Skirtingais metodais nustatytų pagrindinių dirvožemio agrocheminių savybių palyginamieji tyrimai

Jonas Mažvila

Lietuvos žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų centras, Savanorių pr. 287, LT-3009 Kaunas, el. paštas lzi_atc@euteka.lt

Mečislovas Vaičys

Lietuvos miškų institutas, Liepų g. 1, Girionys, LT-4321 Kauno rajonas, Lietuva, el. paštas dirvo@mi.lt

Zigmas Vaišvila

Lietuvos žemės ūkio universitetas, Studentų g. 11, Akademija, LT-4324 Kauno rajonas, el. paštas Vaisvila@nora lzua.lt

Ilgą laiką pagal pH_{KCl} dydį buvo nustatomas kalkinimo reikalingumas bei kalkių normos rūgštiems dirvožemiams neutralizuoti. Tačiau, anksčiau intensyviai kalkintiems dirvožemiams rūgštėjant, vien pH rodiklio nepakanka pakartotinio kalkinimo būtinumui nustatyti.

Todėl 2001–2002 m. iš skirtinguose šalies dirvožemio rajonuose aprašytų 120 profilių, įvairių genetinių horizontų iki 1 m gylio ir iš 180 prakasų iki 60 cm gylio paimti dirvožemio ėminiai pH_{KCl}, hidroliziniam (Kapeno metodu) ir mainų rūgštumui (1 N KCl – FAO rekomenduojamu metodu), sorbuotų bazių sumai (Kapeno–Hilkovico metodu) ir mainų katijonams – Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+} (1 M amonio acetato ištraukoje – FAO rekomenduojamu metodu) juose nustatyti bei skirtingais metodais (pagal hidrolizinį arba mainų rūgštumą) dirvožemių pasotinimui bazėmis apskaičiuoti.

Tyrimais nustatyta, kad panašaus pH dirvožemiuose, užimtuose žemės ūkio naudmenomis ir anksčiau intensyviai kalkintuose, o dabar rūgštėjančiuose, mainų rūgštumas, kuris Vakarų šalyse naudojamas dirvožemių pasotinimui bazėmis skaičiuoti, yra gerokai (3,1–5,0 kartus) mažesnis, negu miškų dirvožemiuose. Tuo tarpu sorbuotų bazių suma labai ir vidutiniškai rūgščiuose (pH 5,0 ir mažiau) žemės ūkio naudmenomis užimtuose dirvožemiuose apie 2,1–3,2, o mažai rūgščiuose – apie 1,4–1,5 karto didesnė, negu miškų dirvožemiuose.

Įdomu tai, kad mainų ir hidrolizinio rūgštumo dydžių skirtumai, esant beveik tiems patiems pH_{KCl}, dar ryškesni. Humusinguose dirvožemio sluoksniuose, kurių pH_{KCl} 4,5 ir mažiau, mainų rūgštumas, palyginti su hidroliziniu, miškų dirvožemiuose yra 4,7, o žemės ūkio naudmenų dirvožemiuose – 9,3 karto mažesnis. Kai dirvožemio pH 4,6–5,0, šie skirtumai yra atitinkamai 7,7 karto ir 21 kartą mažesni, o sumažėjus dirvožemio rūgštumui iki pH 5,1–5,5 – mainų rūgštumas, palyginti su hidroliziniu, nustatytas atitinkamai 12,6 karto ir 53 kartus mažesnis. Panaši tendencija ir gilesniuose dirvožemio sluoksniuose. Sorbuotų bazių suma, nustatyta Kapeno–Hilkovico metodu (0,1 M HCl ištraukoje), humusingame dirvožemio sluoksnyje buvo 1,1–1,26 karto didesnė, negu mainų katijonų suma, nustatant Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+} atskirai 1 M amonio acetato ištraukoje.

Dirvožemio pasotinimas bazėmis, skaičiuotas Kapeno–Hilkovico ir FAO metodais, labai skiriasi anksčiau intensyviai kalkintuose, o dabar rūgštėjančiuose ariamuose plotuose ir mažiau – miško dirvožemiuose.

Raktažodžiai: dirvožemis, agrocheminės savybės, dirvožemio rūgštumas, sorbuotų bazių suma, mainų katijonų suma

ĮVADAS

Lietuvos dirvožemių danga dėl skirtingų dirvodaros sąlygų ir veiksnių yra gana įvairi. Vakarų, Rytų ir Pietryčių Lietuvos dirvožemiai dėl gausesnių (700–800 mm) kritulių intensyviai išplaunami. Šiuose dirvožemiuose gana dažnai po humusinguoju sluoksniu išskiriamas eliuvinis jaurinis E (*albic)* arba išplautasis El horizontas, iš kurio išplautos ne tik Ca, Mg, bet ir molio dalelės, geležies, aliuminio bei manga-

no oksidai. Be to, iliuviniame B horizonte pasitaikančios jaurinės gyslos sudaro palankias sąlygas anksčiau minėtiems elementams išsiplauti į gilesnius sluoksnius. Todėl šie dirvožemiai pagal kilmę yra rūgštūs, o kai kuriuose iš jų gausu ir mainų aliuminio [8].

1963–1967 m. dirvožemio agrocheminio tyrimo duomenimis, labai ir vidutiniškai rūgščios reakcijos dirvožemių (pH iki 5,0) anksčiau minėtose zonose buvo arti 50%, o atskiruose rajonuose (Šalčininkų, Šilalės, Plungės) – per 70%. Po 1965–1990 m. intensyvaus rūgščių dirvų kalkinimo (po 160–200 tūkst. ha kasmet) labai ir vidutiniškai rūgščių dirvožemių kiekį šalyje pavyko gerokai sumažinti nuo 28% (1963–1967 m. tyrimų duomenimis) iki 8,5% (1985–1993 m. duomenimis), o sąlygiškai rūgščių (pH 5,5 ir mažiau) – nuo 40,7 iki 18,6% [6].

Kadangi 1991–1998 m. dirvos labai mažai kalkintos, o nuo 2000 m. visai nekalkintos, anksčiau kalkintos dirvos pastaruoju metu rūgštėja, o jų pH_{KCl} rodiklis grįžta į pirmykštę būklę [11]. Šalyje jau ilgą laiką pagal pH dydį buvo sprendžiama, ar dirvožemį reikia kalkinti, ar jis tinka normaliai augalams augti, parenkant augalus sėjomainoje, nustatant kalkių normas rūgštiems dirvožemiams neutralizuoti. Tiesa, kalkių normos rūgštiems dirvožemiams neutralizuoti pagal pH_{KCl} dydį buvo pateiktos nustačius hidrolizinio rūgštumo (CH_3COONa ištraukoje) ir pH_{KCl} tarpusavio ryšį. Tačiau po intensyvaus kalkinimo, o dabar rūgštėjančiuose dirvožemiuose, esant pH 4,6–5,0, net ir auginant jautrius rūgščiai reakcijai žemės ūkio augalus gaunamas neblogas derlius.

Pavyzdžiui, 1996 m. Elmininkuose vidutiniškai rūgščiame smėlingo priemolio glėjiškame išplautžemyje be mineralinių trąšų (kontroliniame bandymo variante) gautas 5,3 t ha^{-1} žieminių kviečių grūdų derlius [12]. Paaiškėjo, kad šio ploto dirvožemis buvo labai rūgštus, tačiau vėliau kelis kartus kalkintas, o ilgiau nei 10 metų jo nekalkinant – palaipsniui rūgštėjo – pH dydis artėjo prie natūralaus rūgštumo. Tačiau juose, palyginti su miškų dirvožemiais, nustatyta nemaža mainų katijonų suma, mažas mainų rūgštumas, labai mažai aliuminio. Dėl to vien pagal pH rodiklį nustatyti dirvožemio kalkinimo reikalingumą bei kalkių normą, parinkti augalus sėjomainoje ne visada galima. Tai parodė ir specialūs dirvožemio tyrimai, daryti lauke ir laboratorijoje įvairioms dirvožemio morfologinėms savybėms išaiškinti bei tarpusavio ryšiams nustatyti pagal ankstyvesnę (TDV-96) ir naująją (LTDK-99) dirvožemių klasifikacijas.

Naujajame Lietuvos dirvožemių klasifikacijos sąraše kai kuriose dirvožemių grupėse išskiriami pasotintieji ir nepasotintieji bazėmis dirvožemiai. Pasotintaisiais bazėmis laikomi tie dirvožemiai, kurių pasotinimo bazėmis laipsnis >50%, o nepasotintaisiais – <50%, sorbuotas bazes nustačius amonio acetato, o mainų rūgštumą – 1 M KCl ištraukose [3–5]. Tačiau mūsų ankstesniuose tyrimuose sorbuotos bazės buvo nustatytos 0,1 M HCl, o hidrolizinis rūgštumas – 1 M CH_3COONa ištraukose [6, 13]. Norint panaudoti nurodytų agrocheminių rodiklių ankstyvesnius tyrimų duomenis, atlikus daugelio ėminių analizes abiem metodais, reikia nustatyti jų koreliacinius priklausomumo ryšius. Žinant, kad laukų dirvožemiai dažniausiai yra 4 ar 5 kartus kalkinti, o miškų – nė karto, šiuos tyrimų duomenis būtina tarpusavyje palyginti.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Kai kurioms dirvožemio agrocheminėms savybėms palyginti tyrimai pagal ankstyvesnę (TDV-96) ir naująją (LTDK-99) dirvožemių klasifikacijas buvo atliekami kartu aprašant ir įvertinant morfologines savybes. Iš profilių genetinių horizontų paimti dirvožemio ėminiai ir Kačinskio bei FAO metodais atliktos analizės Agrocheminių tyrimų centro (ATC) laboratorijoje. Minėti tyrimai buvo atliekami įvairiuose Lietuvos dirvožemio rajonų laukuose ir miškuose. Parenkant dirvožemio profilių tyrimo vietas, buvo atsižvelgta į teritorijos geomorfologinę, litologinę sandarą, žemės ūkio naudmenų rūšį, medynų rūšinę sudėtį ir augavietes [1, 2, 5, 7]. Tyrimams panaudoti 2001–2002 m. paimti dirvožemio ėminiai iš 120 profilių genetinių horizontų (iki 100 cm) ir 180 prakasų – iki 60 cm (0–20, 30–45 ir 45–60 cm) sluoksnių. Ėminiuose šalyje anksčiau taikytais metodais buvo nustatyti: pH_{KCl}, hidrolizinis rūgštumas (Kapeno metodu 1 M CH_3COONa ištraukoje), sorbuotų bazių suma (Kapeno–Hilkovico metodu 0,1 M HCl ištraukoje), o FAO rekomenduojamais metodais – mainų rūgštumas (1 M KCl ištraukoje) ir mainų katijonų (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+) suma (1 M amonio acetato ištraukoje) [9, 10].

Lentelėse pateikiami pH_{KCl}, mainų rūgštumo, hidrolizinio rūgštumo, sorbuotų bazių sumos, mainų katijonų (Ca, Mg, K, Na) sumos, pasotinimo bazėmis laipsnio vidutiniai duomenys ir kvadratiniai nuokrypiai. Pagal kvadratinę lygtį ($y = ax^2 + bx + c$) apskaičiuoti atskirų anksčiau nurodytų rodiklių koreliaciniai ryšiai.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Tyrimai parodė, kad hidrolizinio rūgštumo (Kapeno metodas) ir mainų rūgštumo (1 M KCl ištraukoje – rekomenduota FAO) analizių duomenys ypač skiriasi dirvožemių humusingajame sluoksnyje. Jų skirtumai gerokai didesni intensyviai kalkintuose žemės ūkio naudmenų dirvožemiuose (1 ir 2 lentelės). Žemės ūkio naudmenų dirvožemiuose vidutinis apskai-

čiuotas pH rodiklis humusingajame sluoksnyje buvo 4,3–6,2, hidrolizinis rūgštumas – 9,3–53,3 karto didesnis negu mainų rūgštumas, tuo tarpu miškų dirvožemiuose mainų rūgštumas – tik 4,7–12,6 karto mažesnis už hidrolizinį.

Humusinguose dirvožemio sluoksniuose, kurių pH_{KCl} 4,5 ir mažiau, mainų rūgštumas, palyginti su hidroliziniu, miškų dirvožemiuose yra 4,7, o žemės ūkio naudmenų dirvožemiuose – 9,3 karto mažesnis. Kai dirvožemio pH 4,6–5,0, šie skirtumai buvo atitinkamai 7,7 karto ir 21 kartą mažesni, o sumažėjus dirvožemio rūgštumui iki pH 5,1–5,5, mainų rūgštumas, palyginti su hidroliziniu, – atitinkamai 12,6 karto ir 53 kartus mažesnis. Analogiška tendencija ir gilesniuose dirvožemio sluoksniuose. Tos pačios rūgštumo grupės dirvožemiuose, užimtuose žemės ūkio naudmenomis ir anksčiau intensyviai kalkintuose, o dabar rūgštėjančiuose, mainų rūgštumas,

1 lentelė. **Lietuvos žemės ūkio naudmenų dirvožemio reakciją lemiantys rodikliai, nustatyti skirtingose ištraukose** 2001–2002 m.

Ėminių gylis cm	Ėminių skaičius	pH_{KCl}	Mainų rūgštumas	Hidrolizinis rūgštumas	Sorbuotų bazių suma	Mainų katijonų suma	Pasotinimo bazėmis laipsnis % metodai: Kapeno–Hilkovico	Pasotinimo bazėmis laipsnis % metodai: FAO
			mekv/kg					
Dirvožemio reakcijos grupė pH < = 4,5								
0–20	14	4,4* ± 0,1	5,3 ± 2,9	49,6 ± 8,4	33,8 ± 22,7	30,8 ± 13,3	36,8 ± 17,5	80,5 ± 13,0
		4,3–4,5	0,8–11,2	34,1–68,8	5,9–81,0	10,1–63,0	13,4–58,8	47,3–92,6
30–45	28	4,3 ± 0,2	14,2 ± 10,2	50,3 ± 17,8	61,3 ± 31,1	48,9 ± 25,8	52,6 ± 17,9	75,6 ± 16,2
		4,0–4,5	2,6–43,5	23,7–95	15–126,9	10,8–111,8	17,5–78,1	31,6–95,1
45–60	33	4,3 ± 0,2	11,3 ± 9,8	41,8 ± 19,8	87,2 ± 39,4	69,7 ± 33,4	65,4 ± 16,5	93,8 ± 8,7
		3,9–4,5	2,5–46,7	18,4–112,5	20,6–173,1	21,1–163,2	18,9–84,5	56,8–100
60–90	13	4,2 ± 0,2	14,5 ± 15,2	51,7 ± 27,4	86,9 ± 40,5	71,5 ± 41,6	61,7 ± 17,9	88,7 ± 14,8
		3,8–4,5	2,9–57,0	24,4–121,1	39,5–186,1	27,4–153,9	32,3–86,5	60,0–100
Dirvožemio reakcijos grupė pH 4,6–5,0								
0–20	37	4,8 ± 0,2	1,8 ± 1,2	37,9 ± 11,6	52,8 ± 42,2	42,1 ± 24,7	53,1 ± 15,5	90,9 ± 8,7
		4,5–5	0,5–5,7	22,5–71,1	10,4–211,5	10,9–137	29,7–86,0	63,1–99,6
30–45	36	4,7 ± 0,2	2,5 ± 1,8	26,6 ± 8,9	41,0 ± 37,4	36,9 ± 30,8	54,2 ± 17,2	88,4 ± 12,1
		4,5–5,0	0,5–8,1	9,7–51,4	4,9–183	8,9–139,7	11,4–87,2	41,2–99,8
45–60	22	4,7 ± 0,2	2,3 ± 2,2	26,5 ± 12,4	54,1 ± 48,6	47,9 ± 41,2	58,0 ± 23,5	91,7 ± 10,8
		4,5–5	0,4–7,7	11,2–56,6	8,3–192,3	6,3–160,8	16,1–90,4	63,3–100
60–90	10	4,8 ± 0,2	1,6 ± 1,4	22,9 ± 7,4	64,8 ± 30,9	51,2 ± 23,6	70,6 ± 12,0	96,0 ± 4,6
		4,5–4,9	0,1–4,0	12,4–34,3	11,5–123,0	6,9–88,7	48,2–83,5	87,4–99,5
Dirvožemio reakcijos grupė pH 5,1–5,5								
0–20	25	5,2 ± 0,1	0,5 ± 0,4	27,7 ± 7,2	59,4 ± 29,13	48,4 ± 19,2	64,1 ± 13,6	97,2 ± 4,8
		5,0–5,5	0,1–2,0	15,2–41,7	19–117,9	15,3–90,6	32,6–80	79,9–99,9
30–45	34	5,2 ± 0,2	0,5 ± 0,4	19 ± 9,1	43,9 ± 32,7	39,7 ± 31,0	64,4 ± 17,7	96,7 ± 7,2
		5,0–5,5	0,1–1,6	7,9–51,6	5,9–145,8	8,5–152,7	29,9–89,8	58,5–100
45–60	21	5,2 ± 0,2	0,4 ± 0,3	17 ± 6,3	46,2 ± 32,2	39,6 ± 25,7	66,2 ± 19,4	97,67 ± 2,7
		5,0–5,5	0,1–1,1	8,9–32,3	3,9–113,6	11,4–88,0	21–89,3	91,4–99,9
60–90	6	5,3 ± 0,1	0,5 ± 0,3	11,0 ± 3,6	63 ± 57,4	56,5 ± 64,6	75,6 ± 17,7	97,5 ± 3,2
		5,12–5,4	0,2–0,9	8–16,1	8,9–160,3	5,3–175,8	48,1–90,9	92,0–99,8
Dirvožemio reakcijos grupė pH >5,5								
0–20	60	6,2 ± 0,6	0,3 ± 0,1	14,1 ± 5,8	97,8 ± 74,6	77,7 ± 47,9	83,7 ± 9,2	99,4 ± 0,4
		5,5–7,5	0,05–0,8	3,9–31	19,7–452,2	17,7–221,8	55,8–99,1	97,4–99,9
30–45	46	6,2 ± 0,5	0,3 ± 0,1	10,7 ± 3,6	103,2 ± 99,9	68,0 ± 49,2	87,1 ± 15,4	99,4 ± 0,5
		5,5–7,5	0,1–0,5	4,3–20,5	11–485,8	11,9–204,0	65,1–171,6	97,4–100
45–60	39	6,4–0,8	0,30,1	8,6 ± 3,8	157 ± 151	109,7 ± 106	89,3 ± 9,9	99 ± 3
		5,6–8,3	0,1–0,5	2,6–15,1	12,3–500,	12,7–484,4	54,9–100	81,3–100
60–90	10	5,9 ± 0,4	0,3 ± 0,1	11,0 ± 6	117,7 ± 55,8	77,1 ± 43,8	89,4 ± 7,5	93,6 ± 13,0
		5,5–6,4	0,05–0,5	4,7–25	32,6–205,4	16,4–166,5	74,7–97,8	58,7–99,9

*Skaitiklyje – $\bar{x}$ ± s; vardiklyje – min.–max.

2 lentelė. **Lietuvos miškų dirvožemio reakciją lemiantys rodikliai, nustatyti skirtingose ištraukose** 2001–2002 m.

Ėminių gylis cm	Ėminių skaičius	pH_{KCl}	Mainų rūgštumas	Hidrolizinis rūgštumas	Sorbuotų bazių suma	Mainų katijonų suma	Pasotinimo bazėmis laipsnis % metodai: Kapeno–Hilkovico	Pasotinimo bazėmis laipsnis % metodai: FAO
			mekv/kg					
Dirvožemio reakcijos grupė pH < = 4,5								
0–20	38	3,9* ± 0,4	16,4 ± 9,1	77,9 ± 36,9	16,4 ± 10,7	14,3 ± 9,6	17,– ± 8,9	44,9 ± 17,6
		3,2–4,4	4,3–40,3	32,6–202	4,8–46,8	4,2–39,6	6,4–45,4	20,1–85,3
30–45	13	4,3 ± 0,1	13,3 ± 8,4	53,5 ± 39,4	18,6 ± 10,2	15,2 ± 7,9	29,2 ± 16,7	53,6 ± 18,2
		4–4,5	5,4–33,2	18,6–143,8	7,4–34,5	5,2–26,2	4,9–53,6	17,6–83,0
45–60	9	4,2 ± 0,3	11,9 ± 4,3	39,7 ± 9,4	53,9 ± 40	44,6 ± 36	49,2 ± 22,4	69,8 ± 18,4
		3,7–4,5	7,5–21,1	29–54,1	9,9–123	7,5–114	7,7–76	42,9–93,9
60–90	2	4,3 ± 0,1	19,3 ± 24,6	44 ± 39,6	19,8 ± 9,1	20,1±9,4	36,2 ± 13,4	64,9 ± 32,1
		4,2–4,3	1,9–36,6	15,9–72,0	13,4–26,3	13,4–26,8	26,7–45,7	42,2–87,6
Dirvožemio reakcijos grupė pH 4,6–5,0								
0–20	5	4,7 ± 0,2	9,06 ± 8,6	69,9 ± 66,3	23,0 ± 19,5	18,8 ± 15,4	28,0 ± 19,4	62,8 ± 26,3
	4,6–4,9	2,2–23,9	29–188	6,2–50,6	6,5–43,5	6,2–53	32,8–95,3	
30–45	17	4,8 ± 0,1	4,2 ± 1,9	20,9 ± 6,4	12,9 ± 14,8	11,2 ± 11,1	32,8 ± 15,8	67,5 ± 12,5
	4,5–5,0	1,5–8,1	7,8–29,9	4,1–67,0	3,5–51,7	12,1–78,6	50,4–97	
45–60	16	4,8 ± 0,1	4,7 ± 4,6	34,2 ± 34,9	16,6 ± 12,8	14,2 ± 10,5	37,8 ± 16,8	74,7 ± 105
	4,6–5,0	1,5–18,4	12,4–129	4,0–60,3	3,8–46,8	12,6–70,8	40,7–94,6	
60–90	2	4,9 ± 0,1	2,7 ± 0,1	17,7 ± 4,1	10,8 ± 1,9	11 ± 0,2	38 ± 1,3	80,1 ± 0,6
	4,9–5,0	2,7–2,8	14,8–20,6	9,4–12,2	10,9–11,1	37,1–38,9	79,7–80,6	
Dirvožemio reakcijos grupė pH 5,1–5,5								
0–20	2	5,4 ± 0,1	2,2 ± 2,2	27,5 ± 16,52	57,6 ± 62,73	35,2 ± 31,43	58,9 ± 18,9	94,7 ± 1,2
		5,3–5,5	0,6–3,8	15,8–39,1	13,2–102	13,0–57,5	45,6–72,3	93,9–95,6
30–45	1	5,2	0,8	9,2	8,1	8,3	46,8	91,1
45–60	6	5,2 ± 0,2	1,3 ± 0,6	10,4 ± 3,9	17,3 ± 24,4	13,2 ± 16,2	50,5 ± 19,3	84,9 ± 10,4
		5,0–5,5	0,7–2,2	7,4–17,5	5,8–67,0	3,9–46,1	31,2–85,8	67,7–98,6
60–90	3	5,2 ± 0,2	0,8 ± 0,6	13,1 ± 6,8	41,9 ± 58,8	29,5 ± 38,1	58,6 ± 22,4	91,5 ± 7,12
		5,1–5,4	0,3–1,4	8,4–20,8	6,0–110	6,1–73,5	41,7–84,0	86,5–99,6
Dirvožemio reakcijos grupė pH >5,5								
30–45	1	7,2	1,3	5,5	338	64,4	98,4	98
45–60	3	7,0 ± 1,2	1,7 ± 0,3	9,8 ± 7,0	195 ± 262	62,6 ± 48,6	85,9 ± 12,3	96,4 ± 2,0
		6,2–8,4	1,3–1,9	1,8–14,8	22–497	22,6–116	76,0–99,6	94,4–98,4
60–90	4	6,6 ± 0,9	0,2 ± 0,1	6,8 ± 5,2	134 ± 240	40,0 ± 61,1	78,2 ± 17,9	98,4 ± 1,8
		5,7–7,9	0,1–0,3	3,4–12,8	12,0–495	6,9–131	56,2–100	96–100

*Skaitiklyje – $\bar{x}$ ± s; vardiklyje – min.–max.

kuris Vakarų šalyse naudojamas dirvožemio pasotinimui bazėmis skaičiuoti, yra 3,1–5,0 kartus mažesnis, negu miškų dirvožemiuose. Tuo tarpu sorbuotų bazių suma labai ir vidutiniškai rūgščiuose (pH 5,0 ir mažiau) žemės ūkio naudmenomis užimtuose dirvožemiuose – apie 2,1–3,2, o mažai rūgščiuose – apie 1,4–1,5 karto didesnė negu miškų dirvožemiuose.

Sorbuotų bazių suma, nustatyta Kapeno–Hilkovico metodu, palyginti su mainų katijonų suma (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}) – FAO rekomenduojamu metodu, – mažai skiriasi. Labai rūgščių (pH_{KCl} iki 4,5) dirvožemių grupėje mainų katijonų suma 60–90 cm gylyje yra truputį didesnė už sorbuotų bazių sumą, nustatytą Kapeno–Hilkovico metodu. Kitų rūgštumo grupių dirvožemiuose mainų katijonų suma yra 1,1–1,4 karto mažesnė už sorbuotų bazių sumą.

Nors sorbuotų bazių ir mainų katijonų sumos, nustatytos skirtinguose tirpikliuose, panašios, tačiau skaičiuotas pasotinimo bazėmis laipsnis pagal Kapeno–Hilkovico ir FAO siūlomus metodus labai skiriasi. Tam didžiausią įtaką turi dirvožemių labai skirtingi hidrolizinio ir mainų rūgštumo dydžiai.

Žemės ūkio paskirties labai rūgštūs dirvožemiai, apskaičiuojant pasotinimo bazėmis laipsnį Kapeno–Hilkovico metodu, yra labai mažai ir mažai pasotinti bazėmis. Tačiau pagal FAO siūlomą metodą, beveik visi dirvožemiai yra pasotinti bazėmis (47,3–99,7%). Vidutiniškai rūgščios reakcijos žemės ūkio paskirties dirvožemiai Kapeno–Hilkovico metodu yra įvairiai pasotinti bazėmis (mažai, nepakankamai, vidutiniškai ir pasotinti), mažai rūgščios reakcijos (pH_{KCl} 5,1–5,5) – vidutiniškai pasotinti ir pasotinti, esant pH_{KCl} 5,6 ir daugiau – dirvožemiai pasotinti bazėmis. Skaičiuojant pasotinimo bazėmis laipsnį pagal mainų rūgštumą ir mainų katijonų sumą, visų rūgštumo grupių dirvožemiai yra pasotinti bazėmis.

Kiek kitokia padėtis miškų dirvožemiuose. Labai rūgštūs dirvožemiai pagal Kapeną–Hilkovicą yra labai mažai pasotinti bazėmis, rečiau – mažai pasotinti, vis dėlto daugiausia jų yra nepasotinti bazėmis ir pagal FAO rekomenduojamus metodus. Tuo tarpu kitų dirvožemio rūgštumo grupių miškų dirvožemiai yra pasotinti bazėmis.

Dirvožemio mainų rūgštumo ir hidrolizinio rūgštumo, mainų katijonų sumos ir sorbuotų bazių sumos, dirvožemio pasotinimų bazėmis (Kapeno–Hilkovico ir FAO metodais) koreliaciniai ryšiai statistiškai patikimi (3–5 lentelės).

Pateikti duomenys rodo, kad dabar rūgštėjančius ir palengva grįžtančius į pirmykštę būklę dirvožemius nelabai tiksliai vertiname vien pagal pH_{KCl} rodiklio dydį. Juo labiau kad šiuo metu intensyviai rūgštėjančiuose, o anksčiau kalkintuose dirvožemiuose yra nemažai mainų katijonų, mažas mainų rūgštumas, mažai aliuminio, kurio kiekis, Vėžaičiuose atliktais tyrimais, gali pradėti ženkliai didėti praėjus 15–20 metų po kalkinimo [11]. Norint to išvengti, jau dabar mūsų šalies dirvožemiuose,

3 lentelė. **Dirvožemio mainų rūgštumo (*y*) ryšys su hidroliziniu rūgštumu (*x*)**

Gylis cm	*n*	Lygties $y = ax^2 + bx + c$ parametras			Patikimumo kriterijus	
		a	*b*	*c*	η	t_n
Vakarų Lietuva						
Smėliai						
0–30	8	0,004	–0,208	2,583	0,66*	2,0
30–45	7	–0,001	0,114	–0,995	0,59*	1,5
45–60	8	–0,005	0,253	–1,499	0,49*	1,3
Priesmėliai						
0–30	44	0,0003	0,049	–0,584	0,63	5,2
30–45	47	0,005	0,024	–1,483	0,96	23,6
45–60	55	0,002	0,271	–4,313	0,95	22,1
Lengvi priemoliai						
0–30	17	0,005	–0,218	2,203	0,85	6,1
30–45	18	–0,003	0,584	–7,356	0,81	5,4
45–60	22	0,002	0,247	–2,500	0,85	7,1
Vidurio Lietuva						
Smėliai						
0–30	10	–0,001	0,161	–1,165	0,70	2,6
30–45	9	0,003	–0,145	1,737	0,90	5,1
45–60	9	0,0005	0,109	–0,729	0,74	2,7
Rytų Lietuva						
Smėliai						
0–30	11	–0,003	0,188	–1,501	0,70	2,7
30–45	12	0,005	–0,056	0,282	0,87	5,2
45–60	13	0,008	–0,035	0,045	0,88	5,8
Priesmėliai						
0–30	29	0,006	–0,177	1,459	1,00	71,8
30–45	28	0,013	–0,285	1,866	0,96	17,8
45–60	29	–0,003	0,250	–2,060	0,68	4,7
Lengvi priemoliai						
0–30	16		0,009	2,804	0,79	4,6
30–45	10	0,011	–0,264	1,739	0,99	15,4
45–60	14	–0,001	0,116	–0,790	0,64	2,8

*Nepatikima esant 95% tikimybės lygiui.

4 lentelė. **Dirvožemio mainų katijonų sumos (*y*) ryšys su sorbuotų bazių suma (*x*)**

Gylis cm	*n*	Lygties $y = ax^2 + bx + c$ parametras			Patikimumo kriterijus	
		a	*b*	*c*	η	t_n
Vakarų Lietuva						
Smėliai						
0–30	7	0,009	0,026	21,457	0,96	7,0
30–45	7	0,018	–0,060	13,408	0,97	8,1
45–60	8	0,022	0,272	3,376	0,95	7,2
Priesmėliai						
0–30	42	0,002	0,230	24,716	0,94	16,8
30–45	47	0,002	0,558	10,393	0,91	14,4
45–60	55	0,002	0,303	21,187	0,87	12,9
Lengvi priemoliai						
0–30	17	–0,003	0,920	15,637	0,47*	2,0
30–45	18	0,001	0,621	8,261	0,95	11,5
45–60	23	0,004	–0,295	65,807	0,79	5,7
Vidurio Lietuva						
Smėliai						
0–30	10	–0,003	1,186	–3,722	0,98	12,1
30–45	10	–0,001	0,816	3,417	0,97	10,3
45–60	10	–0,001	0,610	6,505	0,96	9,5
Rytų Lietuva						
Smėliai						
0–30	11	–0,004	0,925	1,007	0,99	24,7
30–45	12	–0,001	0,678	4,177	0,96	10,6
45–60	14	0,0004	0,562	3,447	0,98	16,0
Priesmėliai						
0–30	28	$-5,4 \cdot 10^{-7}$	0,658	8,436	0,92	12,0
30–45	28	0,00004	0,686	5,631	0,97	19,1
45–60	28	0,0001	0,879	–0,458	0,79	6,5
Lengvi priemoliai						
0–30	16	–0,002	1,118	–9,182	0,93	9,3
30–45	10	–0,004	1,444	–21,429	0,95	7,9
45–60	14	–0,005	1,889	–58,697	0,87	5,7

*Nepatikima esant 95% tikimybės lygiui.

5 lentelė. **Dirvožemio pasotinimo bazėmis FAO-UNESCO (*y*) ir Kapeno–Hilkovico (*x*) metodais ryšys**

Gylis cm	*n*	Lygties $y = ax^2 + bx + c$ parametras			Patikimumo kriterijus	
		a	*b*	*c*	η	t_n
Vakarų Lietuva						
Smėliai						
0–30	7	–0,006	0,768	75,391	0,99	17,3
30–45	7	–0,003	0,473	80,424	0,83	2,9
45–60	8	–0,016	2,201	27,805	0,77	2,7
Priesmėliai						
0–30	42	0,003	–0,246	94,150	0,30	1,9
30–45	47	–0,008	1,615	20,955	0,66	5,9
45–60	55	–0,014	2,019	27,304	0,59	5,2
Lengvi priemoliai						
0–30	17	–0,006	1,309	27,529	0,88	6,8
30–45	18	–0,004	1,189	27,841	0,83	5,7
45–60	23	–0,023	3,903	–61,582	0,78	5,5
Vidurio Lietuva						
Smėliai						
0–30	10	–0,011	1,637	44,880	0,73	2,8
30–45	10	–0,010	1,483	44,011	0,95	8,0
45–60	10	–0,006	0,970	62,447	0,76	3,1
Rytų Lietuva						
Smėliai						
0–30	11	–0,012	1,676	40,290	0,97	10,5
30–45	12	–0,005	0,876	60,985	0,95	8,8
45–60	14	0,002	–0,111	94,115	0,68	3,1
Priesmėliai						
0–30	28	–0,014	2,041	27,023	0,95	15,2
30–45	28	–0,011	1,654	35,097	0,96	17,3
45–60	28	–0,003	0,692	64,269	0,73	5,4
Lengvi priemoliai						
0–30	16	–0,004	0,765	64,900	0,67	3,3
30–45	10	–0,002	0,587	65,110	0,63*	2,2
45–60	14	0,008	–1,271	148,781	0,60	2,5

*Nepatikima esant 95% tikimybės lygiui.

kurių pH_{KCl} 5,0 ir mažiau, reikėtų taikyti palaikomąjį kalkinimą, išberiant nors po 0,25–0,5 normos kalcio karbonato, nurodytos anksčiau ATC sudarytuose dirvožemio rūgštumo ir kalkinimo žemėlapiuose.

Anksčiau kalkintuose, o dabar laipsniškai rūgštėjančiuose dirvožemiuose tik pagal pH_{KCl} rodiklio dydį nustatyti kalkinimo reikalingumą bei kalkių rūgštiems dirvožemiams neutralizuoti normas, parinkti augalus sėjomainoje, vertinti žemes būtų netikslu. Todėl rekomenduotume kalkintų dirvožemių, kurių pH_{KCl} 5,0 ir mažiau, dalyje ėminių, be pH_{KCl}, ištirti mainų aliuminį, mainų rūgštumą bei mainų katijonus (Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^+, Na^+) ir skaičiuoti dirvožemio pasotinimą bazėmis. Kai pasotinimas bazėmis didesnis negu 95%, tokių dirvų bent dešimtmetį nereikėtų kalkinti.

IŠVADOS

Apibendrinus 2001–2002 m. paimtų žemės ūkio paskirties ir miškų dirvožemio ėminių iš 120 profilių genetinių horizontų (iki 100 cm) ir 180 prakasų (0–20, 30–45 ir 45–60 cm gylių) pH_{KCl}, hidrolizinio rūgštumo (Kapeno metodu), sorbuotų bazių sumos (Kapeno–Hilkovico metodu), mainų rūgštumo (1 M KCl ištraukoje) ir mainų katijonų (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+) sumos (1 M amonio acetato ištraukoje) duomenis, galima padaryti tokias išvadas.

1. Hidrolizinio (Kapeno metodas) ir mainų rūgštumo (1 M KCl ištraukoje) analizių duomenys ypač skiriasi dirvožemių humusingajame sluoksnyje žemės ūkio paskirties dirvožemiuose, kurių pH_{KCl} buvo 4,34–6,23. Jų hidrolizinis rūgštumas – 9,3–53,3 karto didesnis negu mainų rūgštumas. Tuo tarpu miškų dirvožemiuose mainų rūgštumas – tik 4,7–12,6 karto mažesnis už hidrolizinį rūgštumą.

2. Sorbuotų bazių suma, nustatyta Kapeno–Hilkovico metodu, palyginti su mainų katijonų suma (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+) – FAO rekomenduojamu metodu, – mažai skiriasi. Labai rūgščių (pH_{KCl} iki 4,5) miškų dirvožemių grupėje mainų katijonų suma 60–90 cm gylyje yra kiek didesnė už sorbuotų bazių sumą, nustatytą Kapeno–Hilkovico metodu. Kitų rūgštumo grupių dirvožemiuose mainų katijonų suma yra 1,1–1,4 karto mažesnė už sorbuotų bazių sumą.

3. Dirvožemio pasotinimas bazėmis, nustatytas Kapeno–Hilkovico ir FAO rekomenduojamu metodais, gerokai daugiau skiriasi anksčiau intensyviai kalkintuose, o dabar rūgštėjančiuose žemės ūkio paskirties dirvožemiuose, negu nekalkintuose miško. Tam lemiamos įtakos turi didesni, palyginti su miško dirvožemiais, ariamų dirvų hidrolizinio ir mainų rūgštumo skirtumai.

4. Žemės ūkio paskirties dirvožemiai, anksčiau intensyviai kalkinti, tačiau dabar parūgštėję iki labai rūgščios reakcijos, vertinant Kapeno–Hilkovico metodu, yra labai mažai ir mažai pasotinti bazėmis. Tačiau pagal FAO taikomą metodą, beveik visi anksčiau minėti dirvožemiai yra pasotinti bazėmis (47,3–99,7%).

5. Labai rūgštūs miško dirvožemiai, vertinant Kapeno–Hilkovico metodu, yra labai mažai pasotinti bazėmis, rečiau – mažai pasotinti, o FAO metodu – daugiausia jų nepasotinti bazėmis.

6. Dirvožemio pasotinimo bazėmis laipsnių (Kapeno–Hilkovico ir FAO metodais), kaip ir kitų rodiklių, koreliaciniai ryšiai yra statistiškai patikimi (η = 0,59–0,99).

7. Norint išvengti laipsniško mūsų šalies dirvožemių rūgštėjimo ir galimo mainų aliuminio kiekio pagausėjimo, labai ir vidutiniškai rūgštiems dirvožemiams (pH 5,0 ir mažiau) siūlome taikyti palaiko-

mąjį kalkinimą – bent po 0,25–0,5 kalkių normos, nurodytos anksčiau sudarytuose dirvožemio rūgštumo ir kalkinimo žemėlapiuose.

8. Anksčiau kalkintuose, o dabar laipsniškai rūgštėjančiuose dirvožemiuose vien pagal pH nustatyti kalkinimo reikalingumą bei kalkių normas, parinkti augalus sėjomainoje ir vertinti žemes būtų netikslu. Todėl rekomenduotume kalkintų dirvožemių, kurių pH 5,0 ir mažiau, dalyje ėminių, be pH_{KCl}, nustatyti mainų aliuminį, mainų rūgštumą bei mainų katijonus ir skaičiuoti dirvožemio pasotinimą bazėmis. Kai pasotinimas bazėmis didesnis negu 95%, tokių dirvų bent dešimtmetį nereikėtų kalkinti.

Padėka. Straipsnio autoriai dėkoja Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui už paramą atliekant šį darbą.

Gauta
2003 05 06

Literatūra

1. Basalykas A. Lietuvos TSR fizinė geografija. Vilnius, 1958. T. I. 504 p.
2. Basalykas A. Lietuvos TSR fizinė geografija. Vilnius: Mintis, 1965. T. II. 435 p.
3. Buivydaitė V., Vaičys M., Juodis J., Motuzas A. Lietuvos dirvožemių klasifikacija. Vilnius: Lietuvos mokslas, 2001. 137 p.
4. FAO-UNESCO Soil Map of the world revised legend with corrections and updates // Technical paper 20. Isric, Wageningen, 1997. 140 p.
5. Lietuvos TSR atlasas. Lietuvos TSR valstybinis plano komitetas. Lietuvos TSR aukštojo ir specialiojo viduriniojo mokslo ministerija. Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos. Maskva, 1984. 216 p.
6. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita / Monografija / Sud. J. Mažvila. Kaunas, 1998. 184 p.
7. Lietuvos dirvožemiai: monografija / Sud. M. Eidukevičienė, V. Vasiliauskienė. Vilnius: Lietuvos mokslas, 2001. 1223 p.
8. Lietuvos dirvožemių klasifikacija (LTDKL-99). Sudarytos ir suderintos su tarptautine pagal FAO-UNESCO sistematiką ir nomenklatūrą, fizikinių, cheminių bei kitų morfologinių savybių tyrimai, vertinimas ir išvados. 2001 ir 2002 m. atliktų tyrimų tarpinė ataskaita. Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui. Kaunas, 2001–2002 m.
9. Manual for integreated monitoring Programme phase 1993–1996. Helsinki, 1993. P. 47–50.
10. Manual for integreated monitoring. Finnish environment institute. Helsinki, 1998. 192 p.
11. Mažvila J., Adomaitis T., Eitminavičius L. Dirvožemio reakcijos kitimo įvairiuose Lietuvos dirvožemiuose tyrimai. Naujausi agronomijos tyrimų rezultatai // Konferencijos pranešimai. Akademija, 2003. Nr. 35.
12. Simanavičienė O., Mažvila J., Vaišvila Z. ir kt. Skirtingais būdais apskaičiuotų NPK trąšų normų, mėšlo ir šiaudų veiksmingumo palyginimas sėjomainoje // Žemdirbystė. LŽI mokslo darbai. Akademija, 2001. T. 75. P. 14–27.
13. Žemės kadastras / Sud. J. Juodis, J. Pakutinskas. Vilnius: Mokslas, 1989. 728 p.

Jonas Mažvila, Mečislovas Vaičys, Zigmas Vaišvila

A COMPARATIVE STUDY OF SOIL AGROCHEMICAL PROPERTIES DETERMINED BY DIFFERENT METHODS

S u m m a r y

For a long time liming requirements and rate for neutralization of acid soils the pH_{KCl} value had been used. However, because of acidification of previously intensively limed soils the pH_{KCl} value is not sufficient for defining the necessity of repeated liming. For that purpose in 2001–2002, samples from genetic horizons of different soils in 120 profiles up to 1 m deep (in saps to 60 cm deep) were taken. Soil pH_{KCl}, hydrolytic acidity (method of Kappen), exchangeable acidity (method recommended by FAO – 1 M KCl), sum of base cations (method of Kappen–Hilkovic) and exchangeable cations – Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+} (1 M acetate ammonium) were estimated. The calculation of base saturation was done using data obtained by different analytical methods of determining hydrolytic or exchangeable acidity. Exchangeable acidity, which is used in West Europe for calculation of soil base saturation, in soils used for agriculture and showing similar values of pH_{KCl}, which were intensively limed earlier and now are acid, was found to be much lower (3.1–5.0 times) than in forest soils, while the sum of base cations in strongly and moderately acid (pH_{KCl} 5.0 or less) agricultural soils is greater about 2.1–3.2 times and in slightly acid about 1.4–1.5 times than in forest soils. Interestingly, the differences between exchangeable and hydrolytic soil acidity are even higher, while the pH_{KCl} is the same. In the humous layer, with pH_{KCl} 4.5 or less, the exchangeable soil acidity was 4.7 times lower than hydrolytic acidity in forest soils and 9.3 times lower agricultural soils. If the soil pH_{KCl} is 4.6–5.0, these differences are respectively 7.7 and 21 times less. If soil acidity lowered to pH_{KCl} 5.1–5.5, exchangeable soil acidity was respectively 12.6 and 53 times less than hydrolytic soil acidity. A similar tendency was found in deeper soil horizons. The sum of base cations defined using the method of Kappen–Hilkovic in humous soil was 1.1–1.26 times greater than the sum of exchangeable cations for Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}. Base saturation in soils estimated by the Kappen–Hilkovic method and defined using the FAO recommended methods showed large differences in earlier intensively limed and now becoming acid agricultural fields in comparison with forest soils.

Key words: soil, agrochemical properties, soil acidity, sum of base cations, sum of exchangeable cations

Йонас Мажвила, Мечисловас Вайчис, Зигмас Вайшвила

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ, ОПРЕДЕЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Р е з ю м е

Многие годы потребность в известковании и дозы извести для неитрализации кислых почв в Литве определялись по показателям pH_{KCl}. Однако при естественном подкислении ранее интенсивно известкованных почв показатель pH_{KCl} недостаточен для определения повторного известкования. Поэтому для этой цели в 2001–2002 гг. в различных почвенных районах страны заложено 120 почвенных разрезов и из генетических горизонтов до глубины 1 м и 180 прикопок глубиной 60 см были взяты почвенные образцы, в которых определялись: pH_{KCl}, гидролитическая (методом Каппена) и обменная кислотность (в 1 Н KCl – предложенный ФАО метод), сумма поглощенных оснований (методом Каппена–Гильковица) и обменные катионы – Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+} (вытяжка 1 М ацетата аммония – рекомендованным ФАО методом), различными методами (по гидролитической или по обменной кислотности) рассчитана степень насыщенности почв основаниями.

Исследованиями установлено, что в близких по показателям pH_{KCl} почвах под сельскохозяйственные угодья, ранее интенсивно известкованных, а со временем подкисляющихся, обменная кислотность, по которой в западных странах рассчитывается степень насыщенности основаниями, значительно (в 3,1–5 раз) меньше по сравнению с лесными почвами. Однако сумма поглощенных оснований на сильно- и среднекислых (pH_{KCl} 5,0 и менее) почвах, занятых сельхозугодиями, почти в 2,1–3,2 раза, а в слабокислых – примерно в 1,4–1,5 раза больше, чем в лесных почвах.

Представляет интерес тот факт, что различия в величинах обменной и гидролитической кислотностей при почти аналогичных показателях pH_{KCl} еще больше.

Обменная кислотность гумусовых слоев, pH_{KCl} которых 4,5 и менее, по сравнению с гидролитической кислотностью в лесных почвах в 4,7, а в почвах сельхозугодий – в 9,3 раза меньше.

Установлено, что сумма поглощенных оснований, определенная методом Каппена–Гильковица, в гумусовом слое почвы в 1,1–1,26 раза больше, чем сумма отдельно определенных обменных катионов, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}.

Насыщенность почв основаниями, рассчитанная методами Каппена–Гильковица и ФАО, существенно отличается в ранее интенсивно известкованных, а сейчас постепенно подкисляющихся пахотных почвах от неизвесткованных естественных лесных почв.

Ключевые слова: почва, агрохимические свойства, кислотность почвы, сумма поглощенных оснований, сумма обменных катионов