

Priemonės dirvožemio rūgštumui sumažinti

Dėl rūgštėjimo mažėja dirvožemio pH, todėl kinta jo ekosistema, kaupiasi sunkieji metalai ir mažėja derlius – tai teiginys iš šių metų Europos Sąjungos Dirvožemio apsaugos teminės strategijos apie neigiamas dirvožemių rūgštėjimo proceso pasekmes. Per pastaruosius du dešimtmečius, kai dirvožemių kalkinimo veikla nutraukta ir šiai veiklai neskiriama jokios valstybės paramos, rūgščių dirvožemių plotai Vakarų Lietuvoje padidėjo 15–21 procentu.

Rūgštūs dirvožemiai ($\text{pH} \leq 5$) Vakarų Lietuvos dalyje sudaro apie 31,3 proc., Vidurio Lietuvoje – apie 6,7 proc., o Rytų Lietuvoje – 11 procentų. Per pastaruosius du dešimtmečius rūgščių dirvožemių plotai ypač padidėjo Plungės rajone ir siekia 29,9 proc., o kai kuriose šio rajono bei Šilalės rajono kadastrinėse vietovėse sąlygiškai rūgščių dirvožemių padaugėjo net iki 35–45 procentų. Rytų ir Vidurio Lietuvoje dirvožemiai rūgštėja gerokai lėčiau.

Kodėl pavojingas dirvožemių rūgštėjimas

Intensyvius rūgštėjimo procesus, vykstančius Vakarų Lietuvos dirvožemiuose (morenino priemolio balkšvažemiuose ir išplautžemiuose), lemia gausūs krituliai (daugiau negu 800 mm per metus) ir giliau negu 2 metrai slūgsantis karbonatingasis sluoksnis. Šių dirvožemių sorbuojamajame komplekse vyrauja dideli kiekiai vandenilio, gausu judriojo aliuminio bei mangano, geležies, vario ir cinko.

Judrusis aliuminis yra daug toksiškesnis augalams negu vandenilis. Aliuminis dirvožemio tirpaluose, priklausomai nuo tirpalo pH, gali įgyti skirtingas jonines formas. Iš jų reaktyviausia, augalams prieinama ir kenksmingiausia rūgščiuose tirpaluose yra trivalentė forma (Al^{+3}). Trivalenčio aliuminio junginiai (ypač $\text{Al}(\text{OH})_3$) labiausiai slopina šaknų ir jaunų daigelių augimą. Augalų šaknys būna trumpos, pastorėjusios ir susisukusios, o augalų daigų viršūnės ruduoja ir apmiršta.

Šis aliuminio toksiškas poveikis pasireiškia labai rūgščiame dirvožemyje, kai jo kiekiai siekia $50\text{--}100 \text{ mg kg}^{-1}$ ir daugiau. Tokiame dirvožemyje daugelis žemės ūkio augalų (kviečiai, miežiai, dobilai, kukurūzai, rapsai, liucernos, cukriniai runkeliai) derliaus neišaugina, o tiesiog sunyksta ankstyvaisiais augimo tarpsniais. Jau žinoma, kad judrusis aliuminis tampa kenksmingas augalams, jei jo kiekis viršija 10 mg kg^{-1} dirvožemio, o augimas gerokai sulėtėja jo kiekiui padidėjus iki $30\text{--}50 \text{ mg kg}^{-1}$.

Minėtų teiginių kontekste akivaizdu, kad dirvožemio rūgštėjimas yra natūralus procesas, kurį pirmiausia lemia gamtiniai veiksniai: dirvodarinė uoliena ir klimatas. Pastaruoju metu dėl

padidėjusio atmosferos užterštumo sieros ir azoto junginiais, iškritę rūgštieji lietūs skatina vandenilio ir Al^{+3} jonų gausėjimą dirvožemyje, o dažnėjantys lietaus pavidalo krituliai šaltuoju metų laikotarpiu bei liūtiniai lietūs šiltuoju skatina šarminių katijonų (Ca^{+2} ir Mg^{+2}) išsiplovimą.

Šiuos teiginius patvirtina dabartinė po pakalkinimo rūgštėjančių dirvožemių cheminė būklė: mažėja mainų katijonų suma ir didėja toksiško aliuminio kiekis. Mokslininkė Liudmila Tripolskaja šiuos procesus įvardija antriniu kalkintų dirvožemių rūgštėjimu. Visa tai rodo, kad dirvožemio rūgštėjimo procesas turi tendenciją stiprėti ir jį stabdančios priemonės, kaip niekad anksčiau, yra būtinos ne tik derliaus išauginimo atžvilgiu, bet ir dirvožemio, kaip gamtinio resurso, išsaugojimo prasme.

Naujos kalkinės medžiagos

Pasak agrochemiko Jono Mažvilos, siekiant pristabdyti šalies dirvožemių rūgštėjimą, mainų katijonų mažėjimą ir judriojo aliuminio didesnio toksiško kiekio atsiradimą dirvožemiuose, kurių pH 5,0 ir mažiau, būtina nedelsiant pradėti palaikomąjį kalkinimą. Ar šiam kalkinimui tinkamos dabar Lietuvos rinkoje pasirodžiusios granuliuotos kalkinės medžiagos *Kalktrąšė*, atsakyti padės Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų tyrimo centro Vėžaičių filiale atliekami tyrimai.

Ventoje gaminamos granuliuotos kalkinės medžiagos *Kalktrąšė* būna skirtingų frakcijų – 0,01–2 ir 2–4 mm skermens. *Kalktrąšės* sudėtis: $CaO > 43$ proc., $MgO > 2,5$ proc. (arba $CaCO_3 > 77$ proc., $MgCO_3 > 22$ proc.); $Fe_2O_3 > 1$ proc.; $K_2O > 1,9$ proc.; SO_3 – 2,4 procento. Kalkinės medžiagos gaminamos ir su humuso priedu (0,5 proc.), jos taip pat būna dviejų skirtingų frakcijų – 0,1–2 mm ir 2–5 mm.

Kalkinės medžiagos gaminamos iš šalutinio produkto cemento gamybos technologijoje. Cemento gamybai naudojamos vietinės gamtinės medžiagos – tai Karpėnų klinčių karjero klintys, Šaltiškių karjero molis ir smėlis. Visų šių medžiagų mišinys degamas 1 200 °C temperatūroje sukamoje krosnyje ir gaminamas cemento klinkeris. Gamybos proceso metu susidaro dulkės, kurios nusėda elektrostatinuose filtruose. Šios dulkės, turinčios daug šarminių elementų (kalcio, magnio oksidų), pašalinamos kaip netinkamos cemento gamybai ir panaudojamos *Kalktrąšei*. Granuliuotų kalkinių medžiagų efektyvumas dirvožemiui ir augalų derliui pastaruoju metu įvertinamas atliekant mokslinius tyrimus.

Moksliniai tyrimai Vėžaičiuose

Vėžaičių filiale daugiau kaip pusę amžiaus buvo atliekami tyrimai su dulkiosiomis ir trupintos frakcijos kalkinėmis medžiagomis. Nustatyta, kad dirvožemį neutralizuoja dulkiosios kalkinės medžiagos, o trupintų veikimas gerokai lėtesnis. Mokslinių tyrimų duomenų apie granuliuotų kalkinių medžiagų veiksmingumą rūgštumui neutralizuoti iki šiol Lietuvoje nebuvo

atlikta. Tik remiantis užsienio mokslininkų duomenimis, žinoma, kad granuliuotos kalkinės medžiagos, palyginti su dulkišiomis, ilgiau reaguoja su dirvožemio sorbuojamuoju kompleksu.

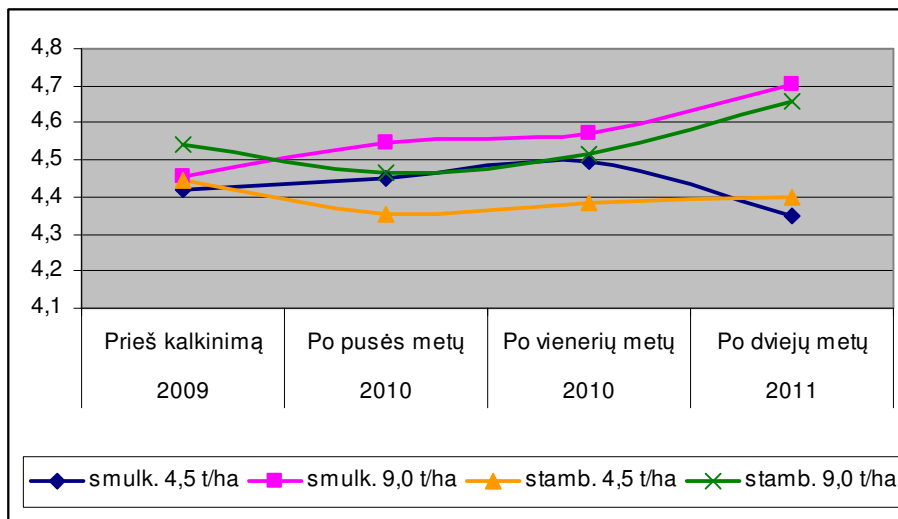
Granuliuotų kalkinių medžiagų veiksmingumui įvertinti 2009 m. LAMMC Vėžaičių filiale pradėti tikslieji moksliniai tyrimai. Tyrimai įrengti moreninio priemolio nepasotintajame balkšvažemyje. Dirvožemis buvo labai rūgštus ($\text{pH}_{\text{KCl}} 4,46 \pm 0,02$), turėjo daug augalams toksiško judriojo aliuminio ($63,87 \pm 4,41 \text{ mg kg}^{-1}$), didelio hidrolizinio rūgštumo ($59,6 \pm 1,18 \text{ mekv. kg}^{-1}$), mažai – mainų kalcio ($654 \pm 37,5 \text{ mg kg}^{-1}$). Kalkinimui naudota dviejų skirtingų frakcijų *Kalktrašė*: 0,01–2,0 mm (smulkioji frakcija) ir 2,0–4,0 mm (stambioji frakcija) skersmens granulės.

Kalkinta 0,5 ir 1,0 normomis pagal tuo metu esantį hidrolizinį dirvožemio rūgštumą. Su 0,5 (mažąja) norma gryno CaCO_3 išberta $3,5 \text{ t ha}^{-1}$, iš viso fiziniu svoriu $4,5 \text{ t ha}^{-1}$. Su 1,0 (didžiąja) norma gryno CaCO_3 pateko $7,0 \text{ t ha}^{-1}$, t. y. $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ fiziniu svoriu. Kalkinės medžiagos išbarstytos ir kultivatoriumi sekliai (6–7 cm gyliu) įterptos rudenį.

Kalkinta granuliuotomis kalkinėmis medžiagomis pagal tokią tyrimų schemą:

1. nekalkinta;
2. kalkinta $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ smulkiosios frakcijos;
3. kalkinta $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ smulkiosios frakcijos;
4. kalkinta $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ stambiosios frakcijos;
5. kalkinta $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ stambiosios frakcijos.

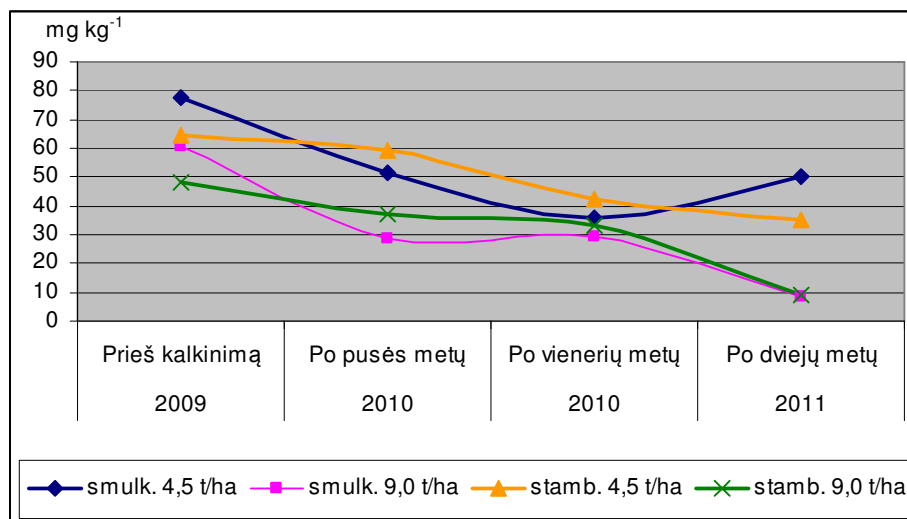
Greičiausiai dirvožemį neutralizuoti pradėjo granuliuotų kalkinių medžiagų smulkioji frakcija. Po kalkinimo praėjus pusmečiui, pH_{KCl} padidėjo nežymiai – 0,03–0,09 vnt., po metų – per 0,1 vnt. dirvožemyje, pakalkintame smulkiosios frakcijos ir mažesniąja ($4,5 \text{ t ha}^{-1}$), ir didesniąja ($9,0 \text{ t ha}^{-1}$) norma. O praėjus dviem metams po kalkinimo, pH_{KCl} labiausiai padidėjo nuo didžiosios kalkinių medžiagų normos ir smulkiosios, ir stambiosios frakcijos, pH_{KCl} pokytis buvo nuo 4,5 iki 4,7 vnt.



Granuliuotų kalkinių medžiagų įtaka dirvožemio pH_{KCl} kitimui

Vėžaičiai, 2009–2011

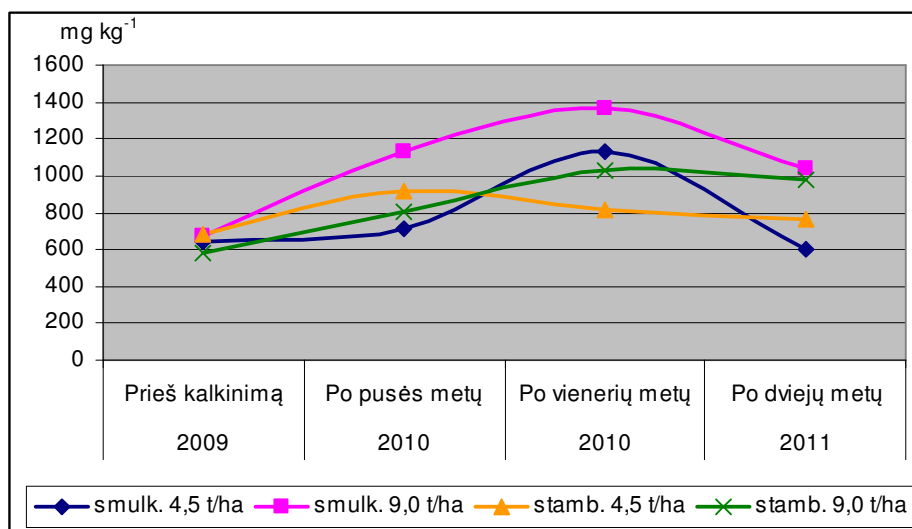
Judriojo aluminio kiekis dirvožemyje sparčiausiai mažėjo, įterpus tiek mažesniąją, tiek didesniąją smulkiosios frakcijos normas. Po pusmečio judrusis Al sumažėjo atitinkamai nuo 77,7 iki 51,6 mg kg⁻¹ ir nuo 60,7 iki 28,9 mg kg⁻¹. O praėjus vieniems metams po kalkinimo, nustatytas judriojo Al sumažėjimas ir nuo abiejų stambiosios frakcijos normų. Po dviejų metų nustatyta, kad dirvožemyje, pakalkintame didžiąja (9,0 t ha⁻¹) kalkinių medžiagų norma tiek smulkiosios (0,01-2,0 mm), tiek stambiosios (2,0-4,0 mm) frakcijos granulėmis, judrusis Al pasiekė augalams nekenksmingą kiekį, atitinkamai 8,5 ir 8,9 mg kg⁻¹. Pakalkinus mažesniosiomis (4,5 t ha⁻¹) abiejų frakcijų normomis, išliko augalams kenksmingi judriojo Al kiekiai – 50,1 ir 35,2 mg kg⁻¹.



Granuliuotų kalkinių medžiagų įtaka judriojo Al kitimui

Vėžaičiai, 2009–2011

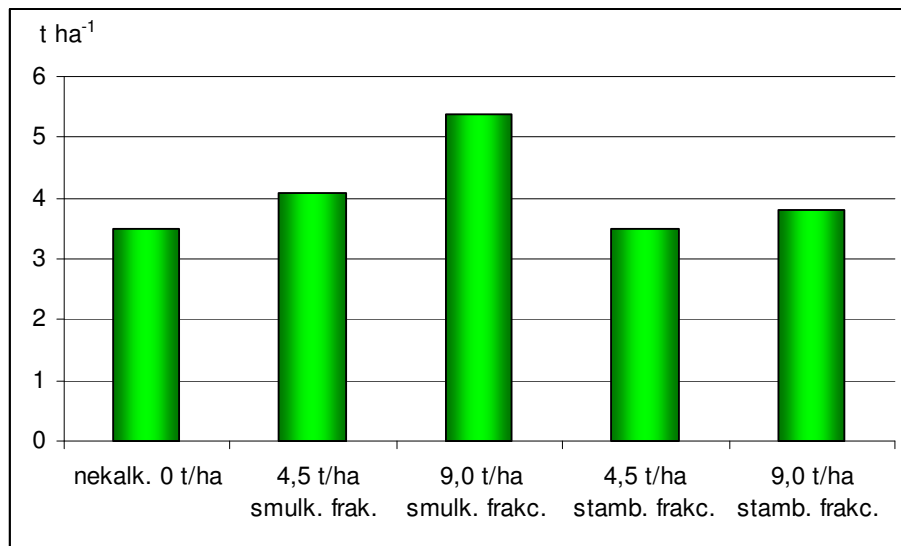
Mainų kalcio dirvožemyje labiausiai padidėjo nuo smulkiosios frakcijos didžiosios (9,0 t ha⁻¹) normos. Praėjus pusmečiui po kalkinimo mainų Ca dirvožemyje padidėjo iki 1 134 mg kg⁻¹, po metų nustatytas jo dar didesnis kiekis – 1 368 mg kg⁻¹. Minėtas kiekis yra artimas rekomenduojamam daugeliui augalų augti kiekiui (apie 1 500 mg kg⁻¹). O praėjus dvejiems metams, mainų Ca kiekis dirvožemyje stabilizavosi ir daugiausia (980–1 040 mg kg⁻¹) jo nustatyta ten, kur buvo įterptos abiejų frakcijų didžiosios normos.



Granuliuotų kalkinių medžiagų įtaka dirvožemio mainų Ca kitimui

Vėžaičiai, 2009–2011

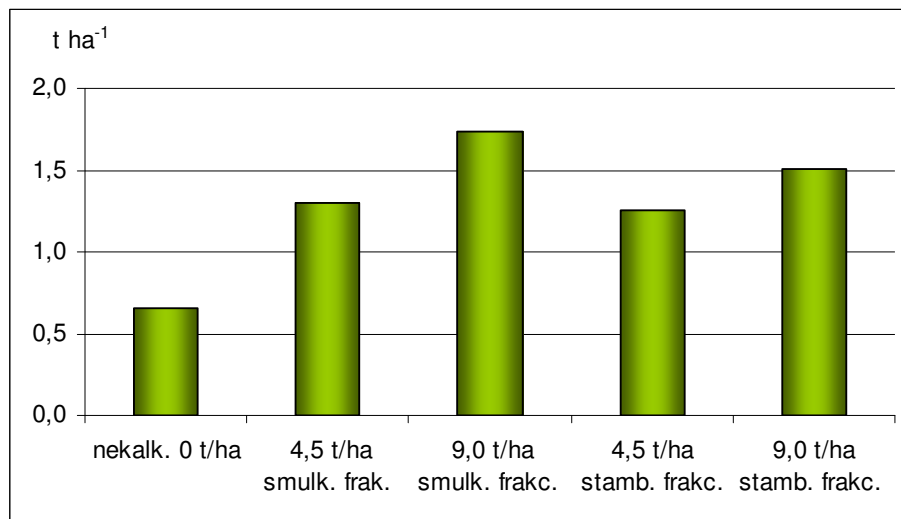
Priklausomai nuo dirvožemio rūgštumo ir augalų jautrumo rūgščiai dirvožemio reakcijai bei kalkinių medžiagų, žemės ūkio augalų derlius gali padidėti dvigubai ir net daugiau. Bandyje pirmaisiais (2010) metais buvo auginami vasarinai miežiai, antraisiais (2011) – žieminiai kviečiai. Pakalkintuose laukeliuose pirmaisiais metais miežiams veiksmingiausia buvo granuliuotų kalkinių medžiagų smulkioji frakcija.



5 paveikslas. Granuliuotų kalkinių medžiagų įtaka vasarinių miežių grūdų derliui
Vėžaičiai, 2010

Didžiausias ($5,37 \text{ t ha}^{-1}$) vasarinių miežių grūdų derlius buvo dirvožemyje, pakalkintame smulkiosios frakcijos didžiaja ($9,0 \text{ t ha}^{-1}$) norma, arba jis buvo 24 proc. didesnis negu dirvožemyje, kalkintame tos pačios frakcijos mažesniąja ($4,5 \text{ t ha}^{-1}$) norma, ir 29 proc. didesnis negu kalkinat stambiosios frakcijos didžiaja norma.

Granuliuotos kalkinės medžiagos turėjo teigiamos įtakos žieminiams kviečiams, augintiems po vasarinių miežių. Pakalkintame (abiem normomis ir abiem jų frakcijomis) dirvožemyje žieminių kviečių grūdų derlius buvo 1,9–2,6 karto didesnis, palyginti su nekalkintu. Didžiausias ($1,73 \text{ t ha}^{-1}$) kviečių grūdų derlius buvo smulkiosios frakcijos kalkinių medžiagų $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ norma kalkintame dirvožemyje, nes užaugo ilgiausios varpos, jose buvo daugiausia grūdų ir didžiausia 1 000-čio grūdų masė. Tik dėl nepalankių žiemos ir pavasario meteorologinių sąlygų žieminių kviečių pasėlis buvo retas, todėl ir grūdų derlius gautas nedidelis.



Granuliuotų kalkinių medžiagų įtaka žieminių kviečių grūdų derliui

Vėžaičiai, 2011

Kokias išvadas galima daryti įvertinus tyrimų rezultatus? Ūkininkaujant Vakarų Lietuvoje, kur vyrauja iš prigimties labai rūgštūs (pH_{KCl} 4,3–4,5) moreninio priemolio dirvožemiai, turintys labai daug (48,3–77,7 mg kg^{-1}) augalams toksiško judriojo aliuminio bei didelį (54,1–62,4 mekv. kg^{-1}) hidrolizinį rūgštumą, *Kalktrąšę* rekomenduojama naudoti taip:

- Visiškai šio labai rūgštaus dirvožemio rūgštumo neutralizavimui būtina norma yra 9,0 t ha^{-1} (tai yra 1,0 norma pagal hidrolizinį dirvožemio rūgštumą) ir smulkiosios, ir stambesniosios frakcijų granuliu.

- Praėjus dvejiems metams po kalkinimo, dirvožemio ariamajame sluoksnyje (0–20 cm) judrusis aliuminis pasiekė augalams netoksišką kiekį (8,5 mg kg^{-1}), nepriklausomai nuo granuliuotos kalkinės medžiagos frakcijos stambumo.

- Kalkinės medžiagos granuliu dydis turėjo įtakos neutralizavimo proceso greičiui. Spartesnis (praėjus pusmečiui po pakalkinimo) kalcio ir magnio perėjimas iš granuliuotų kalkinių medžiagų į dirvožemio sorbuojamąjį kompleksą buvo smulkiosios (0,01–2 mm) frakcijos, o stambiosios (2–4 mm) frakcijos efektyviausias neutralizuojantis veikimas pasireiškė po pakalkinimo praėjus pusantrų metų.

- Granuliuotų kalkinių medžiagų normos mažinimas iki 4,5 t ha^{-1} , t. y. per pusę, tokia labai rūgščiame priemolio dirvožemyje yra nerekomenduotinas, nes dirvožemis ir po dviejų metų išlieka rūgštus su dideliu augalams toksiško judriojo aliuminio kiekiu.

Vertinant granuliuotų kalkinių medžiagų efektyvumą rūgšties dirvožemiams neutralizuoti, būtina akcentuoti ir tai, kad šios medžiagos, palyginti su dulkišiomis, yra lengviau paskleidžiamos, naudojant išcentrinio tipo trąšų barstytuvus.