

*Dirvotyra ir agrochemija*  
*Soil Science and Agrochemistry*  
*Почвоведение и агрохимия*

---

## **Antropogeninė įtaka geocheminiam dirvožemių tipingumui**

---

**Saulius Marcinkonis<sup>1</sup>,  
Bronislavas Karmaza<sup>2</sup>,  
Eugenija Bakšienė<sup>1</sup>,  
Donatas Končius<sup>4</sup>,  
Irena Krištaponytė<sup>5</sup>,  
Vincas Kupčinskas<sup>6</sup>,  
Vytautas Mašauskas<sup>3</sup>,  
Danutė Ožeraitienė<sup>4</sup>,  
Regina Repšienė<sup>4</sup>,  
Liudmila Tripolskaja<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Lietuvos žemdirbystės instituto  
Vokės filialas, Žalioji a. 2,  
LT-4002 Trakų Vokė, Vilnius,  
el. paštas

[saulius.marcinkonis@voke.lzi.lt](mailto:saulius.marcinkonis@voke.lzi.lt)

<sup>2</sup> Geologijos ir geografijos institutas,  
T. Ševčenkos g. 13, LT-2600 Vilnius

<sup>3</sup> Lietuvos žemdirbystės institutas,  
Instituto al. 1,

Akademija, Dotnuvos sen.,  
LT-5051 Kėdainių rajonas

<sup>4</sup> Lietuvos žemdirbystės instituto  
Vėžaičių filialas,

LT-5845 Vėžaičiai, Klaipėdos rajonas

<sup>5</sup> Joniškėlio bandymų stotis,  
LT-5240 Joniškėlis, Pasvalio rajonas

<sup>6</sup> Perlojos bandymų stotis,  
LT-4650 Perloja, Varėnos rajonas

Lauko bandymai išsidėstę 3 fiziniuose-geografiniuose rajonuose ir apibūdinami 5 dirvožeminiiais tipais. Tyrimų metu geochemiškai įvertintas antropogeninis poveikis dirbamų dirvožemių armeniiui, pasireiškiantis tiesiogiai įterpiamų elementų ar jų išprovokuotu kitų elementų persiskirstymu. Unikaliais ilgalaikiais lauko bandymais įvertintas įvairios kilmės ir intensyvumo, ilgalaikis (trunkantis 20 metų ir ilgiau) antropogeninis poveikis dirvožemiui. Atominės absorbcinės analizės ir rentgeno fluorescencinės analizės metodais buvo nustatyta, kad antropogeninis poveikis dirvožemiui geocheminės sudėties atžvilgiu intensyviau išreikštas natūraliai rūgščiuose Rytų (6 elementų skirtumais) ir Vakarų (18 elementų skirtumais) zonos periodiškai kalkinamuose dirvožemiuose. Dėl ilgalaikio agrogeninio žemės ūkio poveikio (tręšimo ir kalkinimo) dirvožemiui bei Rytų ir Vakarų Lietuvos zonų lauko bandymuose nustatyti didesni Ca ir Sr, mažesni Zr, pakitę Co ir Cu bendrieji kiekiai. Čia nustatyti ir geocheminio tipingumo zonai reikšmingiausi skirtumai, pasireiškę net iki 2,1 karto didesne Sr koncentracija.

**Raktažodžiai:** ilgalaikiai lauko bandymai, armuo, cheminė sudėtis, tipiskumas

---

### **ĮVADAS**

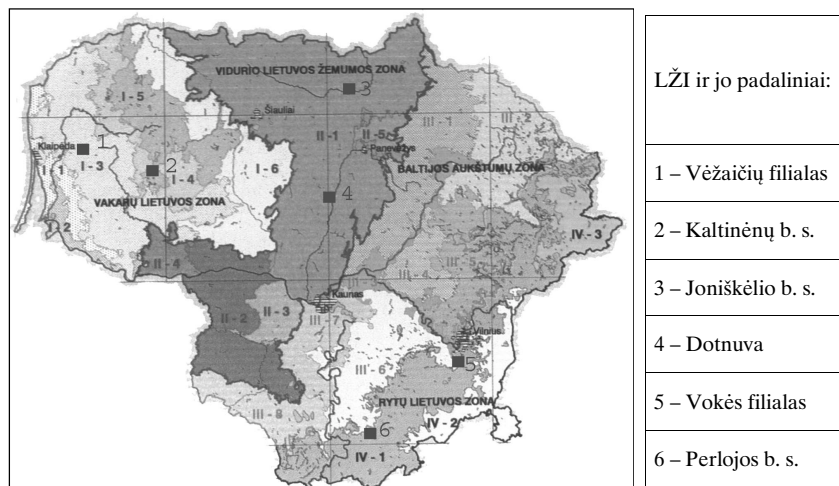
Objekto tipiskumas labai sąlygoja tipiską jo reakciją į poveikį. Agronominiuose tyrimuose bandymų duo-

menų tipiskumas (reprezentatyvumas) reiškia, kad bandymų dirvos, klimatas ir agrotechnika yra tokie patys, kaip visoje teritorijoje, kurioje bus taikomi jų duomenys. Sunkią kliūtį labai tipingiems bandymų

duomenims gauti sudaro dirvožemio, ypač cheminių savybių įvairumas [16]. Savo ruožtu žemės ūkio veikla padidina elementų kiekius ir formuoja naujas jų asociacijas, keičia pirmines dirvožemio savybes [1, 13, 15]. Geografiniu ar agronominiu atžvilgiu artimi objektai įgyja skirtingas geochemines savybes, todėl gali būti klaidingai interpretuojami tyrimų duomenys. Cheminių elementų kiekius dirvožemyje sąlygoja dirvodarinių nuogulų tipas ir genetinės ypatybės, granulimetrinė sudėtis, dirvodarinio proceso kryptis, dirvožemio cheminės bei fizikinės savybės, antropogeninė apkrova ir kt. [2, 6, 9, 10, 12, 18]. Žemės ūkio poveikį dirvožemio cheminei sudėčiai ir elementų kiekiui galima skirti į agrotechninį ir agrogeninį. Agrotechninis poveikis susijęs su mechaniniu dirvožemio dirbimu, kai į dirvožemį patenka Mn, Ni, Cr, Fe, Co, V ir Pb. Agrogeninis poveikis tiesiogiai susijęs su žemės ūkio veikla: dirvožemio tręšimu įvairiomis mineralinėmis (azoto, kalio, fosforo) ar organinėmis trąšomis, kalkinimu [17]. Ypač didelė cheminių elementų – priemaišų asociacija (Mn, Ni, Cu, Zn, Sr, V, Y, Zr, ir kt.) [17, 20], tręšiant dirvožemį, praturtina iš apatito (arba iš fosfatinio koncentrato) pagamintos fosforo trąšos, sudarytos iš polielementinių medžiagų.

Mūsų atliktais tyrimais nustatyti 28 elementai, svarbūs agronominiu, mitybos ar aplinkos taršos požiūriu. Dirvožemyje aptinkamos didelės bendrosios tokių elementų, kaip Al, Fe, Ca, K, ar kiek mažesnės Mg ir Na atsargos. Be normaliam augalų augimui ir gyvulių mitybai reikalingų mikroelementų B, Cu, Fe, Mn, Na, Zn, gyvulių mitybai svarbūs ir Cr, Ni, Sn, V. Nustatyta net Ba bei Sr trūkumo įtaka vystymosi sutrikimams [11]. Kiti elementai (Cd, Pb, tam tikrais atvejais Cu, Mo) svarbūs, nes gali turėti neigiamos įtakos augalų augimui ir vystymuisi [4, 21].

Šiems tyrimams vykdyti pasinaudojome unikalia galimybe – įvertinti įvairių, ilgalaikį (trunkantį 20 metų ir ilgiau) intensyvų antropogeninį poveikį dirvožemiui (išreikštą geocheminės sudėties pokyčiais) ilgalaikių lauko bandymų tinkle (1 pav.). Bandymų tinklas yra išsidėstęs 3 fiziniuose-geografiniuose rajonuose ir apibūdinamas 5 dirvožemio grupėmis [5, 8]. Tarp jų plynaukštėse išsidėstę – 4, aukštumose – 3, lygumose – 5 bandymai. Bandymai skirti dirvotyros ir agrochemijos klausimams spręsti įvairiose agroklimato zonose ir suteikia galimybę nustatyti antropogeninę įtaką dirvožemiui ir aplinkai.



Pav. Lietuvos dirvožemio zonos pagal monografiją „Lietuvos dirvožemiai“ (parengė J. Juodis) ir tyrimų tinklas

Fig. Soil zones of Lithuania according to monography “Lithuanian Soils” (edited by Juodis) and trial net

Pagrindinis tyrimų objektas darbe – dirvožemio armens sluoksnis, kaip reikšmingiausia ir labiausiai žemdirbystės paveikiama jo dalis. Pagrindinis darbo tikslas – apibūdinti cheminių elementų pasiskirstymą ir persiskirstymą veikiant antropogeniniams procesams, nustatyti 12 ilgalaikių lauko bandymų reprezentatyvumą ir tipingumą savo geomorfologiniam rajonui geocheminiu atžvilgiu.

## METODAI IR SĄLYGOS

2003 m. vykdytų tyrimų metu buvo surinkta 12 serijų po 4–10 armens ėminių iš 12 ilgalaikių lauko bandymų. Kiekviename bandyme ėminiai paimti iš kontrolinio ir antropogeninio (intensyviau tręšiamo, kalkinamo ar dirbamo priklausomai nuo tyrimų schemos) variantų, kiekvieno (nuo 2 iki 5) pakartojimo. Lauko bandymų vieta, dirvožemio grupė ir tirti variantai nurodyti 1–3 lentelėse. Variantų laukeliai atskiruose bandymuose buvo nuo 30 iki 207 m<sup>2</sup>. Lauko bandymai įrengti ir vykdomi laikantis standartiinių lauko bandymų metodų [16, 19]. Laboratoriniams tyrimams visi dirvožemio mėginiai buvo išdžiovinti iki orasausio drėgnumo. Dirvožemio mėginiai granulimetrinės ir geocheminės sudėties analizei buvo persijoti 2 mm sietu. Analizei skirta dalis susmulkinta iki pudros. Taikant atominės absorbcijos spektrofotometrijos (AAS) metodą, nustatyti 26 cheminiai elementai: Ag, Al, B, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, La, Li, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Ti, V, Y, Yb ir Zn, kurių identifikavimui yra panaudojamas platus spektrinių linijų sąrašas, o jų aptikimo riba yra pakankamai žema, kad būtų galima konstatuoti natūralų foninį lygį (4 lentelė). Kitas, tiriamų identifikacinių elementų sąrašą išplečiantis, analizės

1 lentelė. Tyrimų schema ir tiriamas poveikis Vakarų Lietuvos zonos bandymuose		
Table 1. Experimental design and effect in West Lithuanian zone trials		
Vieta Site	Dirvožemis ir tirti variantai / Soil and treatment description	
V1	Vakarų Žemaičių plynaukštė, Samališkė	nepasotintas balkšvažemis (JIn); velėninis jaurinis vidutiniai nujaurėjęs ( $J_2^v$ )
V2		nepasotintas balkšvažemis (JIn); velėninis jaurinis vidutiniai nujaurėjęs ( $J_2^v$ )
V3		nepasotintas balkšvažemis (JIn); velėninis jaurinis vidutiniai nujaurėjęs ( $J_2^v$ )
V4		nepasotintas balkšvažemis (JIn); velėninis jaurinis vidutiniai nujaurėjęs ( $J_2^v$ )
K5	Vidurio Žemaičių aukštuma, Gaučiai	pasotintasis balkšvažemis (J Ib); velėninis jaurinis vidutiniai nujaurėjęs ( $J_2^v$ )
K6		pasotintasis balkšvažemis (J Ib); velėninis jaurinis vidutiniai nujaurėjęs ( $J_2^v$ )
		1K. Nekalkinama ir netręšiama 2A. Kalkinta gesintomis kalkėmis (vieną kartą $\text{CaCO}_3$ – 6,6 t ha <sup>-1</sup> 1948 m.) ir kasmet mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius
		1K. Nekalkinama ir netręšiama 2A. Kalkintas fonas (mėšlas – 120 t ha <sup>-1</sup> kas 7 metus nuo 1959 m.), kasmet mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius
		1K. Nekalkinama ir netręšiama 2A. Kalkinta (kas 7 metai, nuo 1949 m. $\text{CaCO}_3$ – iš viso 74,2 t ha <sup>-1</sup> ) ir kasmet tręšta mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius
		1K. Nekalkinama ir netręšiama 2A. Kalkinamas (kas 5 metai nuo 1976 m. kalkinama užsibrėžtam pH lygiui palaikyti), kasmet tręšta mineralinėmis NPK trąšomis, 3 kartus daugiau už augalų poreikius
		1K. Nenaudojamas 1982 m. įrengtas žolynas 10–12° šlaite, tręšiamas mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius 2A. Javų ir žolių sėjomaina 10–12° šlaite, tręšiama mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius
		1K. Nenaudojamas 1982 m. įrengtas žolynas 12–16° šlaite, tręšiamas mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius 2A. Javų ir žolių sėjomaina 12–16° šlaite, tręšiama mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius

2 lentelė. Tyrimų schema ir tiriamas poveikis Rytų Lietuvos zonos bandymuose		
Table 2. Experimental design and effect in East Lithuanian zone trials		
Vieta Site	Dirvožemis ir tirti variantai / Soil and treatment description	
V7	Dainavos lyguma, Vokė, Perloja	paprastasis išplautžemis (Idp); velėninis jaurinis mažai nujaurėjęs ( $J_1^v$ )
V8		paprastasis išplautžemis (Idp); velėninis jaurinis mažai nujaurėjęs ( $J_1^v$ )
V9		paprastasis išplautžemis (Idp); velėninis jaurinis mažai nujaurėjęs ( $J_1^v$ )
P10		paprastasis išplautžemis (Idp); velėninis jaurinis mažai nujaurėjęs ( $J_1^v$ )
		1K. 1. Netręšta 2A. Karbonatinis sapropelis (200 t ha <sup>-1</sup> vieną kartą 1984 m.) ir mineralinės NPK trąšos kasmet pagal augalų poreikius
		1K. Nekalkinta ir netręšta 2A. Kalkinta dulkišiais klintmilčiais (7,18 t ha <sup>-1</sup> $\text{CaCO}_3$ vieną kartą 1972 m.) ir kasmet tręšta mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius
		1K. Nekalkinta ir netręšta 2A. Periodiškai kalkinta dulkišiais klintmilčiais (iš viso 24,64 t ha <sup>-1</sup> $\text{CaCO}_3$ nuo 1973 m.) ir kasmet tręšta mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius
		1K. Netręšta 2A. Organinio tręšimo fone (60 t ha <sup>-1</sup> mėšlo kas 4 metai nuo 1960 m.) kasmet tręšta mineralinėmis NPK trąšomis pagal augalų poreikius

metodas – rentgeno fluorescencinė analizė (RFA). Juo buvo nustatomos Sr ir Zr koncentracijos. Sr aptikimo riba – 2 mg kg<sup>-1</sup>, o Zr – 4 mg kg<sup>-1</sup>. Ti-

riant, kaip ir AAS metodu, mėginys netirpinamas, o smulkiai jį sumalus, tiesiogiai buvo analizuojamas rentgeno spinduliais. Dirvožemio geocheminė sudė-

3 lentelė. Tyrimų schema ir tiriamas poveikis Vidurio Lietuvos zonos bandymuose  
Table 3. Experimental design and effect in Middle Lithuanian zone trials

Vieta / Site		Dirvožemis ir tirti variantai / Soil and treatment description	
<b>J11</b>	Mūšos – Nemunėlio lyguma, Joniškėlis	glėjiškasis rudžemis (RDg); velėninis glėjiškasis pajaurėjęs (VG <sub>1</sub> )	1K. Netręšta 2A. Organinio tręšimo fone (80 t ha <sup>-1</sup> mėšlo kas 5 metai nuo 1960 m.) kasmet tręšta mineralinėmis N <sub>56</sub> P <sub>48</sub> K <sub>60</sub> trąšomis pagal augalų poreikius
<b>D12</b>	Nevėžio lyguma, Dotnuva	glėjiškasis rudžemis (RDg); velėninis glėjiškasis pajaurėjęs (VG <sub>1</sub> )	1K. 1. Netręšta 2A. Tręšta mineralinėmis NPK trąšomis (pagal augalų poreikius, bet tik P <sub>240</sub> K <sub>360</sub> kas 4 metai nuo 1971 m.)

4 lentelė. Atominės absorbcinės analizės elektros lanke cheminių elementų aptikimo ribos  
Table 4. Limits of detection of AAS analytic technique for observation of chemical elements

Elementas / Element	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ga	La	Li	Mn	Mo
Aptikimo riba mg kg <sup>-1</sup> <i>Limit of detection</i>	0,03	5	30	1	2	2	1	3	10	10	0,5
Elementas / Element	Nb	Ni	P	Pb	Sc	Sn	Ti	V	Y	Yb	Zn
Aptikimo riba mg kg <sup>-1</sup> <i>Limit of detection</i>	3	2	300	3	1	1	10	1	1	0,3	10

tis analizuota Geologijos ir geografijos instituto laboratorijose. Straipsnyje trumpai minimi bandymų profilių geocheminės sudėties tyrimų rezultatai, gauti ankstesniais metais naudojant analogišką metodiką<sup>1</sup>. Laboratorinių analizų duomenys buvo susisteminti ir apdoroti statistiškai, taikant dispersinės analizės statistinius metodus. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausio esminio skirtumo absoliutine riba. Statistinei analizei atlikti panaudotas statistinių duomenų apdorojimo paketas STATENG [14]. Tipingumo palyginimas su elementų medianiniu kiekiu geomorfologiniuose rajonuose [7] neatliktas Al, Fe, Ca, Mg elementams, kurių geocheminiai žemėlapiai dar neįtraukti į geocheminį atlasą. Elementų skirtumai tipingumo atžvilgiu vertinti kaip reikšmingi, besiskiriantys daugiau kaip 2 kartus.

## REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

**Vakarų Lietuvos dirvožemių zona** apima Pajūrio žemumą ir Žemaičių aukštumą. Vyraujančios dirvodarinės uolienos – daugiausia smėlingi lengvi ir vidutiniai priemoliai. Klimato sąlygos zonoje skatina dirvožemių išsiplovimo, jaurėjimo procesus [8]. Zoną tyrimuose reprezentuoja 6 lauko bandymai, 4 (V1–V4) iš jų esantys Samališkėje, Klaipėdos rajone (Va-

karų Žemaičių plynaukštė), kiti du (K5–K6) – Gaučiuose, Šilalės rajone (Vidurio Žemaičių aukštuma). Bandymų dirvožemiai yra tipingi zonos – balkšvažemiai (1 lentelė).

Tyrimų schema Samališkės lauko bandymuose įgailino įvertinti kombinuotą agrogeninį poveikį – įvairaus intensyvumo kalkinimo kartu su mineraliniu bei organiniu dirvožemio tręšimu. Atlikus profilio geocheminę analizę (V1) buvo nustatyta, kad smėlingo priemolio armenyje yra didesni Ag, Ca, Mn, P, Pb, Zr kiekiai, o Mn ir P kiekiai didesni du kartus, nei kituose horizontuose. Prieš 55 metus kalkinto agresyvia kalkine medžiaga – gesintomis kalkėmis ir pastoviai tręšto dirvožemio armens geocheminė sudėtis patikimai skyrėsi, palyginti su netręštu ir nekalkintu dirvožemiu (5 lentelė). Antropogeniniame variante nustatyta statistiškai patikimai mažesni 5 elementų bendrieji kiekiai: Mg – 12%; Ba – 17%; Cu – 24%; Sc – 18% ir Zn – 33%. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu, Pajūrio žemumos rajone šių elementų buvo ir išliko santykinai daugiau: Ba – 144,7 → 120,7%, Cu – 111,3 → 84,5%, Sc – 128,6 → 105,4%, Zn – 162,5 → 108,6%. Pažymėtina, kad Mn ir Zr, palyginti su medianiniu kiekiu rajone, buvo nustatyta atitinkamai 3–3,3 ir 1,8–2,1 karto daugiau.

V2 bandymo smėlingo priemolio humusingame horizonte Ag, Al, Ba, Ca, Mn, P, Ti, Zn, Zr kiekiai yra didesni, nei kituose horizontuose. Čia periodiškai kas 7 metus (per 45 metus) kalkintame bei tręštame dirvožemio armenyje nustatyta kur kas daugiau Ca – 2,8 karto bei žymiai daugiau Sr – 1,77 karto, palyginti su

<sup>1</sup> Marcinkonis S. Ilgalaikių lauko bandymų dirvožemių geocheminis įvertinimas ir vietos sąlygų detalizavimas / Ataskaita. Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas. Vilnius, 2002. 100 p.

5 lentelė. Elementų kiekiai Vakarų Lietuvos zonos dirvožemių armenyje  
Table 5. Element content in West Lithuanian arable soil

Elementas <i>Element</i>	Vidutiniai elementų kiekiai mg kg <sup>-1</sup> (Al, Fe, Ca, Mg – %) <i>Mean amount of elements mg kg<sup>-1</sup> (Al, Fe, Ca, Mg – %)</i>								
	Pajūrio * žemumoje	V1		V2		V3		V4	
		1K	2A	1K	2A	1K	2A	1K	2A
Al	–	5,56	4,87	4,64	4,98	5,63	4,18 ↓	4,87	5,13
Fe	–	2,48	2,48	2,26	2,38 ↑	2,63	2,10 ↓	2,33	2,27
Ca	–	0,32	0,29	0,23	0,64 ↑	0,32	1,05 ↑	0,29	0,72 ↑
Mg	–	0,452	0,354 ↓	1,066	0,426	0,415	0,420	0,347	0,437
Ag	0,070	0,104	0,102	0,080	0,090	0,090	0,090	0,100	0,119
B	26,5	35,2	33,8	31,8	34,2 ↑	33,0	33,0	32,3	33,7
Ba	333	482	402 ↓	456	484	345	337	467	460
Co	4,60	6,64	7,60	6,40	6,40	7,80	6,40 ↓	6,33	5,87
Cr	36,9	51,6	52,4	49,2	48,6	54,5	52,0	33,6	49,3
Cu	9,7	10,8	8,2 ↓	12,4	11,4	9,5	9,0	11,7	11,3
Ga	6,50	8,16	7,96	7,50	8,30	8,20	7,30	8,20	8,47
La	21,4	28,4	30,2	21,6	25,0	36,0	27,3	23,3	31,0
Li	13,4	14,8	14,4	15,6	16,8	19,0	16,8 ↓	14,00	14,3
Mn	351	1166	1076	832	1082	925	830	1020	863,3
Mo	0,66	0,82	0,76	0,64	0,74	0,75	0,63	0,8	0,9
Nb	12,6	16,8	16,0	15,4	16,6	18,3	14,8 ↓	17,0	17,3
Ni	13,7	19,1	19,6	17,2	19,6 ↑	18,8	17,3	17,3	17,3
P	587	1020	840	900	1020	760	710	933	1033
Pb	18,0	16,7	16,6	14,4	14,2	17,0	14,5	17,2	17,7
Sc	5,60	7,20	5,90 ↓	5,60	7,00	7,05	5,33	6,00	5,80
Sn	2,28	2,60	2,66	2,70	2,62	2,83	2,70	2,53	2,73
Sr	75	75	90	58	102 ↑	107	132	64	137 ↑
Ti	2370	3120	3300	2220	2520	3375	3025	2733	2900
V	39,9	61,6	49,2	55,2	56,4	58,5	55,0	52,7	54,0
Y	14,4	15,0	14,0	13,6	14,2	14,0	10,5	15,7	14,7
Yb	1,90	2,30	2,40	2,04	2,16	2,10	1,90	2,40	2,47
Zn	31,5	51,2	34,2 ↓	41,0	47,8 ↑	41,0	32,5	50,0	42,3
Zr	207	438	372 ↓	368	316	365	357	290	413

↑ ↓ – statistiškai patikimi ( $R_{05}$ ) skirtumai.

\* Medianinis kiekis Pajūrio žemumos dirvožemiuose pagal V. Kadūną [7].

netręštu ir nekalkintu dirvožemiu. Daugiau buvo ir Fe – 5%, B – 8%, Ni – 14%, Zn – 17%. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu, Pajūrio žemumos dirvožemio rajone Sr padaugėjo 76,7 → 135,8%, buvo daugiau ir dar padaugėjo B – 120,0 → 129,1%, Ni – 125,5 → 143,1%, Zn – 130,2 → 151,7%. Mn kiekio, palyginti su medianiniu kiekiu zonoje, taip pat buvo nustatyta 2,4–3,1 karto daugiau.

V4 bandymo priemolio humusingame horizonte yra didesni, nei kituose horizontuose, Ba, Ca, Mn,

Nb, Pb, Sr, Zr kiekiai, ypač Mn (net 2 kartus). Jame 27 metus organinėmis ir mineralinėmis trąšomis intensyviai tręšto ir kalkinto dirvožemio armenyje skyrėsi Ca ir Sr kiekiai, palyginti su netręštu ir nekalkintu dirvožemiu. Šiomis intensyvaus agrogeninio poveikio sąlygomis Ca buvo nustatyta 2,5 karto, o Sr – 2,1 karto daugiau. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu, Pajūrio žemumos dirvožemio rajone Sr padaugėjo 85,2 → 182,0%, Mn – 2,5–2,9 karto, Zr – 1,4–2,0 kartus.

6 lentelė. Elementų kiekiai Vakarų Lietuvos zonos dirvožemių armenyje

Table 6. Element content in West Lithuanian arable soil

Elementas Element	Vidutiniai elementų kiekiai mg kg <sup>-1</sup> (Al, Fe, Ca, Mg – %) Mean amount of elements mg kg <sup>-1</sup> (Al, Fe, Ca, Mg – %)				
	Žemaičių * aukštumoje	K5		K6	
		1K	2A	1K	2A
Al	–	4,55	4,95	4,50	5,00
Fe	–	2,50	2,40	2,25	2,80
Ca	–	0,57	0,47	0,58	0,60
Mg	–	0,365	0,475	0,560	0,600
Ag	–	0,064	0,063	0,065	0,062
B	27,7	36,0	36,0	38,0	37,0
Ba	385	275	340	430	300 ↓
Co	5,30	7,20	7,50	8,00	8,40
Cr	39,1	44,5	50,0 ↑	51,0	55,0
Cu	10,6	8,5	8,0	8,5	10,0
Ga	5,9	5,9	6,3	7,7	8,4
La	30,0	30	27,5	28	32
Li	14,4	10,75	10,0	12,0	14,0
Mn	620	620	490	430	405
Mo	0,74	0,74	0,65	0,68	0,78
Nb	12,5	14,0	13,5	11,5	13,0
Ni	15,5	15,5	18,0	20,5	22,0
P	569	500	500	440	500 ↑
Pb	13,0	13,0	13,0	13,0	15,0
Sc	5,5	5,5	6,0	6,0	6,7
Sn	2,50	2,50	2,50	2,55	2,60
Sr	81,1	120,0	105,0	65,0	100,0 ↑
Ti	2585	2850	2950	2700	3350
V	41,8	51,0	58,0 ↑	51,5	60,0
Y	13,5	13,5	12,5	51,5	60,0
Yb	1,85	1,85	1,80	14,50	14,50
Zn	32,0	27,5	33,0 ↑	26,0	33,0
Zr	223	340	350	270	285

↑↓ – statistiškai patikimi ( $R_{05}$ ) skirtumai.  
\* Medianinis kiekis Žemaičių aukštumos dirvožemiuose pagal V. Kadūną [7].

Ketvirtame bandyme Samališkėje (V3) smėlingo priemolio armenyje yra didesni, nei kituose horizontuose, Ag, Ca, La, Mn, Pb, Sr, Zn, Zr kiekiai, o P kiekis net 2 kartus didesnis. Čia periodiškai kalkinto ir mineralinėmis trąšomis 54 metus tręšto dirvožemio armenyje Ca nustatyta net 3,3 karto daugiau. Su kalkinėmis trąšomis įterpiamas šis elemen-

tas akumuliuosis armenyje. Nustatyta Al – 26%, Co – 18%, Fe – 20%, Li – 12%, Nb – 19% mažiau. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu, Pajūrio žemumos rajone išliko santykinai daugiau šių elementų: Co – 169,6 → 139,1%, Li – 141,8 → 125,4%, Nb – 145,2 → 117,5%, Mn – 2,4–2,6 karto.

Tyrimų schema Gaučių lauko bandymuose leidžia įvertinti agrotechninį poveikį įvairaus statumo šlaituose. Tačiau dėl tyrimų schemos ypatumų, esant nedaug pakartojimų, statistinis geocheminės sudėties duomenų įvertinimas gana sąlyginis. Pirmo bandymo Gaučiuose profilyje (K5) smėlingo priemolio armenyje yra didesni, nei kituose horizontuose, Ag, Ba, Ca, La, Mn, Nb, Pb, Sr, Zn, Zr kiekiai. Čia pastoviai dirbamame 10–12° šlaito dirvožemio armenyje, palyginti su nedirbamu žolyne, nustatyta Cr – 12%, V – 14% ir Zn – 20% daugiau (6 lentelė). Palyginti su elementų medianiniu kiekiu Žemaičių aukštumos dirvožemiuose, šių elementų atsargos labai panašios: Cr – 113,8 → 127,9%, V – 122,0 → 138,8%, Zn – 85,9 → 103,1%. Kitų elementų kiekiai ir jų medianinis kiekis šiame rajone panašūs.

K6 bandyme, smėlingo priemolio armenyje, yra didesni, nei kituose horizontuose, Ca, Co, Mn kiekiai. Jame, periodiškai dirbamo 12–16° šlaito armenyje, nustatyta 30% mažiau Ba, tačiau daugiau P – 14%, Sr – 54%, nei nenaudojamame žolyne. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu Žemaičių aukštumos dirvožemiuose, elementų atsargos gana panašios: Ba – 111,7 → 77,9%, P – 77,3 → 87,9%, Sr – 80,1 → 123,3%. Kitų elementų kiekiai, palyginti su jų medianiniu kiekiu šiame rajone, skiriasi iki 58,5%.

Iš 28 tirtų elementų antropogeninis agrogeninis ir agrotechninis poveikis pasireiškė 18 elementų. Iš jų agrogeninis – 15 elementų (Al, Fe, Ca, Mg, B, Ba, Co, Cu, Li, Nb, Ni, Sc, Sr, Zn, Zr) pokyčiais armenyje, agrotechninis – 6 elementų (Ba, Cr, P, Sr, V, Zn) pokyčiais. Dirvožemio geocheminę sudėtį tirtuose balkšvažemiuose labiausiai veikė periodiškas kalkinimas ir reguliarus tręšimas: pakito 6 elementų kiekiai. Periodiškai kalkintame ir kuo intensyviau tręštame dirvožemio armenyje nustatyta daugiausiai Sr. Pagausėjus Ca, sumažėjus dirvožemio rūgštumui šis elementas imobilizuojamas armenyje. Natūralaus rūgštumo dirvožemyje Sr kiekis patikimai nesiskia.

**Rytų Lietuvos dirvožemių zona** labiausiai nutolusi nuo Baltijos jūros, todėl klimatas kontinentalus. Rytų Lietuvos zonos smėlžemių rajone dirvodarinės uolienos – fluvioglacialiniai smėliai. Rajone daugiau

7 lentelė. Elementų kiekiai Rytų Lietuvos zonos dirvožemių armenyje  
Table 7. Element content in East Lithuanian arable soil

Elementas <i>Element</i>	Vidutiniai elementų kiekiai mg kg <sup>-1</sup> (Al, Fe, Ca, Mg – %) <i>Mean amount of elements mg kg<sup>-1</sup> (Al, Fe, Ca, Mg – %)</i>								
	Pajūrio * žemumoje	V1		V2		V3		V4	
		1K	2A	1K	2A	1K	2A	1K	2A
Al	–	3,30	3,88	4,03	4,45	4,43	3,95	4,13	3,88
Fe	–	1,73	1,65	2,03	1,98	1,95	1,80	1,98	1,85
Ca	–	0,543	1,530	0,250	0,310	0,365	0,530 ↑	0,400	0,435
Mg	–	0,228	0,255	0,225	0,238	0,233	0,233	0,233	0,215
Ag	0,066	0,076	0,076	0,0715	0,0730	0,082	0,070	0,080	0,073
B	21,30	28,80	28,50	26,50	26,80	26,50	15,38	27,75	27,75
Ba	305,0	327,5	312,5	387,5	385,0	497,5	435,0	422,5	407,5
Co	3,70	5,25	5,70	4,00	3,88	4,25	5,15 ↑	4,05	4,05
Cr	24,3	40,5	38,8	39,3	41,0	42,0	40,0	42,7	41,00
Cu	6,8	8,5	8,0	7,8	9,5 ↑	7,8	9,3	7,0	7,7
Ga	5,00	5,63	6,50	6,55	6,30	6,45	6,08	6,30	6,00
La	18,9	30,3	35,8	26,8	31,3	23,3	32,0	24,0	20,5
Li	10,7	8,8	10,5	9,8	9,3	11,5	11,3	10,50	10,25
Mn	436,0	610,0	695,0	600,0	670,0	580,0	612,5	655,0	640,0
Mo	0,64	0,59	0,65	0,47	0,40	0,58	0,63	0,53	0,54
Nb	12,90	15,00	13,50	14,80	15,00	15,80	17,75	16,75	15,50
Ni	9,60	12,30	12,50	12,90	13,10	13,63	11,88	11,75	11,15
P	705	835	900	1050	1100	950	1200	900	1050
Pb	15,0	13,5	15,3	14,5	14,0	13,75	14,0	13,25	12,25
Sc	3,70	3,50	4,25	2,70	3,50	3,33	3,95	2,88	2,63
Sn	1,95	2,83	2,53	2,23	2,20	1,98	2,38	2,38	2,23
Sr	68,4	72,5	130,0 ↑	65,0	75,0	72,5	130,0 ↑	66,50	77,50
Ti	1919	2725	3000	1925	2112	2000	2575 ↑	2275	2100
V	25,7	37,0	39,3	41,8	42,3	39,3	38,5	38,75	37,00
Y	13,8	11,3	15,5	10,5	13,0	12,8	12,8	13,00	12,75
Yb	1,80	1,90	2,30	1,73	2,13	2,28	1,95	1,98	2,23
Zn	24,9	11,0	10,3	23,8	23,0	17,5	17,6	26,50	26,50
Zr	257,0	392,5	420,0	427,5	462,5	497,5	422,5 ↓	432,5	437,5

↑↓ – statistiškai patikimi ( $R_{05}$ ) skirtumai.

\* Medianinis kiekis Dainavos lygumos dirvožemiuose pagal V. Kadūną [7].

sia paplitę paprastieji smėlžemiai, dirvožemių agrominė vertė yra labai menka [8]. Zoną reprezentuoja 4 lauko bandymai Dainavos lygumoje, 3 iš jų esantys Vokės bandymų plotuose (V7–V9), Vilniaus rajone, 1 – Perlojoje (P10), Varėnos rajone. Bandymų dirvožemiai – išplautžemiai (2 lentelė).

Tyrimų schema Vokės tyrimuose įgalino įvertinti kombinuotą agrogeninį poveikį – įvairaus intensyvumo kalkinimo medžiagas bei mineralinį ir organinį dirvožemio tręšimą. Atlikus geocheminį profilio ana-

lizę (V7) smėlingo priemolio armenyje nustatyti didesni, nei kituose horizontuose, Fe, Al, B, Pb, Ti, Ba, Nb, Sn, La, Co kiekiai, o Zr kiekis buvo net 4 kartus didesnis. Čia reguliariai tręšiamo ir prieš 19 metų karbonatiniu sapropeliu gausiai tręšto dirvožemio armens geocheminė sudėtis praktiškai nesiskyrė, palyginti su netręštu dirvožemiu (7 lentelė). Iki 73% padidėjo tik Sr kiekis. Duomenis palyginus su elementų medianiniu kiekiu Pietryčių zonoje, Sr atsargos irgi ženkliausiai didesnės – 106 → 190%, o

Zn 2,4→2,3 karto mažiau. Kitų elementų kiekiai, palyginti su jų medianiniu kiekiu, šiame rajone skyrėsi iki 67%, La – 189%.

Kito bandymo (V8) smėlingo priemolio armenyje yra didesni, nei kituose horizontuose, Mg, Mn, Zr kiekiai, o P – beveik 2 kartus daugiau. Dėl vienkartinio dirvožemio pakalkinimo prieš 21 metus ir visą tą laikotarpį trukusio tręšimo geocheminė išplautžemio sudėtis nedaug tepasikeitė. Patikimai pakito tik Cu kiekiai – 22% daugiau nei netręštame ir nekalkintame dirvožemyje. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu Pietryčių zonoje, Cu atsargos mažai skiriasi – 114,7 → 139,7%. Kitų elementų kiekiai ir jų medianinis kiekis šiame rajone taip pat panašūs (skyrėsi iki 80%).

Trečio bandymo profilyje (V9), smėlingo priemolio armenyje, yra didesni, nei kituose horizontuose, Cr, Mo, P, Sc, Y, Yb, Zn, Zr kiekiai. Čia dėl periodinio dirvožemio kalkinimo ir tręšimo per 20 metų geocheminė išplautžemio sudėtis pakito ženkliai. Dėl agrogeninio poveikio pakito elementų kiekiai ir nustatyta: Ca – 22%, Co – 21%, Ti – 28%, Sr – 79% daugiau nei kontroliniame variante, Zr – 15% mažiau. Palyginti su elementų medianiniu kiekiu Pietryčių zonoje, Co (113,7 → 137,8%) ir Ti (104,2 → 134,2%) atsargos mažai skyrėsi. Tačiau Sr nustatyta beveik dvigubai daugiau už foninį lygį, o Zr natūralus lygis kiek sumažėjo (193,4 → 164,2). Kitų elementų kiekiai ir jų medianinis kiekis šiame rajone skyrėsi iki 70%.

Bandyme Perlojoje (P10), smėlingo priemolio armenyje, yra didesni, nei kituose horizontuose, Ag, Al, Ba, Ca, La, Mg, Mn, Pb, Sn, Ti, Yb, Zn, Zr kiekiai, o Sc ir Y daugiau net 2 kartus. Čia organinėmis ir mineralinėmis trąšomis 43 metus reguliariai tręštame dirvožemyje elementų kiekiai patikimai nesiskyrė, palyginti su netręštu dirvožemiu.

Iš 28 tirtų elementų agrogeninis poveikis Rytų zonos bandymuose pasireiškė 6 elementams (Ca, Co, Cu, Sr, Ti, Zr). Periodiškai kalkintų ar karbonatinių sapropeliu gausiai tręštų ir mineralinėmis trąšomis reguliariai tręšiamų išplautžemių armenyse Sr aptinkama apie 79% daugiau. Analogiškai Vakarų zonos tyrimams pastebima, kad reguliuojant dirvožemio pH pastoviai tręšiamo dirvožemio armenyje kaupiasi Sr. O ir didžiausią įtaką dirvožemio geocheminei sudėčiai išplautžemyje turėjo periodiškai kalkinimas ir kartu reguliarus tręšimas: pakito 5 elementų kiekiai.

**Vidurio Lietuvos žemumos dirvožemių zona** apėmė vidurinę Lietuvos dalį. Natūralias dirvodaras sąlygas čia lemia karbonatingos uolienos (karbonatai yra 40–60 cm gylyje), mažesnis kritulių kiekis, lygus landšaftas [8]. Zoną reprezentuoja 2 lauko bandymai, vienas iš jų esantis Joniškėlyje (J11), Pasvalio rajone (Mūšos–Nemunėlio lyguma), kitas – Dot-

nuoje (D12), Kėdainių rajone (Nevėžio lygumoje). Dirvožemiai tipingi zonai – rudžemiai (3 lentelė). Tyrimų schema Dotnuvos ir Joniškėlio lauko bandymuose įgalino įvertinti agrogeninį mineralinio ir organinio ilgalaikio tręšimo poveikį. Atlikus geocheminę profilio analizę Joniškėlyje (J11) buvo nustatyta, jog dulkiško priemolio armenyje yra didesni, nei kituose horizontuose, Ag, Al, Ba, Mn, Sc, Sr, Zn, Zr kiekiai. Čia 43 metus trukęs organinis ir mineralinis tręšimas neturėjo įtakos geocheminei sudėčiai, palyginti su netręštu dirvožemiu, nes elementų kiekiai patikimai nesiskyrė (8 lentelė). Dirvožemio tipingumo atžvilgiu, palyginti su elementų medianiniu kiekiu Mūšos–Nemunėlio lygumos dirvožemiuose, buvo nustatyta 2,2–2,3 karto daugiau Zn, taip pat 2 kartus daugiau V.

Tyrimuose Dotnuvoje (D12), priemolio armenyje, yra didesni, nei kituose horizontuose, Ag, Al kiekiai, o Ba, P, Sc beveik 2 kartus daugiau. Palyginti netręšiamą dirvožemį su tręšiamu, kai iškart įterpiama 4 metams skirtos PK trąšos, per 33 tyrimų metus iš nagrinėtų elementų išsiskyrė tik Fe. Jos 29% daugiau aptikta tręšiamame dirvožemyje. Dirvožemio tipingumo atžvilgiu, palyginti su elementų medianiniu kiekiu Nevėžio lygumos dirvožemiuose, Ga buvo nustatyta apie 2 kartus mažiau. Kitų elementų kiekiai ir jų medianinis kiekis šiame rajone panašūs (skyrėsi iki 75,9%).

Iš 28 tirtų elementų antropogeninis agrogeninis poveikis Vidurio zonos tyrimuose pasireiškė tik 1 elemento patikimu skirtumu. Nepakito ilgą laiką tręšiamo rudžemio geocheminė sudėtis, o periodiškai tręšiamo rudžemio armenyje daugiau aptikta tik Fe.

Apibendrinę atliktų tyrimų rezultatus nustatėme, kad visi lauko bandymų dirvožemiai daugumos analizuotų elementų atžvilgiu buvo tipingi savo geomorfologiniam rajonui. Tik lauko bandymuose Samališkėje Mn aptikta 2,4–3,3 karto daugiau, palyginti su jo medianiniu kiekiu Pajūrio žemumoje, o Joniškėlyje 2,2–2,3 karto daugiau Zn, taip pat 2 kartus daugiau V, palyginti su medianiniu kiekiu Mūšos–Nemunėlio lygumos dirvožemiuose.

Tyrimai parodė, kad antropogeninis poveikis dirvožemiui geocheminės sudėties atžvilgiu intensyviau išreikštas natūraliai rūgščiuose Rytų ir Vakarų zonos lauko bandymų dirvožemiuose, kurie yra periodiškai kalkinami. Tokiu būdu į dirvožemį tiesiogiai įterpiama įvairesnių ir daugiau cheminių elementų, o bendrieji elementų kiekiai dirvožemyje, be tiesioginio įterpimo, pakinta ir persiskirstant jų grupėms. Šiose zonosose nustatyti ir geocheminio tipingumo zonai atžvilgiu reikšmingiausi skirtumai Sr koncentracijos padidėjimu. Šis elementas patenka į dirvožemį kaip trąšų (tarp jų dolomito, kalio, azoto ar fosfatinių medžiagų) sudėtinė dalis arba jo kiekiai keičiasi kintant Sr apytakai dėl dirvožemio užteršimo [3].



8 lentelė. Elementų kiekiai Vidurio Lietuvos zonos dirvožemių armenyje

Table 8. Element content in Middle Lithuanian arable soil

Elementas <i>Element</i>	Vidutinis elementų kiekis % Mean amount of elements mg kg <sup>-1</sup> (Al, Fe, La, Mg)					
	Mūšos– Nemunėlio lygumoje	J11		Nevėžio lygumoje	D12	
		1K	2A		1K	2A
Al	–	6,75	6,75	–	5,90	5,15
Fe	–	3,15	3,18	–	1,80	2,33 ↑
Ca	–	0,70	0,710	–	1,28	1,08
Mg	–	0,62	0,68	–	0,86	0,79
Ag	0,064	0,069	0,064	0,067	0,079	0,104
B	30,2	48,8	52,0	29,1	36,8	34,8
Ba	424	590	585	393	410	485
Co	5,90	7,88	7,60	5,00	7,45	7,10
Cr	38,4	61,5	57,0	34,2	50,0	50,3
Cu	9,5	17,5	16,8	9,4	8,3	7,8
Ga	7,40	11,63	11,13	18,70	9,15	9,25
La	25,3	31,3	34,5	24,6	34,8	30,3
Li	15,4	20,5	21,3	14,1	24,3	24,8
Mn	378,0	437,5	452,5	370,0	375,0	352,5
Mo	0,70	0,85	0,85	0,70	0,53	0,56
Nb	11,4	16,3	16,50	11,80	14,8	13,5
Ni	15,2	25,8	26,5	14,2	20,3	19,3
P	527	375	425	565	430	445
Pb	15,70	12,80	12,38	13,90	17,30	15,40
Sc	7,90	12,90	13,13	5,90	7,75	6,30
Sn	2,07	3,43	3,13	2,08	2,65	2,68
Sr	102,0	84,0	102,5	89,4	77,5	67,5
Ti	2439	3200	3400,0	2256	3025,0	2775
V	39,0	77,0	78,5	37,2	54,0	63,5
Y	19,80	12,73	16,25	18,70	18,30	17,00
Yb	2,50	2,75	2,80	2,10	2,40	2,38
Zn	30,0	70,5	66,0	29,3	30,5	31,8
Zr	225,0	272,5	327,5	269,0	347,5	347,5

↑↓ – statistiškai patikimi ( $R_{05}$ ) skirtumai.  
\* Medianinis kiekis Mūšos–Nemunėlio ir Nevėžio lygumų dirvožemiuose pagal V. Kadūną [7].

## IŠVADOS

1. Tirtų lauko bandymų dirvožemiai daugumos analizuotų cheminių elementų atžvilgiu buvo tipingi savo geomorfologiniam rajonui. Ženkliai daugiau nei medianiniai kiekiai atitinkamuose geomorfologiniuose rajonuose nustatyta Mn (2,4–3,3 karto) bandymuose

Samališkėje, o Zn (2,2–2,3 karto) ir V (2 kartus) bandyme Joniškėlyje.

2. Dėl agrogeninio ir agrotechninio žemės ūkio poveikio skyrėsi dirbamų (Vakarų Lietuvos zonos, Pajūrio žemumos ir Vidurio Žemaičių aukštumos) balkšvažemių geocheminė sudėtis. Kalkinimo ir kartu reguliaraus tręšimo poveikis pasireiškė 15-os (Al, Fe, Ca, Mg, B, Ba, Co, Cu, Li, Nb, Ni, Sc, Sr, Zn, Zr), o skirtingo žemės dirbimo poveikis 6 elementų (Ba, Cr, P, Sr, V, Zn) bendrųjų kiekių skirtumais. Pakitusių elementų grupės skyrėsi priklausomai nuo naudotų medžiagų, jų panaudojimo periodiškumo ir intensyvumo.

3. Dėl agrogeninio žemės ūkio poveikio skyrėsi dirbamų Rytų Lietuvos zonos (Dainavos lygumos) išplautžemių geocheminė sudėtis. Kalkinimo ir kartu reguliaraus tręšimo (ir sapropeliu) poveikis pasireiškė 6 elementų (Ca, Co, Cu, Sr, Ti, Zr) bendrųjų kiekių skirtumais. Dėl periodiško kalkinimo kartu su reguliariu tręšimu nustatyti pakitę 5 elementų kiekiai.

4. Tirtų Vidurio Lietuvos zonos (Mūšos–Nemunėlio ir Nevėžio lygumos) rudžemių geocheminė sudėtis dėl agrogeninio žemės ūkio poveikio praktiškai nesiskyrė. Iš 28 tirtų elementų tręšimo poveikis Vidurio zonos lauko bandymuose pasireiškė tik patikimu Fe kiekiu padidėjimu lauko bandyme Dotnuvoje.

5. Dėl ilgalaikio agrogeninio žemės ūkio poveikio dirvožemiui (tręšimo ir kalkinimo derinių) ir Rytų, ir Vakarų Lietuvos zonų lauko bandymuose nustatyti didesni Ca ir Sr, mažesni Zr, pakitę Co ir Cu bendrieji kiekiai.

6. Agrogeninis žemės ūkio poveikis labiausiai pasireiškė Sr atžvilgiu. Periodiškai kalkinto ir tręšto Vakarų zonos balkšvažemio armenyje 1,77 karto daugiau aptinkama Sr, intensyviau (3 kartus daugiau už augalų poreikius) tręšiant – net iki 2,1 karto. Periodiškai kalkinto ar karbonatiniu sapropeliu gausiai tręšto ir mineralinėmis trąšomis reguliariai tręšiamo Rytų zonos išplautžemio armenyje Sr aptinkama 1,79 karto daugiau.

Mokslinio tyrimo darbas atliktas parėmus Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui.

Gauta  
2003 12 12

## Literatūra

- Adomaitis T., Mažvila J., Eitminavičius L. A comparative study of heavy metals in the soils of cities and arable lands // *Ekologija*. 2003. Nr. 3. P. 12–17.
- Baltakis V. Foniniai mikroelementų pasiskirstymai ir jų tarpusavio ryšiai Lietuvos dirvožemiuose // *Geologija*. 1993. Nr. 15. P. 32–42.
- Bohlke J. K., Horan M. Strontium isotope geochemistry of groundwaters and streams affected by agriculture, Locust Grove, MD. *Applied Geochemistry*. 2000. Vol. 15. P. 599–609.
- Brække, Finn H. Drainage, Liming and Fertilization of Organic Soils. II. Distribution of Macro Elements and Heavy-Metal Accumulation // *Scandinavian journal of forest research*. 1999. Vol. 14. P. 64–77.
- Ilgalaikiai dirvožemių savybių ir augalų tręšimo bandymai Lietuvoje. Kaunas, 2002. 31 p.
- Kadūnas V. Gamtinės geocheminės anomalijos Lietuvos dirvožemiuose // *Geologija*. 1998. Nr. 26. P. 27–37.
- Kadūnas V. ir kt. Lietuvos geocheminis atlasas. Vilnius, 1999. 90 p.
- Lietuvos dirvožemiai. Kolektyvinė monografija. Lietuvos mokslas, 2001. P. 669–708.
- Mažvila J., Adomaitis T. Sunkieji metalai įvairiuose Lietuvos dirvožemio rajonų dirvožemiuose // *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*. Sud. J. Mažvila. Kaunas, 2001. P. 112–142.
- Mažvila J., Adomaitis T., Eitminavičius L. Sunkiųjų metalų priklausomumas nuo įvairių dirvožemio savybių // *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose* / Sud. J. Mažvila. Kaunas, 2001. P. 92–111.
- Mineral elements in Finnish crops and cultivated soils // *Acta agriculturae Scandinavica, Supplementum*. 1978. P. 113.
- Pauliukevičius G. Cheminių elementų kiekiai landšafte. Vilnius, 1986. P. 1–128.
- Šleinyš R., Rimšelis J. Sunkiųjų metalų kiekis ir aktyvumas Rytų Lietuvos dirvožemiuose // *Žemėtvarka ir melioracija*. 1993. Nr. 1–2. P. 64–70.
- Tarakanovas P. Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas „Selekcija“. Vilnius, 1999. 56 p.
- Tyla A. Cheminių medžiagų migracija įvairiuose Lietuvos dirvožemiuose // *Žemdirbystė*. Mokslo darbai. 1996. T. 50. P. 65–75.
- Tonkūnas J. Lauko bandymų metodas. Vilnius: Valst. polit. ir moksl. literatūros I-kla, 1957. 252 p.
- Vareikienė O. Žemės ūkio įtaka mikroelementų foniniams kiekiams Lietuvos dirvožemiuose // *Geologija*. 1998. Nr. 26. P. 61–67.
- Žemės kadastras / Sud. J. Juodis, J. Pakutinskas. Vilnius: Mokslas, 1989. P. 46–49.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Сагт Ю. Е. Геохимия окружающей среды. Москва, 1990. 335 с.
- Сапрыкин Ф. Я. Геохимия почв и охрана природы. Ленинград, 1984. 231 с.

**Saulius Marcinkonis, Bronislavas Karmaza, Eugenija Bakšienė, Donatas Končius, Irena Krištaponytė, Vincas Kupčinskas, Vytas Mašauskas, Danutė Ožeraitienė, Regina Repšienė, Liudmila Tripolskaja**

#### ANTHROPOGENIC EFFECT ON SOIL GEOCHEMICAL TYPE

##### S u m m a r y

During experimental studies, the long-term anthropogenic effect on the geochemical composition of the arable layer of agriculturally used soils was evaluated. The effect is evoked by directly added elements or in response to related elements. Diverse in origin and intensity, a long-term (more than 20 years) anthropogenic influence on soil was evaluated in a unique long-term field trial network. The network covers three physico-geographical regions and 5 soil types. With the implementation of AAS and X-ray fluorescence techniques it was established that anthropogenic influence on the chemical composition of the arable layer of soil is more pronounced in naturally acid periodically limed East (6 elements changed) and West Lithuanian (18 elements changed) soils. The long-term agrogenic influence increased the soil content of Ca and Sr, decreased Zr, changed the total content of Co and Cu. The most significant difference in soil geochemical features was a considerable increase of Sr concentration (up to 2.1 times).

**Key words:** long-term field trials, arable layer, geochemical composition, typicality

**Саулюс Марцинконис, Брониславас Кармаза, Эугения Бакшене, Донатас Кончюс, Ирена Криштапоните, Винчас Купчинскас, Витас Машаускас, Дануте Ожерайтене, Регина Репшене, Людмила Трипольская**

#### АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГЕОХИМИЧЕСКУЮ ТИПИЧНОСТЬ ПОЧВ

##### Р е з ю м е

В период исследований выполнена геохимическая оценка антропогенного воздействия на пахотный слой обрабатываемых земель, выражающегося перераспределением непосредственно внесенных химических элементов или их спровоцированных других элементов. В сети длительных полевых опытов было оценено антропогенное воздействие на почву. Полевые опыты расположены в 3 физико-географических районах, почвы которых относятся к 5 типам. С помощью методов атомной абсорбции и рентгеновской флуоресценции было установлено, что антропогенное воздействие на почву в отношении геохимического состава интенсивнее выражено в естественно кислых почвах Восточной (6 элементов) и Западной (18 элементов) Литвы. Вследствие длительного агрогенного сельскохозяйственного воздействия (удобрения и известкования) и в Восточной, и в Западной зонах Литвы в почвах полевых опытов увеличилось общее содержание Ca и Sr, уменьшилось содержание Zr, изменилось содержание Co и Cu. Как в Восточной, так и в Западной зоне установлены также наиболее значительные отклонения концентрации стронция (до 2,1 раза) по сравнению с типичной для данной геохимической зоны концентрацией.

**Ключевые слова:** длительные полевые опыты, пахотный слой, геохимический состав, типичность