaus intensyvumo mineralinio ir organinio trąšimo poveikio Vėpaiėiai, 1977–2003 m.

2 pav. Judriojo Al kaita dirvožemyje dėl žvaizaus intensyvumo mineralinio ir organinio trąšimo poveikio Vėpaiėiai, 1977–2003 m.



3 pav. Dirvožemio rūgštumo rodiklio kaita dėl ilgalaikio organinio (mėšlas) trąšimo poveikio Vėpaiėiai, 1959–2002 m.

4 pav. Dirvožemio rūgštumo rodiklio kaita dėl ilgalaikio organinio (mėšlas) trąšimo ir kalkinimo poveikio Vėpaiėiai, 1959–2002 m.



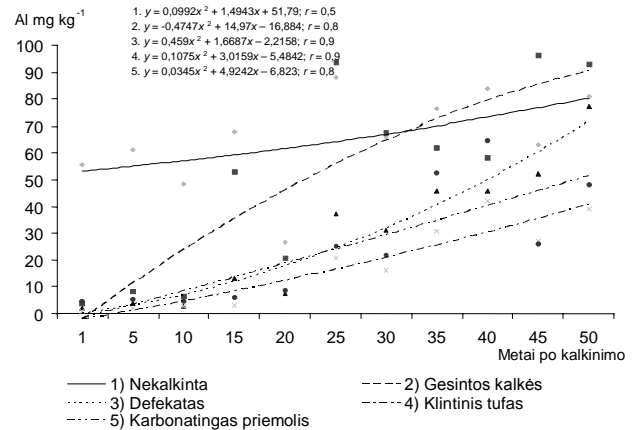
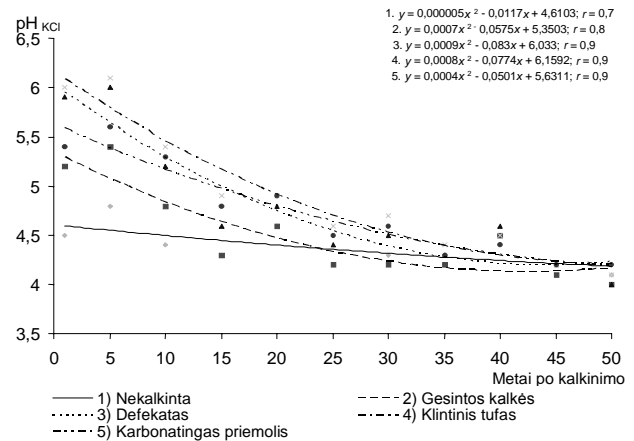
5 pav. Dirvoþemio rûgûtumo rodikliø kaita dël pirminio skirtingos kalkinimo gesintomis kalkëmis poveikio Vëþaiëiai, 1949–2002 m.

tràto dirvoþemio pH_{KCl} buvo 0,3 vieneto didesnis, o judriojo Al kiekis 20 mg kg^{-1} maþesnis, palyginus su mëðlu nepatràutu dirvoþemiu.

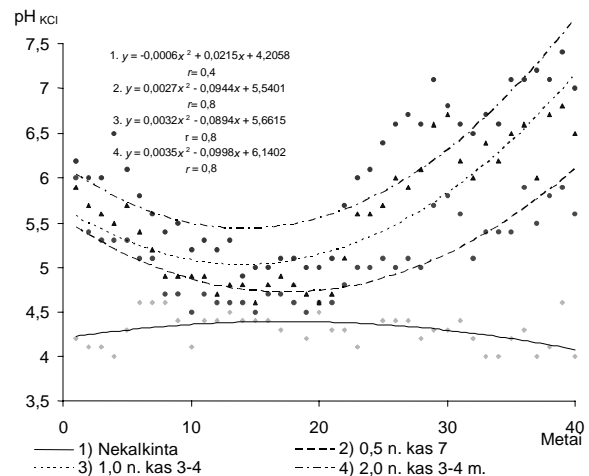
Organinio trãðimo poveikis dirvoþemio rûgûtumui.

Daugelio autoriø teigimu, ið organiniø trãðø dirvoþemio rûgûtumo rodiklius labiausiai veikia mëðlas [10]. Dël jo poveikio dirvoþemio pH_{KCl} rodiklis dãþniausiai didëja, taëiau gali ir maþëti, priklausomai nuo mëðlo rûðies, kiekio ir paties dirvoþemio sukultûrinimo. Maþai sukultûrintame dirvoþemyje (su maþu organinës medþiagos kiekiu) didelës mëðlo normos gali turëti átakos dirvoþemio parûgûtëjimui dël azoto pertekliaus iðsiplovimo [4]. Mûsø gauti tyrimo duomenys (B2 bandymas) rodo, kad dël trãðimo kraikiniu mëðlu stabdomas dirvoþemio rûgûtëjimas priklausomai nuo áterpiamo jo kiekio (3 pav.).

pH_{KCl} ir judriojo Al rodikliø kaitai efektyviausios mëðlo normos buvo: 80 ir 120 t ha^{-1} kas 7 metai. Pagal minëtus rodiklius natûraliai rûgûtus ir mëðlu trãðtas dirvoþemiai iðsiskyrë jau pirmaisiais trãðimo metais: dël daugiau nei 45 trãðimo metø poveikio pH_{KCl} rodiklis, palyginti su mëðlu netràutu dirvoþemiu, padidëjo $0,3$ – $0,5$ vieneto, o judriojo Al kiekis sumaþëjo nuo 100 iki 30 mg kg^{-1} . Gauti tyrimø duomenys leidþia teigti, kad ilgalaikis intensyvus trãðimas kraikiniu mëðlu yra efektyvi priemonë moreninio priemolio dirvoþemio rûgûtumui sumaþinti. Tik



6 pav. Dirvoþemio rûgûtumo rodikliø kaita dël pirminio skirtingo kalkinimo kalkinëmis medþiagomis poveikio Vëþaiëiai, 1949–2000 m.



7 pav. Dirvoþemio pH_{KCl} kaita dël ilgalaikio periodinio kalkinimo dulkiiais klintmilëiais poveikio Vëþaiëiai, 1964–2003 m.

ðiame dirvoþemyje rekomenduojamam pH_{KCl} lygiui – $6,2$ pasiekti tirtø organinio trãðimo (mëðlu) intensyvumas tiek áterptø trãðø normø, tiek trãðimo trukmës atþvilgiu dar yra per maþas. Sistemingai (ilgiau nei 45 metus) gausiausiai trãðiant (120 t ha^{-1} mëðlo) dirvoþemio pH_{KCl} pasiekë tik $5,0$. Efektyvesnë prie-

monė ėio dirvoþemio rŭgŭtum0 rodikliams palaikyti optimalaus lygio yra organinio trŭðimo ir kalkinimo derinys (4 pav.).

Trŭðiant mŭðlu (ypaè kai normos didesnŭs, t. y. 60 ir 120 t ha⁻¹ kas 7 metai) kalkinimo 1,0 n. (pagal dirvoþemio hidrolizinŭ rŭgŭtumŭ) kas 7 metai fone jau pirmaisiais trŭðimo metais dirvoþemio pH_{KCl} rodiklis pasiekia 5,5, o dŭl 35 metŭ minŭto intensyvumo antropogeninŭs veiklos poveikio dirvoþemio pH_{KCl} pasiekia optimalŭ lygŭ – 6,2.

Kalkinimo poveikis dirvoþemio rŭgŭtumui. Gausiais tyrimo duomenimis nustatyta, kad didþiausi pokyèiai natŭraliai rŭgŭtaus dirvoþemio sorbuotame komplekse bŭna ŭterpus ŭ dirvoþemŭ kalkines trŭðas. Dŭl kalkinimo ŭtakos didŭja dirvoþemio pH, o judrusis Al pereina ŭ nejudrias hidroksidŭ ar oksidŭ formas, kurios augalams netoksiðkos. Lietuvoje ir ŭsienyje atlikti tyrimai rodo, kad rŭgŭtum0 rodikliŭ kaitos tempai pakalkinus pirmaisiais priklauso nuo to, ar kalkinimas atliekamas pirmŭ kartŭ, ar periodiðkai [5, 29]. Mŭsŭ gauti rŭgŭtum0 rodikliŭ – pH_{KCl} ir judriojo Al dinamikos (daugiau nei 50 metŭ laikotarpiui) tyrimŭ duomenys neprieðtarauja ðiam teiginiiui, priedingai, jŭ pagrindþia bei pakoreguoja laiko trukmŭs atþvilgiu (B3 ir B5 bandymai). Pakalkinto dirvoþemio rŭgŭtum0 rodikliŭ kaitos tempai labai priklauso nuo pirminio kalkinimo normos ir kalkinŭs trŭðos rŭðies (5 ir 6 pav.).

1,0 n. gesintŭ kalkiŭ poveikis pH_{KCl} rodikliui ariamajame sluoksnyje ŭþgŭsta 13 metais po pakalkinimo, o 2,0 n. poveikis – dvideðimt penktaisiais metais. Judrijam Al gesintŭ kalkiŭ 2,0 n., o maþiau chemiðkai aktyviŭ kalkiniŭ trŭðŭ – defekato, klintinio tufo ir karbonatingo priemolio – net 1,0 n. poveikis iðlieka ir po penkiasdeðimties metŭ. Ŗdomu tai, kad pried 50 metŭ pakalkintas ir natŭraliai rŭgŭtus dirvoþemiai, nors jau neiðsiskiria pH_{KCl} rodiklio atþvilgiu, taèiau maþiausiai (0,5 normos) pakalkintas dirvoþemis pastaruosius dvideðimt metŭ turŭjo tendencijŭ rŭgŭtŭti sparèiau nei ið prigimties rŭgŭtus. Tai leidþia teigti, kad kartŭ cheminŭs pusiausvyros netekŭs dirvoþemis yra maþiau atsparus aplinkos poveikiui nei natŭraliai rŭgŭtus. Todŭl vertinant dirvosauginiu poþiŭriu, kalkinimas turi bŭti nenutrŭkstamas procesas agroekosistemoje.

Mŭsŭ gauti tyrimo duomenys (B4 bandymas) rodo, kad tokio sistemingo (pirminio, pakartotinio ir periodiðko) kalkinimo rezultatas – ið esmŭs pasikeitusios virðutinio horizontŭ (A_p ir EB) rŭgŭtum0 rodikliŭ – pH_{KCl} ir judriojo Al – reikŭmŭs (7 pav.).

Optimalŭ pH_{KCl} lygŭ 5,7–6,2 ariamajame sluoksnyje ir judriojo Al kiekŭ þemiau toksiðkumo ribos ŭtikrina periodiðkas kalkinimas (pirminio ir pakartotinio fone) dulkiiais klintmilŭiais – 0,5 n. (3,8 t ha⁻¹

CaCO₃) kas 7 metai arba kalkinant kas 5 metai dulkiiais klintmilŭiais, iðberiant 2,5–5,5 t ha⁻¹ CaCO₃ ŭvairaus intensyvumo (nuo 1 iki 3 n. NPK) mineralinio trŭðimo fone (1 lentelŭ). Intensyvinant kalkinimŭ iki – 2,0 n. kas 3–4 metai pH_{KCl} rodiklis ariamajame sluoksnyje (54 tyrimŭ metais) pasiekŭ maksimaliŭ reikŭmŭ – 7,2, t. y. rŭgŭtus dirvoþemis tapo ðarminiu. Tokia þenkli dirvoþemio rŭgŭtum0 rodikliŭ kaita sŭlygoja jame intensyvesnŭ koloidiniŭ daleliŭ migracijŭ profiliu þemyn. Ėio proceso rezultatas – dumblinio daleliŭ sumaþŭjimas 2–4 proc. vnt. intensyviai kalkint0 dirvoþemio armenyje, palyginus su nekalkintu (2 lentelŭ).

2 lentelŭ. Rŭgŭtaus ir intensyviai periodiðkai pakalkinto dirvoþemio granulometrinŭ sudŭtis

Vŭþiaièiai, 1998 m.

Variantas	Daleliŭ dydis mm		
	smŭlis 2–0,05	dulkŭs 0,05–0,002	dumblas < 0,002
Nekalkinta	51,1 ± 2,50	33,6 ± 2,62	15,3 ± 0,72
Kalkinta 0,5 n. kas 7 m.	48,8 ± 0,81	37,3 ± 0,20	13,8 ± 0,73
Kalkinta 1,0 n. kas 3–4 m.	49,6 ± 0,17	36,8 ± 0,50	13,6 ± 0,67
Kalkinta 2,0 n. kas 3–4 m.	50,4 ± 3,03	36,4 ± 2,66	13,2 ± 0,38

Tai lemia dirvoþemio buferinŭs talpos maþŭjimŭ ir spartesnŭ rŭgŭtŭjimŭ po pakalkinimo. Minŭto neiðiamŭ procesŭ atþvilgiu dar labiau save pateisina intensyvaus kalkinimo (> 6,7 pH lygiui palaikyti) ir mineralinio trŭðimo (3 n. NPK) derinys. Apibendrinant gautus tyrimŭ duomenis galima teigti, kad kalkinimas buvo ir bus strateginŭ rŭgŭtŭjimŭ dirvoþemio pagerinimo priemone, jeigu pasirinktas kalkinimo intensyvumas leis palaikyti dirvoþemio pH_{KCl} daugeliui augalŭ optimaliame (5,7–6,2) lygyje. Vakarŭ Lietuvos moreninio priemolio balkŭvaþemyje ðia sŭlygŭ labiausiai atitinka sistemingas periodiðkas kalkinimas dulkiiais klintmilŭiais: 3,8 t ha⁻¹ CaCO₃ ŭterpiant kas 7 metai, arba kas 5 metai po 2,5–5,5 t ha⁻¹ CaCO₃, priklausomai nuo mineralinio trŭðimo lygio. Daugelio autoriŭ teigimu [4, 9, 10], trŭðimas pagal augalo poreikius ir minimalus þemŭs dirbimas yra viena ið sŭlygŭ minŭtam kalkinimo intensyvumui sumaþinti priemolio dirvoþemyje.

IŠVADOS

Vakarŭ Lietuvoje vyraujanŭio moreninio priemolio nepasotintojo balkŭvaþemio rŭgŭtum0 rodikliŭ kaita priklauso nuo antropogeninŭs apkrovos intensyvumo ir jos poveikio trukmŭs:

1. Didþiausiai pH_{KCl} rodiklio reikŭmiŭ kaita (ilgiau nei 28 metus) maþŭjimo linkme – nuo 4,6 iki 3,9

ariamajame sluoksnyje buvo dirvoþemio, kasmet trãþto mineralinëmis NPK trãðomis (triguba norma), o rodiklio didëjimo linkme – nuo 4,6 iki 7,2 kalkinant periodiðkai (ilgiau nei 50 metø) dulkiiais klintmilëiais (dviguba norma) kas 3–4 metai.

2. Efektyvi priemonë moreninio priemolio dirvoþemio rûgûtumui sumaþinti yra ilgalaikis (45 metus) trãðimas mëðlu 80 ir 120 t ha⁻¹ per du kartus septynlaukëje rotacijoje, o ilgalaikis ðio trãðimo derinys su periodiðku kalkinimu dulkiiais klintmilëiais (1,0 n.) kas 7 metai uþtikrina dirvoþemio pH_{KCl} rodiklã artimã optimaliam, ir optimalø – 5,5–6,5, o judriojo Al kiekã þemiau toksiðkumo ribos.

3. Rekomenduojamã optimalø pH_{KCl} lygã 5,7–6,2 ariamajame sluoksnyje ir judriojo Al kiekã þemiau toksiðkumo ribos uþtikrina periodiðkas kalkinimas (pirminio ir pakartotinio fone) dulkiiais klintmilëiais – 0,5 n. (3,8 t ha⁻¹ CaCO₃) kas 7 metai arba palai-komasis kalkinimas kas 5 metai dulkiiais klintmilëiais, iðberiant 2,5–5,5 t ha⁻¹ CaCO₃ priklausomai nuo mineralinio trãðimo lygio.

4. Antropogeniniai veiksniai, turintys átakos moreninio priemolio dirvoþemio rûgûtëjimo procesui, skirstomi taip (intensyvëjimo linkme):

- Procesà skatinantys – mineralinis trãðimas → mineralinis trãðimas + intensyvus kalkinimas;
- Procesà stabdantys – organinis trãðimas (mëðlas) → kalkinimas → kalkinimas + organinis trãðimas (mëðlas);
- Dirvoþemio pagrindinius rûgûtumo rodiklius optimaliame lygyje palaikantys – optimalus kalkinimas pH_{KCl} lygiui 5,7–6,2 + organinis ir mineralinis trãðimas (pagal augalø poreikius numatytam derliui gauti).

5. Dirvosauginiu poþiûriu kalkinimas turi bûti nenutrûkstamas procesas agroekosistemoje, o trãðimas pagal augalo poreikius – viena ið sàlygø pakalkinto dirvoþemio rûgûtëjimui stabdyti ir kalkinimo intensyvumui maþinti.

Gauta 2005 01 11

Literatûra

1. Ball J. Soil Liming questions // Related articles: Forages and soils information index, 2002. P. 1–3.
2. Barak F. Long-term effects of nitrogen fertilizers on soil acidity // Fertilizer aglime and pest management. Conference proceedings. Wisconsin, 2000. P. 223–229.
3. Bednarek W. Mobile aluminium in the soil fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium // Polish Academy of sciences. Advances of agricultural sciences problem issues. Warsaw, 2002. Iss. 482. P. 47–50.
4. Bendarek W., Thaczyk P. Acidity indices of limed soil fertilized with nitrogen and phosphorus // Polish Academy of sciences. Advances of agricultural sciences problem issues. Warsaw, 2002. Iss. 482. P. 48–53.
5. Berglund G. Crushed limestone or burnt lime // Journal of the Royal Swedish Academy. 1986. Vol. 113. P. 9–54.
6. Brzezinski M. Effect of long-term mineral fertilization and liming on the content of exchangeable Al and acidification of soil profile // Polish Academy of sciences. Advances of agricultural sciences problem issues. Warsaw, 2002. Iss. 482. P. 73–77.
7. Chwil S. Changes of basic indices of acidification in soil profile as effected by fertilization // Polish Academy of sciences. Advances of agricultural sciences problem issues. Warsaw, 2002. Iss. 482. P. 79–85.
8. Comfort S., Frank K. pH and liming // Ferguson nutrient management for agronomic crops in Nebraska, 2000. P. 51–58.
9. Conyers M., Hesenan D., Meghie W. et al. Amelioration of acidity with time by limestone under contrasting tillage // Water, Air and Soil Pollution. 2003. Vol. 3. No. 4. P. 32–51.
10. Coventry R., Furhoodi D., Schultz I. Soil acidification as influenced by crop rotation, stubble management and application of nitrogenous fertilizers // Australian Journal of Soil Research. 2002. Vol. 5. N 1. P. 523–537.
11. Chizhikova N. Clay minerals in soddy-podzolic soils of Russia and the problem of acidification // Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science. Montpellier, 1998. Symposium 24. 8 p. (CD-ROM).
12. Èiuberkienë D., Èþerinskas V. Agrocheminiø rodikliø ir maisto medþiagø migracijos kitimai ávairiai kalkintame ir trãðtame dirvoþemyje // Þemdirbystë: mokslo darbai. LPI, LPÛU, Akademija, 2000. T. 71. P. 32–47.
13. Eidukeviëienë M., Tripolskaja L., Oþeraitienë D., Marcinkonis S. Ilgalaikio kalkinimo poveikis cheminiø savybiø rodikliø pokyëiui skirtingos genezës dirvoþemio profilyje Lietuvos teritorijoje // Þemës ûkio mokslai. 1999. Nr. 4. P. 3–13.
14. Geibe C., Holmstron S., Van Hees P. et. al. Impact of lime and ash applications on soil solution chemistry of an acidified podzolic soil // Water, Air and Soil Pollution. 2003. Vol. 3. No. 4. P. 77–96.
15. Haak E. Field experiments with liming of mineral soils in North Sweden. Upsala, 1993. 31 p.
16. Isherwood K. Fertilizers use and the environment // 5th AFA International annual conference. Cairo, 1999. P. 2–11.
17. Helyar K. The management of acid soils // Plant–soil interactions at low pH. Netherlands, 1991. P. 36–42.
18. Kacror A. The dynamics of changes in anthropogenic reasons of soil acidification in Poland within last 25 years // Polish Academy of sciences. Advances of agricultural sciences problem issues. Warsaw, 2002. Iss. 482. P. 235–244.
19. Mamo M., Wortman C., Shapiro C. Lime use for soil acidity management // Ferguson nutrient management for agronomic crops in Nebraska, 2003. P. 47.
20. Matzner E. Acidic precipitation: Case study solling. Spunger-Verlag I, 1989. P. 39–83.
21. Malhi S., Nyborg M., Harapiak J. Effect of long-term N fertilizer – induced acidification and liming on mic-

- ronutrients in soil and brome grass hay // Soil and Tillage Research. 1998. Vol. 48. P. 91–101.
22. Motta A. Long-term tillage system effects on chemical soil quality indicators in the southeastern coastal plain // Southern conservation tillage for sustainable agriculture proceedings. Auburn University, 2000. P. 35–39.
23. Pleševičienė A. Kalkinio trąšų veikimo trukmė ir ataka dirvožemio agrocheminėms savybėms // Pėmdirbystė: mokslo darbai. LPI, LPŪU, Akademija, 2000. T. 71. P. 49–61.
24. Pleševičius A. Velėninių jaurinių ir velėninių jaurinių glėjiškų dirvožemių kalkinimo sistema // Trąšimo sistemos ir dirvožemio derlingumas. Vilnius, 1994. P. 25–34.
25. Samuila M. SMART modelio taikymas Lietuvos integruoto monitorinio teritorijoms // Geografijos metraštis. 2002. T. 35. P. 253–265.
26. Tripolskaja L., Marcinkonis S. Mažo rūgštumo velėninių jaurinių priemėlio dirvožemių kalkinimo intensyvumas // Pėmdirbystė: mokslo darbai. LPI, LPŪU, Akademija, 2000. T. 71. P. 62–72.
27. Vaišys M. ir kt. Dirvožemių technologinė tarša // Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste. Vilnius, 1999. P. 161–242.
28. Dvedas A. Dirvožemio rūgštumo ryšys su augalų derliumi ir mitybos lygiu // Pėmdirbystė: mokslo darbai. LPI, LPŪU, Akademija, 2000. T. 71. P. 21–31.
29. Wiklander L. The effect of lime on soil // Journal of the Royal Swedish Academy of agriculture and forestry. 1986. N 113. P. 68–78.
30. Āāđī ōēī ē-āñēēā ī āđī āŪ ēññēāāī āāī ēŷ ī ī-ā (ī ī ā đāā. Ā. Nī ēī ēī āā). Ī ī ñēāā, 1975. 636 ñ.
31. Í āāī ēūñēī Ā., Í āāī ēūñēī ā Ç. Ēçī āī āī ēā ī āēī ōī đŪō ñāī ēñōā ī ī-āāī í í āī ī ī āēī ū ā ð ū āāī ēī ī ī ēāēñā āāđī í āī-ī ī āçī ēēñōī ē ī ī-āŪ ī ī ā āēēŷī ēāī ēçāāñōēī āāī ēŷ // Āāđī ōēī ēŷ. 1997. 1 10. N. 5–12.
32. Ýēāōēŷāē-āī ā Ī. Āāī ōēī ē-āñēī ā ē āāī āđāōē-āñēī ā ī āī ñī í āāī ēā ī ī ōēī ēçēđī āāī ēŷ ēçāāñōēī āāī ēŷ ēēñēŪō ī ī-ā ĒēōāŪ / Āēññāđōāōēŷ... āāāēē. ā-đā ñ.-ō. í āōē. Āēēūī ðñ, 1993. N. 6–90.

Stasys Bernotas, Danutė Ožeraitienė, Donatas Končius

ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC FACTORS INFLUENCING THE PROCESS OF SOIL ACIDIFICATION

Summary

The paper presents summarized data of long-term liming and fertilizing field trials (1949–2003) carried out at Vėpaiėiai Branch of Lithuanian Institute of Agriculture. The object of investigations was naturally acid soil (Dystric Albe-luvisol, texture morain loam with a high content of mobile Al and low pH_{KCl} in the whole profile) and the same soil exposed to a long-term (more than 50 years) anthropogenic load. The purpose of the study was to estimate the effect of long-term liming, mineral and organic fertilization as

well as their different combinations on the main soil acidity index, pH_{KCl} , and mobile Al under temperate warm and humid climatic conditions of Western Lithuania.

The essential and lasting ($r = 0.7–0.9$) variation of morain loam soil acidity indices under different anthropogenic load were established. The highest variation of the topsoil pH_{KCl} index to its diminishing (from 4.6 to 3.9) was obtained in the soil annually fertilized with a threefold rate of mineral fertilizers, and to its increase (from 4.6 to 7.2) under periodic twofold liming with pulverized limestones every 3–4 years. Analysis of long-term anthropogenic factors allowed to classify them by the effect on acidification in the following way: 1) stimulating – mineral fertilization → mineral fertilization + intensive liming; 2) stopping – organic fertilization (manuring) → liming → liming + organic fertilization (manuring); 3) the anthropogenic activity sustaining the soil chemical indicators at the optimal level – optimal liming (for maintaining pH_{KCl} 5.7–6.2) + organic and mineral fertilization (for obtaining a planned yield value according to plant standards).

In summary, we can affirm that from the view of soil protection, liming must be a continuous process in an agroecosystem. Fertilization by plant requirements and minimal soil tillage are the best ways to stop the soil acidification process and reduce the intensity of soil liming.

Key words: soil acidity, pH, mobile Al, liming, mineral and organic fertilizing

Стасис Бярнотас, Дануте Ожрайтене, Донатас Кончюс

АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОДКИСЛЕНИЕ ПОЧВЫ

Резюме

Обобщены данные стационарных опытов (1949–2003 гг.) по известкованию и удобрению, проведенных в Вежайском филиале Литовского института земледелия. Объект исследований – дерново-подзолистая глеевая почва (гранулометрический состав – моренный суглинок, сильнокислый по профилю и с высоким содержанием подвижного алюминия), более 50 лет подвергавшаяся воздействию антропогенных факторов различной интенсивности. Цель исследований – оценить последствие многолетнего известкования, удобрения минеральными и органическими удобрениями в различных сочетаниях на показатели кислотности почвы – pH_{KCl} и на подвижный алюминий в условиях среднеумеренной влажности и тепла.

Установлено существенное и долговременное изменение показателей кислотности почвы в результате антропогенного воздействия. В пахотном слое почвы наиболее значительное изменение показателя pH в сторону уменьшения (с 4,6 до 3,9) установлено при ежегодном удобрении тройной нормой NPK, а в сторону увеличения показателя pH_{KCl} (с 4,6 до 7,2) – при периодическом известковании двойной нормой – пылеватой известняковой мукой через каждые 3–4 года. Детальный анализ долговременного влияния

антропогенных факторов на вариацию показателей кислотности почвы позволяет их сгруппировать на процесс подкисления почвы в следующем порядке: 1) процесс стимулирующий: минеральное удобрение ® минеральное удобрение + интенсивное известкование; 2) процесс замедляющий: органическое удобрение (навоз) ® известкование ® известкование + органическое удобрение (навоз); 3) антропогенная деятельность, позволяющая поддерживать химическое состояние почвы на оптимальном уровне: оптимальное известкование (уровень pH_{KCl} 5,7–6,2) + органическое и минеральное удобрения (по потребности растений для получения планового урожая).

Обобщая результаты проведенных исследований, следует констатировать, что в целях охраны почвы в агроэкосистеме известкование должно носить непрерывный характер. Удобрение по потребностям растений – одно из условий, позволяющих замедлить подкисление почвы и снизить интенсивность известкования.

Ключевые слова: подкисление почвы, pH_{KCl} , подвижный алюминий, известкование, органическое и минеральное удобрения