

SANTRAUKA

Monografija skirta Agrocheminių tyrimų laboratorijos 50 metų jubiliejui. Joje apžvelgti svarbiausi moksliniai tyrimai ir mokslo diegiamieji darbai, atlikti pastarąjį dešimtmetį (2005–2014 m.). Leidinyje pateikti 22 mokslinių programų tyrimų rezultatai.

1. AGROCHEMINIŲ TYRIMŲ LABORATORIJOS VEIKLA

Skyriuje trumpai aprašyti iki 2005 m., išsamiai – 2005–2014 m. vykdyti dirvožemių agrocheminiai tyrimai.

1.1. Dirvožemio agrocheminiai tyrimai iki 2005 metų. Skyrelyje aprašyti dirvožemio agrocheminiai tyrimai iki Respublikinės agrochemijos laboratorijos įkūrimo, jos kūrimosi laikotarpis ir veikla iki 2005 m. Pateikta ne tik dirvožemių agrocheminių tyrimų plėtra, bet ir metodologiniai darbai, mokslinių bandymų tematika, rezultatai, ankstesnės ir šiuo metu rekomenduojamos kalkinių medžiagų normos šalies rūgšties dirvožemiams kalkinti, be to, paminėti tuo laikotarpiu aktyviausiai dirbę mokslininkai.

1.2. Agrocheminių tyrimų laboratorija 2005–2014 metais. Skyrelyje apžvelgti įstaigoje atliekami moksliniai tyrimai, Analitinio ir Agrocheminių tyrimų skyrių veikla.

1.2.1. Moksliniai tyrimai. Agrocheminių tyrimų laboratorijos moksliniai tyrimai apima vykdomus mokslinius bandymus, lauko ir laboratorinius eksperimentus, mokslinių publikacijų rašymą, mokslo diegiamuosius darbus, mokslo naujovių viešinimą, konsultacijas, mokymus. Dešimties metų laikotarpiu Agrocheminių tyrimų laboratorijos darbuotojai paskelbė 50 mokslinių straipsnių ir 58 populiarius bei aktualius straipsnius. Lietuvoje daugelis mokslinių straipsnių skelbti žurnaluose „Žemdirbystė=Agriculture“ ir „Žemės ūkio mokslai“, užsienyje – „Archives of Agronomy and Soil Science“, „Asta Agriculture Scandinavica“, „Fertilizers and Fertilization“. Per šį laikotarpį buvo parengta 13 rekomendacijų, su pranešimais dalyvauta tarptautinėse mokslinėse konferencijose Kinijoje, Italijoje, Airijoje, Vokietijoje, Austrijoje, Vengrijoje, Lenkijoje ir kt. Šalyje vykstančiose mokslinėse ir gamybinėse konferencijose įstaigos mokslininkai buvo kviečiami skaityti pagrindinius pranešimus, aktyviai dalyvavo formuojant ir keliant naujas problemas, pasisakydavo diskusijose, vykdydavo mokymo programas, konsultuodavo. 2005–2014 m. vykdytas įvairias mokslines programas galima sujungti į 10 grupių: 1) trąšų įtakos augalams ir dirvožemio savybėms tyrimai, 2) ekologiniai tyrimai, 3) augalų mineralinės mitybos tyrimai, 4) dirvožemio agrocheminių savybių stebėseną, 5) įvairių organinių trąšų tyrimai, 6) kalkinimo tyrimai, 7) dirvožemio degradacija ir taršos prevencija, 8) žemės našumo vertinimas, 9) tarptautinės agrocheminių tyrimo metodų taikymo programos, 10) įvairūs kiti tyrimai.

1.2.2. Analitiniai darbai laboratorijose. Analitiniame skyriuje veikla modernios laboratorijos, kuriose atliekamos įvairios analizės moksliniams tyrimams, mokslo diegiamiesiems darbams, šalies ir užsienio ūkio subjektams. Skyrius yra įdiegęs ir įvaldęs kokybės gerinimo sistemą pagal standarto LST EN ISO 17025 reikalavimus. Nacionalinis akreditacijos biuras yra akreditavęs skyrių dirvožemio ir augalų apsaugos produktų veikliųjų medžiagų tyrimo srityje. Analitinis skyrius

turi Aplinkos apsaugos agentūros leidimą teršalams tirti, pagal kurį nuotekose, paviršiniame ir požeminiame vandenyje, dirvožemyje, dumble, šlake, dulkėse tiriama 170 kokybės rodiklių. Metinis analitinių tyrimų užsakymų skaičius 2005–2014 m. padidėjo nuo 2,8 iki 4 tūkstančių vnt., o metinis ištirtų ėminių skaičius 2014 m. siekė 38,6 tūkstančių vnt. Analitiniame skyriuje objektų tyrimai skirstomi į šešias grupes:

1. Dirvožemio tyrimai siekiant augaluose nustatyti visuminių ar/ir judriųjų makro- bei mikroelementų koncentracijas, fizikines savybes. Tiriama dirvožemio tarša sunkiaisiais metalais, patvariaisiais organiniais junginiais, naftos produktais.

2. Vandens ir nuotekų tyrimai, apimantys beveik visus Aplinkos apsaugos agentūros reglamentuojamus aplinkosauginius rodiklius vandenyse ir nuotekose. Analizuojama ne tik geriamasis ir aplinkos vanduo bei nuotekos, bet ir šilumokaičių terpės, termofikacinis vanduo, įvairūs tirpalai, mokslininkų surinkti lizimetrų vandenys ir kt.

3. Augalų, pašarų ir augalinės kilmės maisto produktų tyrimai. Šios srities analizių spektras yra labai platus – apima cheminę sudėtį, biocheminius rodiklius, taršą ir fizikines savybes. Augalinės kilmės maisto produktuose dažnai nustatomi augalų apsaugos produktų likučiai ir patvarių organinių teršalų koncentracijos.

4. Trąšų, dirvožemio gerinimo medžiagų ir augimo terpių tyrimai, apimantys labai didelę įvairių produktų grupę. Tiriama visuminių ar/ir judriųjų makro- bei mikroelementų koncentracijos, tarša sunkiaisiais metalais ir patvariaisiais organiniais teršalais, nustatomos fizikinės bei fizikocheminės savybės ir kiti kokybės rodikliai. Atliekamas platus spektras analizių, kurių reikia šioms medžiagoms aprašyti, įvertinti, jų tręšiamajai vertei ir neigiamoms taršos savybėms apibūdinti.

5. Augalų apsaugos produktų tyrimai, chromatografinės analizės metodu identifikuojant veikliųjų medžiagų koncentracijas ir nustatant, ar augalų apsaugos produkto kokybė atitinka reikalavimus.

6. Oro taršos tyrimai. Tai sritis, susijusi su kenksmingų medžiagų – sunkiųjų metalų ir patvariųjų organinių teršalų – koncentracijų nustatymu oro filtrų dulkėse.

Skyriuje atliekama ir daug kitų analizių. Analizuojami medžio pelenai, kuras, atliekos, pakuotės. Šių tyrimų užsakovų ratas labai platus – tai mokslininkai, ūkininkai, žemės ūkio bendrovės, pramonės ir paslaugų teikimo įmonės, pašarus ir pašarinius priedus gaminančios įmonės, valstybės kontrolės institucijos, augalinės kilmės maisto produktus eksportuojančios ir teikiančios vidaus rinkai įmonės, trąšas gaminančios ir parduodančios įmonės, komposto gamintojai ir vartotojai, biologiškai skaidžias atliekas tvarkančios įmonės, šiltnamių ūkiai.

1.2.3. Agrocheminių tyrimų skyriaus veikla. Agrocheminių tyrimų skyriaus darbuotojai įvairiose šalies vietose vykdo mokslinius tyrimus, tačiau gautus rezultatus diegia ir į gamybą. Tai dirvožemio agrocheminiai tyrimai ūkiuose, tirtų plotų maisto medžiagų žemėlapių sudarymas, tręšimo planų ir kalkinimo projektų parengimas, užterštų plotų bei augalų tyrimai, augalų būklės įvertinimas pagal lapų tyrimus ir kt. Skyrius yra parengęs dirvožemio agrocheminių tyrimų darbų technologiją, kurią sudaro keturi etapai: 1) medžiagos apie tiriamus plotus parengimas, 2) dirvožemio ėminių paėmimas, 3) laboratoriniai tyrimai, 4) rekomendacijų parengimas. Darbui naudojama skaitmeninis georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys (RD10LT, dirvožemio erdvinių duomenų rinkinys

Dirv_DR10LT, GIS prietaisai, archyvuose sukaupia ankstesnių dirvožemių agrocheminių tyrimų medžiaga, skaitmeninių žemėlapių sudarymo programos *ArcGIS Desktop* ir *Spatial Analyst*, įstaigoje parengtos metodikos bei rekomendacijos, sukurta žemės ūkio augalų tręšimo kompiuterinė programa „Racionalus tręšimas“, kurioje panaudota daugiau kaip 2000 vykdytų bandymų rezultatų.

2. DIRVOŽEMIO NAŠUMAS

Skyriuje aptarti naujai parengtos žemės našumo vertinimo metodikos sudarymo principai ir vertinimo lentelės, jos rengimo etapai. Daug vietos skirta 2014 m. atlikto Lietuvos žemės ūkio naudmenų dirvožemio našumo vertinimo duomenų įvertinimui ir aptarimui. Vertinimas parodė, kad didžiausiais balais įvertinti Vidurio Lietuvoje esančių savivaldybių dirvožemiai, žymiai mažesniu – mažiau našūs Rytų ir Vakarų Lietuvos dirvožemiai. Šalies kadastrinių vietovių ir savivaldybių žemės našumo duomenis siūloma skirstyti į 5 grupes:

I – vyrauja labai geros ūkinės vertės dirvožemiai (daugiau kaip 47,0 balai); pagal rajonų savivaldybes: Šakių (51,5), Jurbarko (50,3), Pasvalio (50,0), Joniškio (48,7), Marijampolės (49,3), Kėdainių (49,1) ir Kauno (47,9).

II – vyrauja geros ūkinės vertės dirvožemiai (42,1–47,0 balai): Pakruojo (46,3), Radviliškio (45,4), Akmenės (44,6), Panevėžio (44,5), Biržų (44,2), Vilkaviškio (44,1), Šiaulių (44,1), Jonavos (42,4), Kauno mst. (42,4) ir Raseinių (42,2).

III – vyrauja vidutinės ūkinės vertės dirvožemiai (37,0–42,0 balai): Mažeikių (41,8), Kupiškio (41,5), Klaipėdos mst. (41,5), Kretingos (39,7), Tauragės (39,0), Kazlų Rūdos (39,0), Ukmergės (39,0), Kaišiadorių (38,6) ir Prienų (38,1).

IV – vyrauja prastokos ūkinės vertės dirvožemiai (32,1–37,1 balo): Širvintų (36,9), Birštono (36,7), Alytaus mst. (36,6), Klaipėdos (36,5), Kelmės (36,3), Anykščių (36,1), Alytaus (35,6), Pagėgių (35,4), Vilniaus mst. (35,3), Kalvarijos (35,3), Rokiškio (35,1), Švenčionių (33,9), Rietavo (33,8), Telšių (33,6), Šilutės (32,8), Šilalės (32,5), Plungės (32,3) ir Šalčininkų (32,2).

V – vyrauja prastos ūkinės vertės dirvožemiai (mažiau kaip 32,0 balai): Vilniaus (31,5), Elektrėnų (31,3), Molėtų (30,8), Druskininkų (30,5), Varėnos (30,4), Utenos (30,2), Zarasų (29,9), Trakų (29,2) ir Visagino (27,6).

Atsižvelgiant į tai, kad šalies dirvožemių danga labai įvairuoja, o daugumos savivaldybių kadastrinėse vietovėse dirvožemio savybės ir žemės našumas nėra vienodas, buvo pateikti Lietuvos savivaldybių naujai gauti žemės našumo vertinimo duomenys, atlikta jų analizė ir aptarimas. Įvertinti pagrindiniai veiksniai, turėję įtakos žemės našumo balui: dirvožemio tipas bei granulimetrinė sudėtis, pH grupė, judriųjų fosforo bei kalio kiekis, dirvožemio dangos margumas ir kt. Administracinių rajonų vyraujančių savybių dirvožemiai pateikti pagal TDV-96 ir LTDK-99 klasifikacijas.

Šiais naujais žemės našumo vertinimo duomenimis, jų grupavimu ir duomenų aptarimu naudosis žemdirbiai, konsultavimo tarnyba, mokslo darbuotojai, teritorijų planavimo dokumentų rengėjai, žemę administruojančios institucijos, žemės rinkos subjektai. Šie duomenys pagal žemės našumo balą ir jį lemiančius veiksnius leis parinkti tinkamiausius auginti žemės ūkio augalus, prognozuoti jų derlingumą, tręšti ir kalkinti dirvožemius.

3. DIRVOŽEMIO EROZIJA

Skyriuje pateikti šalyje galimų vandens bei vėjo erozijos tipinių pasireiškimo atvejų ir empirinių modelių panaudojimo vandens erozijai vertinti tyrimų duomenys.

3.1. Vandens erozijos tipiniai pasireiškimo atvejai. Vandens eroziją apibūdinantys tipingi plotai buvo parinkti 9 objektuose: Žemaičių aukštumoje – Burnių, Jankaičių ir Gineikių, Baltijos aukštumų rytinėje dalyje – Gražavietės, Dapkūniškio ir Laumėnų, Dzūkų aukštumoje Pietryčių Lietuvoje – Domantonių, Daugų ir Drabužininkų, Vidurio Lietuvos žemumoje – Kėdainių r. Sičionių ir Montvilonių. Įvertintas eroduotų dirvožemių pasiskirstymas žemėlapiuose (M 1:10000) pagal TDV-96 ir LTDK-99 klasifikacijas, granulimetrinė sudėtis, eroduotų dirvožemių šlaitų statumo įvairavimas, vidutiniai eroduotų šlaitų nuolydžiai, auginami augalai ir jų struktūra, pagal RUSLE modelį apskaičiuotas nuo eroduotų šlaitų nunešamo dirvožemio kiekis. Įvertinta produkcijos vertė, gamybos kaštai, taršos sumažėjimas ir gamybos kaštai, tenkantys vienam taršos sumažėjimo procentui.

Tyrimų duomenimis, vandens erozijos intensyvumą geriausiai apibūdina eroduotų dirvožemių kiekis procentais išskirtame dirvožemio kontūre (Dirv_DR10LT), papildomi rodikliai – vyraujantis šlaitų statusas, eroduotų dirvožemių šlaitų statumo įvairavimas ir pagal RUSLE modelį apskaičiuotas per metus nuo eroduotų šlaitų nunešamo dirvožemio kiekis. Remiantis šiais kriterijais išskirti 5 vandens erozijos intensyvumo lygiai: 1) ištiesai veikiami erozijos (>70 % eroduotų plotų), 2) vyrauja eroduoti dirvožemiai (51–70 %), 3) vyrauja didelio erozijos paplitimo dirvožemiai (31–50 %), 4) vyrauja vidutinio erozijos paplitimo dirvožemiai (15–30 %), 5) vyrauja mažo erozijos paplitimo plotai (<15 % eroduotų plotų).

Priklausomai nuo erozijos intensyvumo pasireiškimo, eroduotuose dirvožemiuose turėtų būti taikomos įvairios agrotechnikos priemonės, iš jų svarbiausia – laukų žolinimas.

3.2. Vėjo erozijos tipiniai pasireiškimo atvejai. Lietuvoje vėjo erozija akivaizdžiai reiškiasi Kuršių nerijoje, Baltijos pajūryje, ypač Šilutės apylinkėse, smėlėtoje Pietryčių lygumoje. Baltijos aukštumose ji labiau pasireiškia besniegėmis žiemomis, kai dirvožemis išalęs, ir anksti pavasari, kai augalais nepadengtos dirvos greitai pradžiūva. Daug žalos ji padaro dideliuose smėlio arba durpių masyvuose.

Vėjo erozijos tyrimams buvo parinkti 3 objektai: 1) Rūdiškių vietovėje, Trakų r., 2) Juknaičių vietovėje, Šilutės r. ir 3) Drukių vietovėje netoli Priekulės, Klaipėdos r. Vėjo nunešamo dirvožemio kiekis, esant juodajam pūdymui, apskaičiuotas pagal A. Račinsko (1990) formulę, o kritinis vėjo greitis – kai jis buvo didesnis nei 5 m s^{-1} . Taip pat naudotasi Lietuvos meteorologijos stočių 1993–2002 m. duomenimis apie metinę įvairaus stiprumo vėjo greičio trukmę.

Teoriniai skaičiavimai parodė, kad per metus įvairiose Lietuvos vietovėse smėlio dirvožemiuose be augalų dangos vėjo nupustomo dirvožemio kiekis labai įvairuoja – nuo $3,5$ iki $32,9 \text{ t ha}^{-1}$. Vėjuotose vietose juodame pūdyme dirvožemio teorinė netektis dėl vėjo erozijos per metus gali sudaryti iki 30 t ha^{-1} , o retai, kartą per 3–4 metus, gali susidaryti erozijai itin palankios sąlygos, kai esant sausam be dengiamųjų augalų dirvožemio paviršiui ir parą laiko siaučiant $15\text{--}20 \text{ m s}^{-1}$ vėjui, nunešama $8\text{--}20 \text{ t ha}^{-1}$ ir daugiau dirvožemio.

Peržvelgus literatūrą, gausią ilgalaikių dirvožemio tyrimų medžiagą, Agrocheminių tyrimų laboratorijos mokslininkų tyrimų duomenis nustatyta, kad tose šalies vietovėse, kur yra potenciali vėjo erozijos grėsmė, šiam procesui didžiausios įtakos turi atvira vieta, smėlio dalelės, jų smulkumas arba rupumas (skeletingumas) ir vėjo greitis, o jį stabdo auginami augalai, labiausiai – daugiametės žolės.

Vėjo erozijos pasireiškimo intensyvumą siūloma vertinti: 1) intensyviau veikiami ir 2) menčiau veikiami vėjo erozijos. Tuo tikslu reikia žinoti dirvožemio sitematinį (tipologinį) vienetą ir granulimetrinę sudėtį, granulimetrinės sudėties rupumą, skeletingumą, laukų humusingumą, atstumą nuo miškų, krūmų, medžių.

3.3. Empirinių modelių panaudojimas vandens erozijai vertinti. Vertinant vandens erozijos intensyvumą šalyje iki šiol remtasi daugiausia faktine specialiose tyrimų aikštelėse atliktų matavimų medžiaga. Šiame leidinyje, išnagrinėjus LAMMC Kaltinėnų bandymų stoties ilgalaikių tyrimų rezultatus, įvertinus atskiriems regionams būdingų 14 tipinių objektų eroduotus plotus ir atlikus skaičiavimus pagal empirinius (PESERA, USLE, RUSLE ir kt.) modelius nustatyta, kad faktinius tyrimų duomenis labiausiai atitinka ($R^2 = 0,79$) RUSLE modelis: $A = (R + R_s) \times K \times SL \times C$, kai A – nunešamo dirvožemio kiekis, R – kritulių, R_s – vandens atsargų sniege, K – dirvožemio savybių, SL – šlaito ilgio ir nuolydžio, C – augalų antierozinės gebos koeficientai.

Turint išsamią dirvožemių tyrimų medžiagą, siūloma RUSLE modelį papildyti Lietuvos sąlygomis nuardytų plotų dalį dirvožemio kontūre įvertinančiu koeficientu – D_E . Nustatyti kritulių eroduotumo indeksai (R): Žemaičių aukštumai – 41,9, Baltijos Pietryčių aukštumai – 45,7, Baltijos Rytų aukštumai – 48,5, vidutinis Lietuvai – $45,4 \pm 3,3$. Išnagrinėjus tirtų tipinių objektų dirvožemių žemėlapius, turimus dirvožemio granulimetrinės sudėties, humuso kiekio duomenis ir pritaikius USLE modelio algoritmus, nustatyti atskirų šalies zonų įvairios granulimetrinės sudėties dirvožemių eroduotumo koeficientai (K), kurie mažiausi yra Baltijos Pietryčių aukštumos smėliuose (0,02), didžiausi – Vidurio Lietuvos dulkiškuose sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose – 0,59. Panaudojus LAMMC Kaltinėnų bandymų stoties erozijos intensyvumo įvairiais augalais užsėtuose plotuose tyrimų duomenis, nustatyti auginamų augalų įtakos (C) koeficientai: juodajam pūdymui – 1, kaupiamiesiems augalams – 0,87, vasariniams javams – 0,37, žieminiams javams – 0,09, daugiametėms žolėms – 0,0004.

Per metus įvairaus erozijos intensyvumo plotuose dirvožemio nuoplovos dydžiai sudaro: a) nuolat veikiamuose erozijos – $>80 \text{ t ha}^{-1}$, b) dominuojant eroduotiems plotams – $41\text{--}80 \text{ t ha}^{-1}$, c) didelio erozijos paplitimo – $11\text{--}40 \text{ t ha}^{-1}$, d) vidutinio erozijos paplitimo – $2\text{--}11 \text{ t ha}^{-1}$, e) mažo erozijos paplitimo – $<2 \text{ t ha}^{-1}$.

4. DIRVOŽEMIO AGROCHEMINĖS SAVYBĖS

Skyriuje pateikti 10-ies mokslinių tyrimų programų – dirvožemio agrocheminių savybių rodiklių, jų kaitos, priklausomumo nuo aplinkos bei antropogeninių veiksnių, metodologinių darbų ir kt. – rezultatai.

4.1. pH kaita. Tyrimų tikslas buvo įvairių regionų dirvožemiuose įvertinti pH pasiskirstymą ir jos kaitą, lyginant su ankstesnių tyrimų rezultatais.

Naujausio (1999–2013 m.) agrocheminio tyrimo rezultatai parodė, kad Vidurio Lietuvos žemės ūkio naudmenose vyrauja nerūgštūs ($\text{pH} > 6,0$), o Rytų ir Vakarų Lietuvoje 25,0 ir 39,5 % tirtu plotu sudaro rūgštūs ($\text{pH} \leq 5,5$) dirvožemiai. Įvairiose Lietuvos rajonuose atliktos stebėsenos duomenys rodo, kad sąlygiškai rūgščių dirvožemių daugėja, o rūgštųjų ir neutralųjų – mažėja arba daugėja. Tai daugiausia tie dirvožemiai, kurie prieš intensyvų kalkinimą buvo labai ir vidutiniškai rūgštūs. Jų daugiausia yra Vakarų Lietuvoje.

Šalies tirtose kadastrinėse vietovėse per 10–16 m. stebėsenos laikotarpį sąlygiškai rūgščių dirvožemių padaugėjo vidutiniškai 3,8 %. Tačiau kai kuriose tirtose vietovėse jų plotai vis dar nežymiai mažėjo, nes tam galėjo turėti įtakos dar juntamas ankstesnio kalkinimo poveikis. Kaip ir prieš dešimtmetį, rūgščiausi yra Varėnos (65,6 %), Šilutės (63,0 %), Plungės (55,9 %) ir Šalčininkų (52,5 %) rajonų dirvožemiai, nemažai jų yra ir Klaipėdos (46,7 %), Telšių ir Vilniaus (po 43,1 %) rajonuose. Mažiausiai sąlygiškai rūgščių plotų yra Joniškio, Pakruojo ir Akmenės rajonuose. Tyrimų duomenys leidžia prognozuoti, kad nepakalkintus rūgščių dirvožemių, jų ir rūgštųjų dirvožemių plotai netolimoje ateityje tik didės, o neutralųjų – mažės.

4.2. Mineralinio azoto kaitos stebėseną. Įvairių šalies regionų dirvožemiuose siekta įvertinti mineralinio azoto (N_{\min}) kiekį pavasarį ir nustatyti jo kaupimosi dėsningumus. 2005–2014 m. tyrimų rezultatai parodė, kad pavasarį N_{\min} kiekio dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje vidurkis smėliuose sudarė 45,9 kg ha^{-1} , priesmėliuose – 53,1 kg ha^{-1} , lengvuose priemoliuose – 61,2 kg ha^{-1} , į vieną grupę sujungtuose sunkiuose priemoliuose, moliuose ir dulkinuose priemoliuose – 62,1 kg ha^{-1} . Be to, pavasarį jo mažiausiai nustatyta daugiamečių žolių ir ganyklų plotuose – 45,0 kg ha^{-1} , kiek daugiau – kai priešsėlis buvo vasariniai javai arba vasariniai rapsai – 48,6 kg ha^{-1} , dar daugiau – esančių ir buvusių žieminių javų bei žieminių rapsų plotuose – atitinkamai 63,0 ir 63,9 kg ha^{-1} . Dirvožemyje N_{\min} nustatyta daugiausia (74,7 mg kg^{-1}), kai priešsėlis buvo kaupiamieji augalai.

Pavasarį N_{\min} kiekiui turėjo įtakos nevienodas reljefas, dirvožemio tipas ir granulimetrinė sudėtis, žiemos laikotarpiu išritusių kritulių kiekis, kurio 10 metų vidurkis lapkričio–kovo mėnesiais įvairiuose dirvožemio rajonuose siekė 192–323 mm. N_{\min} daugiausia nustatyta Vidurio Lietuvos žemumoje, mažiausiai – Žemaitijos Vakarų Kuršo aukštumose ir Rytų Lietuvoje: Baltijos aukštumose, Pietryčių Lietuvos lygumoje, Dysnos lygumoje ir Ašmenos aukštumoje-Lydos plynaukštėje. Dirvožemio rajonuose pavasarį gauti 10 metų N_{\min} kiekio vidurkiai gali būti naudojami N_{\min} kiekiui vertinti.

4.3. Judriojo fosforo pasiskirstymas. Tyrimų tikslas buvo įvertinti judriojo fosforo kiekį ir kaitą Lietuvos regionuose. Apibendrinus 1999–2013 m. ir ankstesnio dirvožemio agrocheminio tyrimų duomenis nustatyta, kad daugelio Lietuvos dirvožemių fosforingumas didėjo. Išimtį sudarė Lietuvos vakarinė ir pietinė dalys, kuriose nustatytas žymus (9,4 ir 5,9 %) labai mažai fosforingų dirvožemių plotų pagausėjimas. Šalies tirtose vietovėse daugumą (19,3 ir 33,3 %) sudaro labai mažai ($< 50 \text{ mg kg}^{-1}$) ir mažai (51–100 mg kg^{-1}) fosforingi dirvožemiai, taip pat gausu (20,9 %,.) vidutiniškai (101–150 mg kg^{-1}) fosforingų, o sąlygiškai daug ($> 150 \text{ mg kg}^{-1}$) fosforo turinčių dirvožemių nustatyta kiek daugiau nei ketvirtadalis (26,5 %).

Šalies regionų dirvožemių fosforingumas yra nevienodas. Vidurio Lietuvos dirvožemių, kuriuose yra daug ir labai daug ($> 200 \text{ mg kg}^{-1}$) šio elemento, nustatyta 22,2 %, o dirvožemių, kuriuose

judriojo fosforo yra labai mažai ($<50 \text{ mg kg}^{-1}$) – tik 4,4 % tirtu plotu. Vakarų Lietuvoje mažai fosforingi ($51\text{--}100 \text{ mg kg}^{-1}$) dirvožemiai sudaro trečdalį (33,7 %), Rytų Lietuvoje – kiek daugiau nei penktadalį (21,9 %), o sąlygiškai daug ($>150 \text{ mg kg}^{-1}$) fosforingi – 26,5 ir 23,8 % tirtu plotu. Tyrimų duomenimis, dalyje intensyvios gamybos ūkių, kurių dauguma yra Vidurio Lietuvoje, judriojo fosforo kiekis dirvožemyje padidėjo, o Rytų Lietuvoje mažesnio intensyvumo augalininkystės zonose – sumažėjo. Mažo fosforingumo dirvožemių Vakarų Lietuvoje daugiausia yra Skuodo (88,6 %), Mažeikių (80,4 %), Plungės (75,6 %), Šilalės (75,3 %), Klaipėdos (73,2 %) ir Telšių (72,4 %), Rytų Lietuvoje – Molėtų (72,3 %), Kupiškio (69,8 %), Utenos, (68,9 %), Anykščių (68,2 %), Zarasų (66,5 %) ir Ukmergės (65,9 %) rajonuose. Vakarų ir Rytų Lietuvoje judriojo fosforo mažėjimą dirvožemyje lemia nepakankamas tręšiamas fosforo trąšomis, o Vidurio Lietuvoje vyrauja priešinga tendencija.

4.4. Judriojo kalio pasiskirstymas. Tirtas judriojo kalio kiekis Lietuvos regionuose ir jo kaita. Tirtų rajonų dirvožemiuose judriojo kalio nustatyta daugiau, lyginant su judriuoju fosforu. Vyrauja vidutinį judriojo kalio kiekį turintys dirvožemiai, kurie sudaro 42,0 % tirtų žemės ūkio naudmenų. Labai mažai ir mažai kalingi dirvožemiai užima 15,8 % tirtu plotu, o prieš 11–19 metų jų buvo 26,8 %. Augalus sistemingai tręšiant kaliu, daugelyje rajonų jo kiekis dirvožemyje nuosekliai didėjo. Šio elemento sumažėjo tik tuose plotuose, kuriuose vyravo lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemiai arba augalai mažai tręšti kaliu.

Kalingiausi yra Vidurio Lietuvos dirvožemiai, kuriuose labai mažai ($<50 \text{ mg kg}^{-1}$) ir mažai ($51\text{--}100 \text{ mg kg}^{-1}$) šio elemento yra tik 0,5 ir 10,9 %, o sąlygiškai daug ($>150 \text{ mg kg}^{-1}$) – beveik pusėje (47,5 %) tirtu plotu. Vakarų ir Rytų Lietuvoje labai mažai ir mažai kalingi dirvožemiai sudaro maždaug penktadalį (20,3 ir 18,5 %), o turintys sąlygiškai daug kalio – 35,1 ir 40,6 % tirtu plotu. Vidurio Lietuvoje judriojo kalio kiekis dirvožemyje labiausiai padidėjo Joniškio (35,6 %), Kėdainių (30,3 %) ir Kauno (28,9 %), sumažėjo – Panevėžio (17,9 %), Šiaulių (5,6 %) ir Prienų (5,5 %) rajonuose. Rytų Lietuvoje šio elemento kiekis dirvožemyje labiausiai padidėjo Kaišiadorių (31,2 %), Rokiškio (24,1 %) ir Alytaus (19,4 %), sumažėjo – Trakų (19,0 %), Vilniaus (16,5 %) ir Švenčionių (15,0 %) rajonuose. Vakarų Lietuvoje judriojo kalio daugiausia padidėjo Raseinių (24,0 %), Šilalės (18,9 %) ir Skuodo (8,0 %), sumažėjo – Telšių (18,9 %), Mažeikių, Kelmės (po 17,6 %) ir Klaipėdos (15,1%) rajonuose.

Tyrimų duomenimis, intensyvios gamybos ūkiuose, kurių daugiausia yra Vidurio Lietuvoje, judriojo kalio kiekis dirvožemyje didėja labiau nei mažesnio intensyvumo Rytų zonos ūkiuose, todėl tręšimas kalio trąšomis turėtų būti diferencijuotas. Ten, kur jo daug, kalio trąšų kiekį žemės ūkio augalams reikėtų mažinti, ir priešingai – tręšti, kai jo yra mažai.

4.5. Judriojo magnio kiekis ir nustatymo metodai. Šių tyrimų metu siekta įvertinti judriojo magnio kiekį dirvožemyje taikant skirtingus ekstrahentus. Tyrimų duomenimis, judriojo magnio didžiausios vertės nustatytos taikant A-L metodą, kai dirvožemio ariamajame sluoksnyje tirtų magnio verčių vidurkis sudarė 655 mg kg^{-1} , o svyravimo intervalas buvo 96–4210 mg kg^{-1} . Gerokai mažiau judriojo magnio nustatyta kitais tyrimų metodais. Jį nustatius kalcio chlorido, kalio chlorido, amonio acetato ir Mehlich 3 metodais, gauti nedideli magnio verčių tarpusavio skirtumai, o aritmetiniai vidurkiai buvo 187–292 mg kg^{-1} . Vandens ištraukoje judriojo magnio kiekio minimalios ir maksimalios vertės buvo 9 ir 96 mg kg^{-1} . Tai rodo, kadg šioje ištraukoje buvo ištirpintos tik lengvai

tirpstančios magnio nitrato, magnio chlorido, magnio hidroksido ir magnio sulfato druskos, kurių dirvožemyje būna nedaug. Taikant A-L metodą buvo ištirpinta ne tik šios druskos, bet ir magnio fosfatai bei dalis karbonatinguose dirvožemiuose esančių magnio karbonato druskų. Todėl, judriojo magnio kiekį nustatčius dirvožemio gilesniuose (60–90 cm) karbonatiniuose sluoksniuose, jo aritmetinis vidurkis siekė net 2427 mg kg⁻¹.

Įvertinus judriojo magnio nustatymo dirvožemyje metodų tarpusavio priklausomą paaiškėjo, kad tarp A-L ir kitais metodais nustatytų judriojo magnio kiekių gauti labai silpni koreliaciniai ryšiai. Tačiau tarp vandenyje tirpaus judriojo magnio kiekio ir kalcio chlorido, kalio chlorido, amonio acetato bei Mehlich 3 metodais nustatyto judriojo magnio gauti vidutinio stiprumo koreliaciniai ryšiai, o vertinant judriojo magnio kiekių, nustatytų keturiais išvardintais metodais, tarpusavio priklausomumą – labai stiprūs ($R = 0,97-0,99$).

Judriojo magnio kiekiui didelės įtakos turėjo dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Mažiausiai jo nustatyta smėlio ir priemolio, daugiausia – sunkiuose priemolio ir molio dirvožemiuose. Įvairiais metodais nustatyto judriojo magnio kiekis išplautžemiuose ir balkšvažemiuose buvo panašus, daugiau jo buvo rudžemiuose. Rūgščiuose dirvožemiuose judriojo magnio nustatyta mažiau.

4.6. Ilgalaikio tręšimo įtaka augalų mitybos elementų pokyčiams. Radviliškio r. Skėmiuose atliktų ilgalaikių tyrimų tikslas buvo įvertinti dirvožemio agrocheminių savybių kaitą tręšiant įvairiomis normomis azoto, fosforo, kalio ir jų sąveikos. Įvertinus dirvožemio 0–30, 30–60, 60–90, 0–60 ir 0–90 cm sluoksniuose pavasarį esančio *mineralinio azoto* priklausomumą nuo ilgalaikio žemės ūkio augalų tręšimo mineralinėmis trąšomis, nustatyti glaudūs ir esminiai ryšiai – $R = 0,92-0,95$. Augalus patręšus tik azoto (N₁₁₁) trąšomis, jo kiekis dirvožemio 0–60 ir 0–90 cm sluoksniuose padidėjo 18,4–20,4 kg ha⁻¹, o kartu su fosforo ir kalio trąšomis dėl geresnio jo įsisavinimo azoto likutis rudenį, palyginus su buvusiu pavasarį, siekė tik 9,5–6,4 kg ha⁻¹. Kai kasmetė azoto trąšų norma buvo du kartus didesnė, augalai jį įsisavino tik iš dalies, todėl azoto likučiai rudenį dirvožemio 0–60 ir 0–90 cm sluoksniuose, patręšus N₂₂₂P₀K₀ ir N₂₂₂P₀K₁₉₂, nustatyti didesni ir siekė 54–56,1 bei 44,6–39,9 kg ha⁻¹. Didelę normą azoto augalai geriau įsisavino kartu su fosforo ir kalio trąšomis – jo likutis, patręšus N₂₂₂P₁₉₂K₁₉₂, buvo tik 19,9–15,0 kg ha⁻¹.

Mineralinio azoto perteklius, ypač susikaupęs gilesniuose dirvožemio sluoksniuose, yra išplaunamas į gruntinius vandenis, aplinką ir geriamąjį vandenį užteršia gyvagai gamtai ir žmonėms pavojingais nitratais, atviruose vandens telkiniuose skatina eutrofizacijos procesus ir pažeidžia jautrių ekosistemų gamtinę pusiausvyrą. Šiai rizikai sumažinti gausų augalų tręšimą azotu būtina derinti su tręšimu fosforo ir kalio trąšomis.

Pavasariį *mineralinės sieros* dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje, priklausomai nuo tręšimo, susikaupė nuo 11 kg ha⁻¹ (N₁₁₁P₀K₀ tręšimo variantas) iki 107,9 kg ha⁻¹ (N₂₂₂P₁₉₂K₀ tręšimo variantas), o 0–90 cm sluoksnyje – atitinkamai nuo 18,0 iki 176,3 kg ha⁻¹. Vegetacijos metu sieros pokyčiai dirvožemyje buvo labai maži, kai augalai netręšti fosforo trąšomis arba jų norma buvo tik 32 kg ha⁻¹. Jos kiekis dirvožemyje pastebimai (20,4–25,8 kg ha⁻¹) padidėjo, fosforo trąšų (granuliuoto superosfato formos) normą padidinus iki 64 kg ha⁻¹, t. y. mažgaug 45 kg ha⁻¹ S. Fosforo trąšų normas toliau didinant, rudenį dirvožemyje sieros kiekis didėjo. Kai jos siekė 192 kg ha⁻¹ P₂O₅ (137,2 kg ha⁻¹ S) kartu su azoto ir kalio trąšomis, sieros kiekis padidėjo 104 kg ha⁻¹, o augalus patręšus tik ta pačia

norma fosforo – 137,6 kg ha⁻¹. Taigi, augalus sistemingsiai gausiai patręšus sieringomis fosforo trąšomis, dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje rudenį sieros susikaupė iki 207,6 kg ha⁻¹. Tačiau maždaug pusė šio sieros kiekio žiemos laikotarpiu sumažėja, ją išplaunant į gilesnius dirvožemio sluoksnius. Gerokai mažesni sieros nuostoliai (25,8–45,7 kg ha⁻¹) žiemos laikotarpiu nustatyti augalus patręšus vidutine norma (P₉₆) fosforo trąšų, kai su ja į dirvožemį pateko apie 68,6 kg ha⁻¹ sieros.

Fosforas, palyginus su kitais augalų mitybos elementais, dirvožemyje yra mažiausiai judrus. Augalus ilgą laiką (44 metus) sistemingsiai tręšus mineralinėmis trąšomis nustatyta, kad judriojo fosforo kiekis dirvožemyje esmingai ($R = 0,93$) priklausė nuo fosforo trąšų normų ir jų sąveikos su azoto bei kalio normomis. Regresijos lygties parametrai rodo didelę teigiamą fosforo trąšų įtaką judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje. Tačiau dėl sąveikos su azoto trąšomis, esant didesniai jo pasisavinimui, fosforo dirvožemyje nustatyta mažiau. 2014 m. tyrimų duomenimis, fosforo trąšomis netręštame dirvožemyje judriojo fosforo nustatyta tik 66–108 mg kg⁻¹, ilgą laiką tręšiant vidutinėmis normomis (96 kg ha⁻¹) šių trąšų judriojo fosforo kiekis padidėjo iki 382 mg kg⁻¹, didelėmis (128 kg ha⁻¹) – iki 432 mg kg⁻¹, labai didelėmis (192 kg ha⁻¹) – iki 650 mg kg⁻¹. Fosforo kiekiui dirvožemyje turėjo įtakos žemės ūkio augalų tręšimas ne tik fosforo, bet ir azoto trąšomis. Dėl šių trąšų įtakos judriojo fosforo dirvožemyje susikaupė mažiau. Augalus patręšus tik fosforo ir kalio trąšomis (N₀P₁₉₂K₁₉₂), dirvožemyje judriojo fosforo nustatyta 650 mg kg⁻¹, o dėl azoto trąšų (N₁₁₁P₁₉₂K₁₉₂ arba N₂₂₂P₁₉₂K₁₉₂) jo kiekis sumažėjo iki 425 ir 445 mg kg⁻¹.

Judriojo kalio, palyginus su fosforu, augalai iš dirvožemio įsisavina daugiau. Jo teigiamas balansas dirvožemyje būna tik tuomet, kai augalai tręšiami organinėmis arba gausiai mineralinėmis kalio trąšomis. Todėl judriojo kalio pokyčiai dirvožemyje dėl tręšimo įtakos būna mažesni. Smėlingo priemolio rudžemyje po 44 metų sistemingo tręšimo įvairiomis normomis NPK trąšų nustatyti žymūs judriojo kalio pokyčiai. Jie kiek mažesni nei judriojo fosforo, bet nuoseklesni. Judriojo kalio kiekio dirvožemyje priklausomumą apskaičiavus pagal trąšų normų ir augalų mitybos elementų tarpusavio sąveiką, gautas glaudus ($R = 0,92$) koreliacinis ryšys. Judriojo kalio kiekis labiausiai priklausė nuo kalio trąšų normų, nors nemažos įtakos turėjo ir azoto bei fosforo trąšos, kurios stabilizavo judriojo kalio pokyčius dirvožemyje. Pasibaigus paskutinei rotacijai, dirvožemyje judriojo kalio nustatyta mažiausiai (83–92 mg kg⁻¹), kai augalai ilgą laiką augo be kalio trąšų, daugiausia (266 ir 308 mg kg⁻¹) – juos patręšus didelėmis normomis azoto ir kalio trąšų be fosforo trąšų (N₂₂₂P₀K₁₉₂) arba didelėmis normomis fosforo ir kalio trąšų be azoto trąšų (N₀P₁₉₂K₁₉₂).

4.7. Mineralinės sieros kiekis. Aštuonerius metus vykdytos mineralinės sieros kiekio dirvožemyje pavasarį stebėsenos tyrimų tikslas buvo įvertinti jos kiekį įvairiuose regionuose ir kaupimosi dėsninumus. Nustatyta, kad mineralinės sieros kiekis dirvožemyje atskirais metais labai įvairuoja, o tam įtakos turi dirvožemio granulimetrinė sudėtis, humuso kiekis, oro temperatūra, iškritusių kritulių kiekis, auginami augalai ir tręšimas.

Tyrimų duomenimis, Vakarų ir Rytų Lietuvoje mineralinės sieros nustatyta mažiau nei Vidurio Lietuvoje. Šių zonų dirvožemių 0–60 cm sluoksnyje jos buvo atitinkamai 14,2, 14,7 ir 17,3 kg ha⁻¹. Nors atliekant stebėseną įvairių veiksnių įtaka mineralinės sieros kiekiui dirvožemyje buvo nevienoda, tačiau, vidutiniais 2007–2015 m. duomenimis, 0–60 cm sluoksnyje smėlio dirvožemiuose S_{min} kiekis buvo 12,9 kg ha⁻¹, priemolio – 14,1 kg ha⁻¹, priemolio – 16,4 kg ha⁻¹, sunkaus priemolio

ir molio – 18,3 kg ha⁻¹. 2011–2014 m. pavasarį mineralinės sieros daugiausia (11,4 kg ha⁻¹) susikaupė 60–90 cm, kiek mažiau (10,6 kg ha⁻¹) – 30–60 cm, mažiausiai (9,1 kg ha⁻¹) – 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje. Pavasarį mineralinės sieros dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje žiemkenčių ir rapsų pasėliuose buvo vidutiniškai 25,3 kg ha⁻¹, buvusio vasarojaus laukuose – 20,6 kg ha⁻¹, daugiamečių žolių ir ganyklų plotuose – 16,5 kg ha⁻¹, o 0–90 m sluoksnyje – atitinkamai 40,3, 26,2 ir 25,5 kg ha⁻¹.

4.8. Humuso kiekis. Šios mokslinės programos tikslas buvo patikslinti ir apibendrinti ankstesnių humuso kiekio šalies dirvožemiuose tyrimų duomenis. Tyrimų duomenimis, mineralinių dirvožemių ariamajame sluoksnyje jo dažniausiai yra 0,7–4 %, durpėse ir puveninguose dirvožemiuose – daugiau kaip 20 %. Lietuvoje trečdalis dirvožemių turi labai mažai ir mažai humuso. Mažiausiai humuso yra Rytų Lietuvos zonos žemės ūkio naudmenų dirvožemiuose (Pietryčių Lietuvos lygumų, Baltijos ir Ašmenos aukštumų bei Lydos plynaukštės dirvožemio rajonai), esančiuose Varėnos, Šalčininkų, Švenčionių, Vilniaus ir Lazdijų rajonuose. Juose vyrauja mažo humusingumo dirvožemiai (66 %) ir, palyginti su kitais regionais, yra nemažai (7,5 %) labai mažo humusingumo dirvožemių, tačiau mažai (tik 7,5 %) dirvožemių, turinčių daug ir labai daug humuso. Vidurio Lietuvoje mažai humuso turinčių dirvožemių yra tik 20 %, o jo turinčių daug ir labai daug – 32,9 %. Šiame regione vyrauja sunkesni, drėgnesni ir labiau linkę užmirkti dirvožemiai, kuriuose augalinių liekanų irimas lėtesnis, todėl jie yra natūraliai humusingesni. Vakarų Lietuvoje mažai ir vidutiniškai humuso turintys dirvožemiai yra pasiskirstę maždaug vienodai ir sudaro beveik tris ketvirtadalius viso regiono ploto.

Apibendrinus įvairių administracinių rajonų dirvožemių humuso tyrimų duomenis nustatyta, kad mažai (1,6–2,0 %) humuso yra Trakų (1,6 %), Zarasų (1,7 %), Varėnos, Molėtų, Lazdijų (po 1,8 %), Šalčininkų, Utenos (po 1,9 %) ir Vilniaus (2,0 %), vidutiniškai (2,1–2,5 %) – Ukmergės (2,1 %), Anykščių, Rokiškio, Kaišiadorių, Prienų, Ignalinos, Švenčionių (po 2,0 %), Širvintų (2,3 %), Vilkaviškio, Marijampolės, Telšių ir Kelmės (po 2,5 %), kiek daugiau (2,6–2,9 %) – Plungės, Mažeikių, Kupiškio (po 2,6 %), Šilalės, Skuodo, Radviliškio, Jonavos, Šakių (po 2,8 %), Kauno, Klaipėdos ir Raseinių (po 2,9 %), daug (3,0–3,3 %) – Tauragės, Jurbarko, Biržų, Panevėžio, Joniškio (po 3,0 %), Kėdainių, Pakruojo (po 3,1 %), Kretingos, Akmenės, Šiaulių (po 3,2 %) ir Šilutės (3,3 %) rajonų dirvožemiuose.

4.9. Dirvožemio pH tyrimams ėminių paėmimo būdai ir duomenų geostatistinė analizė. Siekta nustatyti skirtingos genezės bei reljefo Lietuvos dirvožemiams tinkamiausią ėminių paėmimo pH tyrimams metodą, įvertinti duomenų erdvinę priklausomybę ir interpoliavimo galimybes. Tyrimai atlikti keturiuose 46,7, 55,4, 73,4 ir 154,6 ha dydžio objektuose, esančiuose skirtingose šalies dirvožemio zonose. Ėminiai imti iš trijų dydžio (2, 4 ir 8 ha) laukelių trimis būdais: 1) taisyklingo tinklelio, 2) dirvožemio kontūro, 3) dirvožemio ir ankstesnio tyrimo pH grupių. Sudarant skaitmeninius dirvožemio pH žemėlapius, taikytas tradicinis faktinių duomenų atvaizdavimo būdas *ArcGIS* programinės įrangos *Editor* daugiafunkciu įrankiu ir trys dažniausi erdvinio interpoliavimo metodai: *IDW*, *Simple Kriging* ir *Simple Cokriging*. Taigi, visus pH duomenis atvaizdavo skaitmeniniame žemėlapyje, iš viso buvo 16 vieno objekto variantų.

Atsižvelgiant į tyrimų rezultatus, kalkintiniams plotams nustatyti dirvožemio ėminius rekomenduojama imti atsižvelgiant į jo atmainų ir ankstesnių tyrimų metu išskirtų pH grupių, o nesant

naujesnių pH tyrimo duomenų – į dirvožemio atmainų ribas: lyguminio reljefo plotuose – iš 8 ha, banguoto, kai dirvožemio danga mažiau įvairuoja – iš 4 ha, o dirvožemiams labiau įvairuojant – iš 2 ha dydžio laukelių. Kalvoto reljefo plotuose, kuriuose kaitaliojasi eroduoti ir neeroduoti dirvožemiai – iš 2–4 m² dydžio aikštelių nustatant, kokią dalį sudaro kalkintini dirvožemiai.

Pažymėtina, kad dirvožemio ėminių imant minėtais būdais ir pH duomenis interpoliuojant *IDW*, *Simple Kriging* arba *Simple Cokriging* metodais, sąlygiškai rūgščių plotų esant mažiau nei 50 % tiriamo ploto, jų žemėlapyje atvaizduojama dvigubai ir daugiau kartų mažiau, lyginant su neinterpoliuotais žemėlapiais. Toks žymus rūgščių plotų sumažėjimas tiriamajame objekte neatskleidžia realios situacijos. Be to, interpoliuotų rūgštumo grupių plotai nesutampa su dirvožemio kontūrais. Tačiau, sąlygiškai rūgščių dirvožemių esant daugiau kaip 50 %, gaunami gana panašaus dydžio sąlygiškai rūgščių dirvožemių plotai, palyginus su neinterpoliuotais, bet skiriasi jų konfigūracija.

4.10. Dirvožemio agrocheminių savybių tyrimo metodų ir tręšimo rekomendacijų įvertinimas Vidurio ir Rytų Europoje. Vidurio ir Rytų Europos valstybių laboratorijų dirvožemio agrocheminių savybių tyrimų metodai nėra vienodi: judriųjų fosforo bei kalio kiekiams nustatyti taikomas vienas iš keturių (A-L, D-L, Me 3 arba CAL), o pH rodikliui – vienas iš dviejų (KCl arba CaCl₂) metodų. Judrusis magnis dirvožemyje nustatomas keturiais metodais – KCl, CaCl₂, A-L arba Me 3, tačiau kai kuriose laboratorijose šiam elementui neskiriama dėmesio. Dirvožemio tyrimų rezultatų vertinimas laboratorijose taip pat nėra vienodas, o įvairių šalių parengtos žemės ūkio augalų tręšimo fosforo, kalio ir magnio trąšomis rekomendacijos yra gana skirtingos. Tam turi įtakos skirtinga dirvožemio savybių rodiklių vertinimo visuma: vienur prioritetas skiriamas vieniems, kitur – kitiems rodikliams. Kiekviena valstybė yra įteisinusi savus dirvožemio agrocheminių savybių tyrimų metodus ir gautų rezultatų vertinimą, dėl skirtingų dirvožemių ar žemdirbystės tradicijų nebūtinai tinkamą kitoms šalims. Kai kurių šalių pateiktos žemės ūkio augalų tręšimo rekomendacijos rodo, kad keičiasi požiūris į tyrimo rezultatų vertinimą ir trąšų poreikį – naujose rekomendacijose trąšų normos yra gerokai mažesnės nei buvo anksčiau.

Lietuvoje judriųjų fosforo ir kalio kiekio dirvožemyje nustatymo A-L metodu įteisinimo tyrimai atlikti XX a. septintąjį dešimtmetį, o daugelis fosforo bei kalio trąšų normų bandymų – septintą–devintą dešimtmečiais. Praėjus tiek laiko būtų tikslinga iš naujo peržiūrėti ir įvertinti agrocheminių tyrimo metodų tinkamumą šalies dirvožemiams, turimą duomenų bazę papildyti naujų azoto, fosforo, kalio trąšų normų tyrimų duomenimis, tipingais šių dienų žemdirbystei. Šie tarplaboratoriniai tyrimai davė impulsą Lietuvoje 2007–2010 m. atlikti judriojo magnio dirvožemyje nustatymo metodų palyginimą ir įvertinti magnio trąšų normų įtaką žemės ūkio augalams.

Lietuvoje paimtų dirvožemio ėminių tyrimų rezultatai ir apibendrinimas skelbiamas pirmą kartą, o visų dalyvavusių laboratorijų tyrimų rezultatų aptarimas pateiktas mokslinėje monografijoje (Fotyma et al., 2008).

5. ŽEMĖS ŪKIO AUGALŲ MITYBOS OPTIMIZAVIMAS

5.1. Žemės ūkio augalų derliaus ir mitybos ryšys su dirvožemio agrocheminėmis savybėmis. Ilgalaikiame tręšimo bandyme Anykščių r., Elmininkuose, ištyrus mineralinių trąšų veiksmingumą skirtingo fosforingumo ir kalingumo dirvožemiuose nustatyta, kad per dvi sėjomainos rotacijas, kai augalai nebuvo tręšti, didesnio fosforingumo ir kalingumo dirvožemyje apykaitos energijos sukaupta vidutiniškai $4,3 \text{ GJ ha}^{-1}$, o patręšus NPK trąšomis – $6,8 \text{ GJ ha}^{-1}$ daugiau nei mažesnio fosforingumo ir kalingumo dirvožemyje. Efektyviausios buvo azoto trąšos, apykaitos energijos kiekį padidinusios $14,4\text{--}16,9 \%$. Dėl fosforo trąšų įtakos apykaitos energijos kiekis padidėjo $6,7\text{--}7,9 \%$, kalio – $7,5\text{--}8,3 \%$. Organinės trąšos sėjomainos augalų apykaitos energijos kiekį labiau didino ($3,8 \text{ GJ ha}^{-1}$) mažesnio fosforingumo nei didesnio fosforingumo ir kalingumo ($1,8 \text{ GJ ha}^{-1}$) dirvožemyje.

Per dešimties metų laikotarpį dirvožemio pH_{KCl} rodikliai dėl mineralinių ir organinių trąšų įtakos mažai pakito, o judriųjų fosforo bei kalio kiekių pokyčiams turėjo įtakos ne tik tręšimas mineralinėmis bei organinėmis trąšomis, bet ir dirvožemio fosforingumas bei kalingumas. Judriojo fosforo kiekis mažo fosforingumo ir kalingumo dirvožemyje padidėjo 27 mg kg^{-1} , o dirvožemyje, kur šių elementų daug, mažai kito. Judriojo fosforo kiekis mažiau ir daug fosforo turinčiuose dirvožemiuose dėl organinių trąšų įtakos padidėjo 94 ir 30 mg kg^{-1} .

Judriojo kalio kiekio pokyčių dirvožemyje tendencijos panašios kaip ir fosforo. Per tyrimų laikotarpį jo kiekis mažiau ir daugiau kalio turinčiuose dirvožemiuose netręštuose laukeliuose sumažėjo beveik vienodai (29 ir 23 mg kg^{-1}). Mažiau ir daugiau kalio turinčiuose dirvožemiuose dėl organinių trąšų įtakos judriojo kalio kiekis padidėjo atitinkamai 36 ir 32 mg kg^{-1} , palyginus su tik mineralinėmis NPK trąšomis tręštais laukeliais.

Įvertinus įvairių fosforo frakcijų pasiskirstymą skirtinguose dirvožemiuose nustatyta, kad didesnio fosforingumo dirvožemyje netręštuose laukeliuose mineralinių fosfatų buvo 155 mg kg^{-1} daugiau, palyginus su mažesnio fosforingumo dirvožemiu. Tačiau organinių fosfatų, kitaip nei mineralinių, nustatyta 95 mg kg^{-1} daugiau mažesnio fosforingumo dirvožemyje. Dirvožemyje dėl organinių trąšų įtakos didėjo ne tik mineralinių, bet ir organinių fosfatų kiekis: mažesnio fosforingumo – 211 ir 81 mg kg^{-1} , didesnio – 42 ir 148 mg kg^{-1} .

5.2. Ekologinių trąšų įtaka agroekocenozei ir maisto medžiagų dinamikai. Siekiant įvertinti ekologinių trąšų ir ekologinio ūkininkavimo įtaką agroekocenozei bei maisto medžiagų dinamikai, 2010–2013 m. Perlojos bandymų stotyje paprastajame pajaurėjusiame išplautžemyje atlikti bandymai. Tyrimų duomenimis, žemės ūkio augalams ekologinės trąšos Biofer ir kaulų miltai buvo beveik vienodai efektyvūs: vasarinių kviečių grūdų derlių padidino $32,5\text{--}35 \%$, žieminių rugių – $21,8\text{--}28,1 \%$, bulvių gumbų – $15,7\text{--}17,8\%$, raudonųjų dobilų žalios masės derlių – daugiau kaip 30% . Dėl šių trąšų įtakos pH, mineralinio azoto, judriųjų fosforo bei kalio kiekiai dirvožemyje mažai kito, o nitratų koncentracija lizimetriniuose vandenyse buvo nedidelė ir siekė $13,6\text{--}15,6 \text{ mg l}^{-1}$.

5.3. Žemės ūkio augalų derliaus pokyčiai priklausomai nuo mitybos elementų sąveikos. Pateikti 44 metų (1971–2014 m.) laikotarpiu Radviliškio r. Skėmiuose atliktų tyrimų duomenys, siekiant nustatyti žemės ūkio augalų derliaus ir kokybės pokyčius, priklausomai nuo pagrindinių mitybos elementų (N, P ir K) sąveikos.

Apibendrinus tyrimų duomenis nustatyta, kad pagrindinių mitybos elementų (N, P, K), augalams tenkančių su mineralinėmis trąšomis, veiksmingumas labai priklauso nuo jų sąveikos. Visų bandymo augalų, išskyrus vienametės žolės, derliaus priedai dėl azoto ir fosforo trąšų įtakos gauti maždaug 2,0–2,5 karto didesni esant azoto sąveikai su fosforu ir kaliu arba fosforo sąveikai su azotu ir kaliu. Dėl kalio trąšų įtakos, esant jų sąveikai su azotu ir fosforu, derliaus priedai buvo 2,5–3,0 karto didesni, palyginus su priedais, gautais patręšus vienanarėmis trąšomis. Vienamečių žolių, kurias sudarė vikiai ir avižos, mitybos elementų sąveikos įtaka buvo mažiau reikšminga: sausųjų medžiagų? priedai nuo atskirų rūšių trąšų, jas derinant tarpusavyje, gauti maždaug 1,3 karto didesni, palyginus su priedais, gautais nuo vienanarių azoto, fosforo arba kalio trąšų.

5.4. Anijonų ir katijonų išplovimas iš dirvožemio dėl ilgalaikio tręšimo. Radviliškio r. Skėmiuose atliktų ilgalaikių (1976–2011 m.) tyrimų duomenimis, iš dirvožemio daugiausia išplaunama sulfatų ir nitratų, žymiai mažiau – chloridų ir labai mažai – fosfatų anijonų. Augalus patręšus $N_{111}P_{96}K_{96}$, anijonų (NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} ir Cl^-) koncentracijų suma 40 cm gylio lizimetrų vandenyje buvo 294,87 mg l⁻¹, iš jų nitratų – 109,4, fosfatų – 1,37, sulfatų – 124,0, chloridų – 60,1 mg l⁻¹.

Vertinant katijonų išplovimą į dirvožemio 40 cm gylį nustatyta, kad iš dirvožemio daugiausia išplauta kalcio, mažiau – magnio, žymiai mažiau – natrio ir kalio, mažiausiai – amonio. Augalus patręšus $N_{111}P_{96}K_{96}$, vidutinės mainų katijonų koncentracijos suma lizimetrų vandenyje buvo 210,15 mg l⁻¹, iš jų kalcio – 173, magnio – 31, natrio – 4,08, kalio – 1,73, amonio – 0,34 mg l⁻¹. Kalcio išplovimą iš dirvožemio skatina mineralinės trąšos. Jo koncentracija lizimetrų vandenyje nuo vidutinių normų ($N_{111}P_{96}K_{96}$) trąšų padidėja 1,6 karto, nuo didelių ($N_{222}P_{192}K_{192}$) – ir 2,2 karto.

5.5. Magnio trąšų įtaka žemės ūkio augalams. 2008–2010 m. Agrocheminių tyrimų laboratorijos bandymų aikštelėje vegetaciniuose induose buvo atlikta 18 bandymų, kurių tikslas – nustatyti, kaip mineralinės magnio trąšos iš įvairių Lietuvos vietų paimtuose dirvožemiuose veikia vasarinių miežių ir gausiažiedės svidrės (*Lolium multiflorum* Lam.) augalų derlių bei kokybę.

Tyrimų duomenimis, vasarinių miežių grūdų derlių Mg_{20} iš esmės didino tik mažo karbonatingumo dirvožemiuose, o gautas grūdų derliaus priedas sudarė vidutiniškai 4,4. Nepriklausomai nuo dirvožemio karbonatingumo, magnio trąšos daugelyje bandymų grūduose ir šiauduose iš esmės didino žalių baltymų kiekį. Koreliacinė analizė parodė, kad vasarinių miežių grūdų derlius priklausė nuo judriojo magnio kiekio dirvožemyje, nustatyto A-L metodu ($r = 0,616$, $P < 0,01$) ir vandens ištraukoje ($r = 0,735$, $P < 0,01$).

Magnio trąšos gausiažiedžių svidrių derlių esmingai didino karštais metais. Nustatyta koreliacinė priklausomybė tarp gausiažiedžių svidrių derlius ir judriųjų magnio bei kalcio, karbonatų ir humuso kiekio dirvožemyje. Iš šešių taikytų metodų derliaus priedo nuo magnio trąšų esmingiausia koreliacija gauta tarp judriojo magnio kiekio, nustatyto A-L metodu ir vandens ištraukoje. Daugeliu atvejų magnio trąšos gausiažiedėse svidrėse žalių baltymų kiekį didino ir pirmosios, ir antrosios pjūties derliuje.

5.6. Dolomitmilčių įtaka neutralizuojant rūgščius dirvožemius ir durpes. Agrocheminių tyrimų centro laboratorijos vegetacinių bandymų aikštelėje buvo atlikti bandymai, kurių tikslas – nustatyti, kaip įvairios dolomitmilčių normos, lyginant su kitomis kalkinėmis medžiagomis, keičia

durpių ir rūgštaus dirvožemio pH vertę. Taip pat siekta įvertinti naudotų ekstrahentų ir ekstrahavimo laiko įtaką pH pokyčiams durpėse ir dirvožemyje, po kalkinimo praėjus 24 bei 96 valandoms ir dviem mėnesiams. Naudotos kalkinės medžiagos buvo nevienodo kietumo: magnio karbonatų labai daug (40,39 %) nustatyta dolomitmilčiuose, klintmilčiuose jų buvo 3,2 karto mažiau, o kreidoje – tik 0,22 %. Rupiai trupintuose dolomitmilčiuose net 49,3 % dalelių buvo didesnės nei 0,25 mm, o permaltuose dolomitmilčiuose, klintmilčiuose ir kreidoje dalelės buvo smulkesnės nei 0,16 mm.

Tyrimų duomenimis, neutralizuojant rūgščius dirvožemius bei durpes, pirmomis dienomis po kalkinimo ir po dviejų mėnesių kalkinių medžiagų įtaka yra labai nevienoda ir priklauso ne tik nuo rūšies, bet ypač nuo stambumo. Orasausėse durpėse rupiai trupinti dolomitmilčiai, pakalkinus 2 kg m^{-3} , pH 4,43 vertę vandens ištraukoje per du mėnesius padidino 0,86 pH vnt., o kai kalkinta 6 kg m^{-3} – 1,57 pH vnt. Durpes sudrėkinus iki augalų sėjai ar sodinimui tinkamo drėgnio (65 %), 6 kg m^{-3} rupiai trupintų dolomitmilčių pH vertę, nustatytą vandens ištraukoje, po dviejų mėnesių padidino iki 6,72, o 1 M KCl ištraukoje – iki 6,09, t. y. durpes pakalkino iki optimalaus pH lygio.

5.7 Kompostų žaliavų ir kokybės vertinimas. 2010–2015 m. Agrocheminių tyrimų laboratorijoje vykdyta tyrimų programa, kurios tikslas – įvertinti kompostų gamybai naudojamas žemės ūkio, maisto bei kitų pramonės šakų ir miestuose susidaranti bioskaidžias atliekas, rekomenduoti kompostų kokybės vertinimo kriterijus, nustatyti įvairių technogeninių kompostų kokybę bei kokybės rodiklių kitimo ribas, atlikti bandymus nustatant kompostų įtaką augalams ir dirvožemiui.

Tyrimų duomenimis, ir komposto gamybai naudojamos žaliavos, ir pagaminti kompostai yra labai nevienodos kokybės. Komposto kokybę pasiūlyta vertinti pagal du rodiklius – komposto saugos ir komposto kaip trąšos kokybės atžvilgiu.

Komposto saugą siūloma vertinti pagal nepageidaujamas medžiagas – juose esančių plastiko, stiklo, metalo, akmenų kiekį, taip pat vertinti pagal fizikinius bei cheminius veiksnius, turinčius graužiantį ir/ar erzinantį poveikį vartotojams ir augalams. Reikėtų vertinti pagal kadmio (Cd), švino (Pb), gyvsidabrio (Hg), chromo (Cr), cinko (Zn), vario (Cu), nikelio (Ni), arseno (As) ir organinių teršalų (PCBs ir PAHs) kiekį, fitotoksiškumą, mikrobinių bei parazitinių ligų sukėlėjų, komposte esančių augalų patogenų kiekį.

Komposto kaip trąšos pagrindiniai kokybės rodikliai turėtų būti: pH_{KCl} , sausoji ir organinė medžiagos, suminiai azotas, fosforas bei kalis, elektrinis laidis, vandenyje tirpus azotas ir/arba mineralinis azotas, vandenyje tirpūs fosforas bei kalis ir C bei N santykis. Papildomi komposto kokybės rodikliai, apibūdinantys jo vertę, yra $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, sulfatai, chloridai, vandenyje tirpūs kalcis ir magnis. Šie rodikliai svarbūs tada, kai kompostai skirti sodininkystei, daržininkystei, gėlininkystei, naudojami šiltnamiuose arba sudarant auginimo substratus.

Pagal daugiamečių tyrimų duomenis pasiūlytas kompostų kokybės rodiklių reikšmių vertinimas, jas grupuojant į 5 grupes: labai mažai, mažai, vidutiniškai, daug ir labai daug. Tokia vertinimo skalė leidžia vartotojams tinkamai įvertinti komposto kokybę ir nustatyti tręšimo normas bei naudojimą.