

Miðkininkystė
Forestry Science
Лесоводство

Dirvožemio tankis žemės ūkiui naudotuose plotuose ir galima jo įtaka miško želdiniams

Antanas Malinauskas,

Vytautas Suchockas,

Gintautas Urbaitis

*Lietuvos miškų institutas, Liepų g. 1,
Girionys, LT-53101 Kauno r.,
el. paštas k.albina@takas.lt*

Tirtas poarmeninių dirvožemių sluoksnių tankis priklauso nuo žemės naudmenų, dirvožemio granulometrinės sudėties ir drėgmės režimo. Nustatyta, kad sutankinto dirvožemio sluoksnio storis nėra didelis ir paprastai neviršija 20 cm, o jau 45–50 cm ar kiek giliau slūgsančių dirvožemio sluoksnių tankis yra natūralus. Sutankintų poarmeninių dirvožemio sluoksnių gali pasitaikyti visoje dirvose, išskyrus nusausintuose užmirkusiuose dirvožemiuose su 30 cm (ar storesniu) durpės sluoksniu įrengtose pievose arba ganyklose, taip pat labai ilgą laiką (50 m. ir ilgiau) naudojamose pievose ar ganyklose. Pagal granulometrinę sudėtį didžiausio tankio poarmenio sluoksniai yra priemoliuose, mažesni – priemėliuose ir smėliuose. Nustatyti tankio esminiai skirtumai tarp N ir L hidrotopų ne tik poarmeniniams, bet ir gilesniems dirvožemio sluoksniams.

Dirvožemio armens (11–20 cm gylyje) ir poarmeninio sluoksnio (30–40 cm gylyje) tankis žemės ūkiui naudotose žemėse yra gerokai didesnis negu miško žemių dirvožemių tankis.

Raktažodžiai: dirvožemis, dirvožemio tankis, poarmenio sluoksnis, žemės naudmenos

IVADAS

Augimo slopinimas arba medžių džiūvimas dėl dirvožemio sutankinimo nustatytas parkuose, miško parkuose, golfo aikštynuose, statybų vietose, urbanizuotose teritorijose [12], kirtavietėse [19], agromiškuose, medelynuose ir žemės ūkio naudmenose [3, 23].

Dirvožemio sutankinimas turi kompleksinį efektą augalų augimui ir kinta nuo teigiamo iki neigiamo [15]. Žinoma, kad prieš sėjant sėklas dirva turi būti suvoluojama (sutankinama) kapiliariniams ryšiams atstatyti ir geresniam drėgmės judėjimui prie sėklų. Pasodinus medelį dirva apie jo šaknis suspaudžiama, kad būtų pašalintos tuštumos ir pagerintas šaknų kontaktas su dirvožemiu. Mineraliniuose dirvožemiuose optimalus dirvožemio tankis apie pasodinto medelio ūknis yra 1,3 g cm⁻³ [27]. Vis dėlto dirvožemio sutankinimas dažniausiai daro neigiamą poveikį, nes trukdo augalų augimui ir mažina derlių. Didėjant gyventojų skaičiui dėl

žmogaus veiklos labai plečiasi sutankintų dirvožemių plotai [15].

Dirvožemio sutankinimas siejamas su dirvožemio struktūros ir hidrofizikinių savybių pokyčiais: padidėja dirvožemio tankis, suardomi dirvožemio agregatai, sumažėja dirvožemio poringumas, prarandamas porų nepertraukiamumas, sumažėja aeracija, vandens laidumas ir padidėja vandens nuotėkis bei dirvožemio erozija [12]. Sutankinus sumažėjo bendrasis dirvožemio porų tūris, ypač tarpgrumstelinis, kurios turi didžiausią įtaką oro difuzijai [6]. Suspaudžiant dirvožemį sumažėja makroporų tūris ir santykinai padidėja mikroporų tūris [10].

Dirvožemio sutankinimas keičia dirvožemines sąlygas anaerobinių link. Gerokai sutankintuose dirvožemiuose aptinkamas aerobinis ir anaerobinis bei augalų šaknų kvėpavimas. Kai dėl stipriai sutankinto dirvožemio paviršiuje kaupiasi vanduo, dažniausiai šaknų kvėpavimas yra anaerobinis. Aerobinis kvėpavimas yra reikalingas mineralinių medžiagų apytakai, protoplazmos sintezei ir

ląstelių sienelių susidarymui. Esant nepakankamam laisvo deguonies tiekimui į dirvožemio poras, energijos trūkumas neleidžia šaknims atlikti natūralių funkcijų [14]. Deguonies trūkumas gali priešingai paveikti šaknų ląstelių membranas ir būti jonų praradimo priežastimi.

Labai sutankinus dirvožemį nepalankiai veikiamas augimas dėl fizikinių dirvožemio savybių pokyčio ir augalų fiziologinės reakcijos [12]. Šaknys labai sutankintose dirvose ūgliams gali pasiūsti daugiau negu vieno tipo signalą. Tai gali būti žinia apie mechaninius trukdžius. Svarbu, kad ši žinia indukuoja kitus stresus, t. y. vandens stresą ir hipoksiją. Ypač svarbu, kad ši žinia sukelia mineralinių medžiagų trūkumą fiziologiniuose procesuose, kurie reguliuoja augimą [14]. Blogai aeruojamuose dirvožemiuose kaupiasi augalams toksiški junginiai. Tai sulfidai, metanas, divalentė geležis ir kiti, kurie slopina augalų augimą. Kai vanduo susikaupia sutankintų dirvožemių paviršiuje, šaknys gali žūti ir supūti dėl grybo *Phytophthora*, kuris toleruoja mažą aeraciją. Šie grybai per savo sporas stimuliuoja šaknų išskyras, tarp jų cukrų, amonio rūgštis ir etanolį [20]. Šaknų augimą taip pat gali slopinti šaknų ir anaerobinių bakterijų išskiriami įvairūs toksiniai junginiai.

Dirvožemio sutankinimas sumažina liemeninės, pirmos ir antros eilės horizontalių šaknų bei bendrą šaknų ilgį, bet padidina pirmos eilės horizontalių šaknų skaičių, taip pat pirmos eilės horizontalių ir liemeninės šaknų storį [18]. Dirvožemio sutankinimas riboja šaknų prasiškerbimo gylį, o tai turi įtaką medžių atsparumui vėjavartoms [1]. Švedijoje dėl 14–25% dirvožemio sutankinimo 25% sumažėjo paprastosios eglės sodinukų augimas [24]. Sunkaus priemolio dirvožemio tankiui padidėjus nuo 1,24 iki 1,55 t m⁻³ paprastojo ąžuolo (*Quercus robur*) šaknų prasiškerbimas ir masė sumažėja dvigubai. Stiprus šaknų augimo trukdymas pastebėtas, kai sunkaus priemolio dirvožemio tankis pasiekia 1,50 t m⁻³, o šaknų augimas sustoja esant 1,67 t m⁻³ dirvožemio tankiui [9]. Šaknys auga esančiomis dirvožemyje poromis arba nustumdamos jo daleles į šalį. Šaknis gali lengvai „įeiti“ tik į stambias poras, kurių skersmuo didesnis negu šaknies. Tačiau daugelyje dirvožemių šaknys skverbiasi smulkiais poromis. Kada šaknys nebegali nugalėti slėgio smulkiose porose atspindi jų augimo kryptis. Pasipriešinimas šaknų augimui paprastai didėja, didėjant dirvožemio pasipriešinimui deformacijai. Dirvožemio pasipriešinimas deformacijai priklauso nuo dirvožemio dalelių išmatavimų ir formos, rišančių medžiagų, organinės medžiagos ir drėgmės kiekio bei mineraloginės sudėties [11]. Šaknų augimo į ilgį ir dirvožemio kietumo ryšys daugeliui augalų rūšių nėra tiesioginis. Kai šaknies augimui dirvožemyje reikalinga didelė jėga, jos ilgėjimo greitis sulėtėja, kol padidėja šoninė ekspansija už šaknies viršūnėlės [2].

Lietuvoje 2000 m. buvo 775,4 tūkst. ha nenaudojamų žemių, o apleistomis laikoma 676,0 tūkst. ha [17]. Nepalankių ūkininkavimui dirvų plotas Lietuvoje sudaro 601,2 tūkst. ha, iš kurių blogos ūkinės vertės žemės ūkio naudmenos (netinkamos ūkininkavimui) sudaro

183,7 tūkst. ha, o bendras mažo našumo žemių plotas – 360,7 tūkst. ha [13]. Taigi dalies žemės ūkio žemių apželdinimas mišku yra neišvengiamas.

Šio darbo tikslas buvo nustatyti nepalankių ūkininkavimui dirvų poarmino sluoksnio tankį ir remiantis literatūros šaltinių duomenimis prognozuoti galimą sutankinimo įtaką įveistiems ar natūraliai įsiveisusiems miškams.

TYRIMŲ OBJEKTAI IR METODIKA

Dirvožemio tankis buvo tiriamas apleistose žemės ūkio naudmenose. Tyrimai buvo vykdyti Žemaičių aukštumos ir daugiausia Vidurio žemumos rajonuose. Pagal paskirtį tai buvusios ariamos žemės, pievos arba ganyklos, oksčiau naudotos žemės ūkiui, o dabar perduotos miškų urėdijoms apželdinti. Tyrimai vykdyti dvylikoje rajonų, išsidėsčiusių po visą Lietuvos teritoriją. Nesuardytos struktūros 200 cm³ tūrio dirvožemio ėminiai buvo imami iš poarmino sluoksnio 20–40 cm gylyje (dažniausiai 30–35 cm gylyje) ir gilesnių (45–50 ir 65–70 cm) sluoksnių. Dalyje sklypų dirvožemio ėminiai paimti ir iš ariamojo sluoksnio 10–15 cm gylyje. Organogeninės kilmės dirvožemiuose bandiniai buvo imami iš po 30–50 cm storio durpių sluoksnio slūgsančių mineralinių horizontų. Ėminių, paimtų iš poarmino, granulimetrinė sudėtis nustatyta Kačinskio metodu, laboratorijoje atlikus analizes.

Taikant Shiver, Borders formulę apskaičiuotas reikalingas ėminių skaičius esant 0,95 ir 0,99% patikimumui (1 lentelė):

$$N = \frac{V^2}{p^2} r^2;$$

čia N – imties dydis;

V – variacijos koeficientas;

p – pageidaujamas įvertinimo tikslumas;

t – Stjudento pasiskirstymo kritinė reikšmė.

Iš poarmino sluoksnio (priklausomai nuo dirvožemio granulimetrinės sudėties kintamumo) buvo imami 6–12, dažniausiai 8–10 ėminių, o iš gilesnių dirvožemio sluoksnių – 2–4 ėminiai. Daugelyje sklypų po 1 dirvožemio ėminį buvo paimta iš ariamojo dirvožemio horizonto.

N hidrotopo priemolio, priemolio ir smėlio dirvožemiuose iš poarmino sluoksnio paimtas ėminių skaičius užtikrina 99% ir netgi aukštesnį duomenų patikimumą. Toks pat aukštas duomenų patikimumas yra apibūdinant dirvožemio tankį N hidrotopo apleistose daugiau kaip prieš 5 m. ariamose dirvose. 95% patikimumu dirvožemio tankis nustatytas N hidrotopo 45–50 cm gylyje slūgsančiuose molio, priemolio ir smėlio sluoksniuose, 65–70 cm gylyje slūgsančiuose priemolio ir smėlio sluoksniuose bei L hidrotopo dirvožemių poarminiuose molio ir priemolio sluoksniuose. Taip pat 95% patikimumu dirvožemio poarminių sluoksnių tankis nustatytas N hidrotopo buvusiose pievose ar ganyklose priemolio ir smėlio dirvožemiuose bei mažiau kaip prieš 5 m. apleistose ariamose žemėse priemolio dirvožemiuo-

1 lentelė. Paimtų poarmeninio sluoksnio ėminių skaičius ir apskaičiuotas reikalingas, pagal hidrotopus, buvusią žemės naudmeną ir dirvožemio granulimetrinę sudėtį, esant $p = 0,95\%$ ir $p = 0,99\%$ patikimumui

Hidrotopas	Buvusi žemės naudmena	Dirvožemio granulimetrinė sudėtis	Paimtų pavyzdžių skaičius vnt.	Reikalingas pavyzdžių skaičius	
				esant 0,95% patikimumui	esant 0,99% patikimumui
Normalaus drėgnumo dirvožemiai (N)	ariama	priemolis (p)	98	26	54
		priesmėlis (ps)	122	32	65
		smėlis (s)	127	33	68
	pieva arba ganykla	priemolis (p)	6	19	40
		priesmėlis (ps)	28	27	57
		smėlis (s)	37	28	59
Laikiniai perteklingo drėgnumo dirvožemiai (L)	ariama	priemolis (p)	7	19	39
		priesmėlis (ps)	6	37	76
	pieva arba ganykla	priemolis (p)	31	21	43
Nusausinti užmirkę dirvožemiai (U ⁿ)	pieva arba ganykla	priemolis (p)	8	25	64

2 lentelė. Dirvožemio tankis (g cm^{-3}) įvairios granulimetrinės sudėties dirvožemiuose

Rodiklis	Priemolio dirvožemiai	Priesmėlio dirvožemiai	Smėlio dirvožemiai
Ariamojo horizonto (10–15 cm gylyje)			
M ± m	1,45 ± 0,04	1,43 ± 0,02	1,36 ± 0,02
min	1,29	1,23	1,20
max	1,68	1,59	1,53
Poarmenio sluoksnio			
M ± m	1,62 ± 0,01	1,55 ± 0,01	1,53 ± 0,01
min	1,39	1,31	1,28
max	1,80	1,78	1,80
45–50 cm gylyje			
M ± m	1,61 ± 0,02	1,57 ± 0,02	1,49 ± 0,02
min	1,39	1,35	1,13
max	1,87	1,71	1,82
65–70 cm gylyje			
M ± m	1,64 ± 0,02	1,65 ± 0,04	1,50 ± 0,01
min	1,44	1,39	1,33
max	1,82	1,86	1,70

se. Visais kitais atvejais dirvožemio tankis nustatytas mažesniu negu 95% tikslumu.

Siekiant nustatyti dirvožemio tankio įtaką medžių šaknų augimui, buvo tiriami 7–9 m. amžiaus pušies žėliniai, natūraliai įsiveisę apleistose žemės ūkiui naudotose žemėse. Pušies žėliniuose šaknų sistemų tyrimai buvo atliekami šaknų iškasimo metodu, iškasant tik tam tikrą šaknų sektorių (Красильников, 1983). Tyrimui buvo pasirenkamos vidutinės pagal aukštį ir skersmenį pušys. Atliekant tyrimus greta medžių buvo imami dirvožemio ėminiai dirvožemio tankiui nustatyti.

Kiekvienoje dirvožemio ėminių paėmimo ar šaknų tyrimo vietoje buvo nustatyta miško augavietė pagal M. Vaičio klasifikaciją.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Dirvožemio tankis priklauso nuo granulimetrinės sudėties, drėgmės režimo ir žemės naudmenų. Smulkios granulimetrinės sudėties dirvožemio tankis yra didesnis negu rupios (2 lentelė). Priemolio poarmeninių sluoksnių vidutinis tankis siekia $1,62 \text{ g cm}^{-3}$ ir iš esmės nesiskiria nuo gilesnių dirvožemio sluoksnių tankio

3 lentelė. Dirvožemio poarmeninio sluoksnio tankis (g cm^{-3}) normalaus ir laikinai perteklingo drėgnumo bei nusausintuose užmirkusiuose dirvožemiuose

Rodiklis	Normalaus drėgnumo dirvožemiai (N)	Laikiniai perteklingo drėgnumo dirvožemiai (L)	Nusausinti užmirkę dirvožemiai (U^n)
Poarmeninio sluoksnio			
M \pm m	1,56 \pm 0,01	1,65 \pm 0,01	1,56 \pm 0,04
min	1,28	1,48	1,44
max	1,80	1,68	1,74
45–50 cm gylyje			
M \pm m	1,54 \pm 0,01	1,65 \pm 0,04	1,44 \pm 0,05
min	1,13	1,44	1,25
max	1,87	1,78	1,66
65–70 cm gylyje			
M \pm m	1,56 \pm 0,01	1,81 \pm 0,02	1,58 \pm 0,01
min	1,15	1,78	1,57
max	1,82	1,86	1,61

4 lentelė. Dirvožemio poarmeninių sluoksnių tankis priklausomai nuo žemės naudmenos, hidrotopo ir granulimetrinės sudėties

Buvusi žemės naudmena	Granulimetrinė sudėtis	Dirvožemio tankis g cm^{-3}	
		vidutinis	ribinis
Normalaus drėgnumo dirvožemiai (N)			
Ariama	p	1,64 \pm 0,01	1,40 – 1,80
	ps	1,58 \pm 0,01	1,33 – 1,78
	s	1,54 \pm 0,01	1,28 – 1,64
Pieva arba ganykla	p	1,57 \pm 0,02	1,44 – 1,66
	ps	1,51 \pm 0,02	1,31 – 1,67
	s	1,49 \pm 0,01	1,31 – 1,67
Laikiniai užmirkstantys dirvožemiai (L)			
Ariama	p	1,65 \pm 0,03	1,48 \pm 1,78
Pieva arba ganykla	p	1,66 \pm 0,02	1,55 – 1,77
Nusausinti užmirkę dirvožemiai (U^n)			
Pieva arba ganykla	p	1,56 \pm 0,05	1,44 – 1,74

(1,61 g cm^{-3} – 45–50 cm gylyje ir 1,64 g cm^{-3} – 65–70 cm gylyje).

Smėlio ir priesmėlio dirvožemių poarmenio tankis yra panašus ir siekia atitinkamai 1,55 ir 1,53 g cm^{-3} . Gilesnių sluoksnių tankis priesmėlio dirvožemiuose yra didesnis negu poarmenio, o smėlio – mažesnis (atitinkamai 1,57–1,65 ir 1,49–1,50 g cm^{-3}).

Tiek poarmenio, tiek gilesnių dirvožemio sluoksnių tankis kinta gana daug. Priemolio dirvožemiuose poarmenio tankis kinta nuo 1,39 iki 1,80 g cm^{-3} , priesmėlio – nuo 1,31 iki 1,78 g cm^{-3} , o smėlio – nuo 1,28 iki 1,80 g cm^{-3} .

Nuo dirvožemio granulimetrinės sudėties priklauso ne tik poarmenio bei gilesnių dirvožemio sluoksnių, bet ir armeninio dirvožemio horizonto tankis. Priemolio dirvožemiuose jo vidutinis tankis yra 1,45, priesmėlio – 1,43, o smėlio – 1,36 g cm^{-3} .

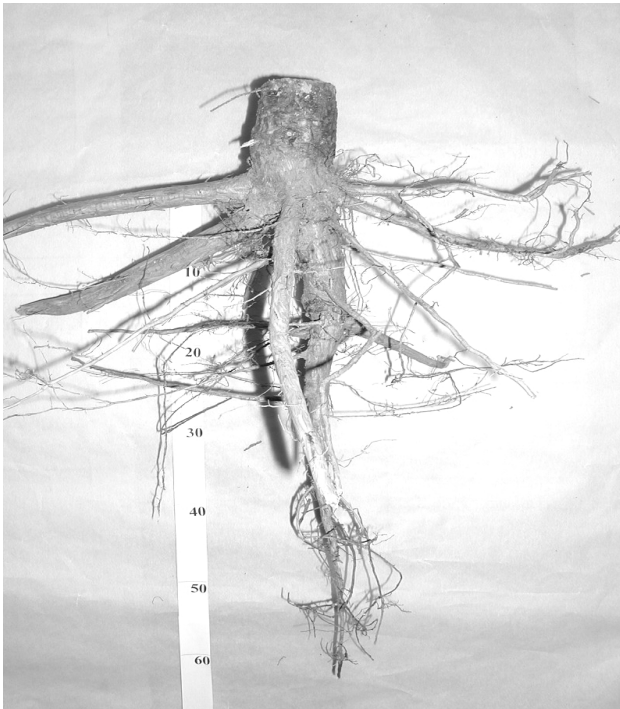
Didžiausiu dirvožemio poarmenio ir gilesnių sluoksnių tankiu išsiskiria laikinai perteklingo drėgnumo dirvožemiai (3 lentelė).

Poarmenio sluoksnio tankis laikinai perteklingo drėgnumo dirvožemiuose yra 1,65 g cm^{-3} , 45–50 cm gylyje – taip pat 1,65 g cm^{-3} , o 65–70 cm gylyje – 1,81 g cm^{-3} , tuo tarpu normalaus drėgnumo dirvožemių – atitinkamai 1,56, 1,54 ir 1,56 g cm^{-3} . Laikiniai užmirkstantys priemolio dirvožemiuose žemės naudojimo pobūdis nei vidutinėms, nei ribinėms dirvožemio tankio reikšmėms įtakos neturėjo, o dirvožemio tankis yra didesnis negu normalaus drėgnumo dirvožemių. Nusausintų užmirkusių dirvožemių tankis po 30–50 cm storio durpių sluoksniu yra palyginti mažas.

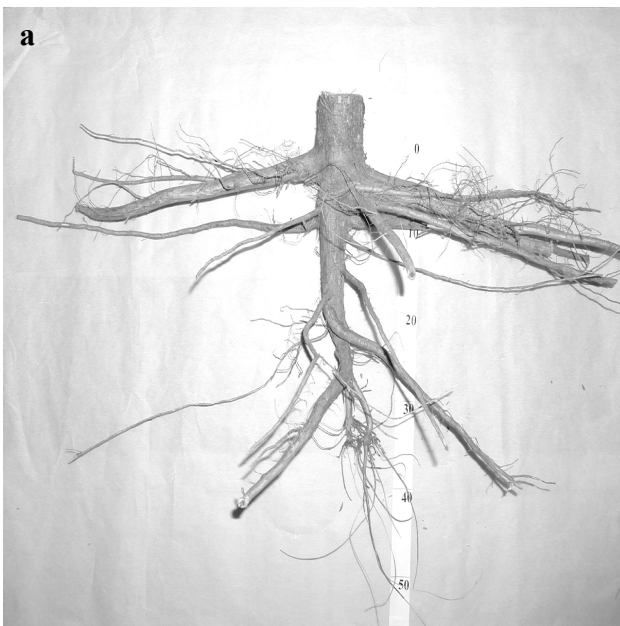
Miško žemėse, kurios nepaveiktos ar mažai paveiktos žmogaus veiklos, dirvožemio tankis didėjant gyliui

palaiptumui didėja. Ryškesni dirvožemio tankio skirtumai pastebimi tarp dirvožemio horizontų. Iš 2 ir 3 lentelėse pateiktų duomenų matyti, kad žemės ūkiui naudojamose poarmino tankis yra didesnis arba lygus dirvožemio tankiui 45–50 cm gylyje, o tai rodo, kad dirbant žemę jis buvo sutankintas.

Tiriami dirvožemiai buvo skirstomi pagal buvusią žemės ūki paskirtį. Priemolio dirvožemių pievose ar ganyklose vidutinis dirvožemio tankis iš esmės nesiskir-



1 pav. „Tipiška“ besivystanti pušies šaknų sistema apleistose buvusiose ariamose, nesutankintose arba mažai sutankintose smėlio dirvose

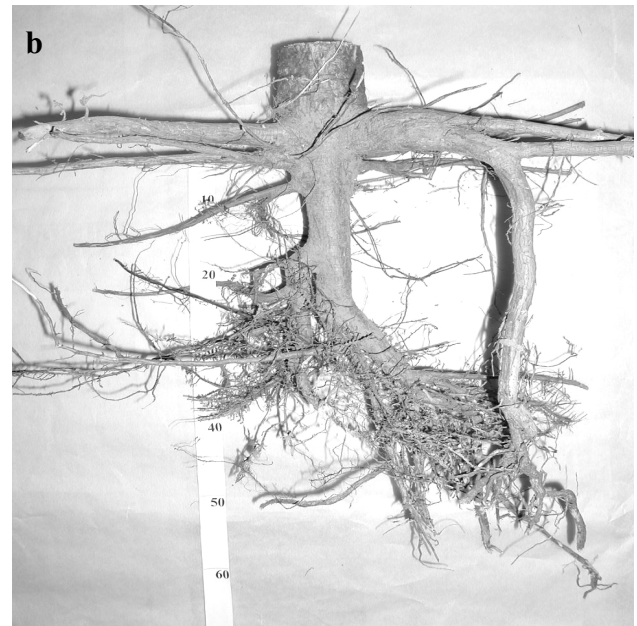


ria nuo ariamų žemių, bet yra kur kas mažesnis negu priemolio ir smėlio dirvožemių (4 lentelė). Nors poarmino dirvožemio sluoksnių vidutinis tankis priemolio dirvožemių ariamose žemėse ir pievose bei ganyklose yra panašus, bet pastarosiose jo maksimalios reikšmės yra gerokai mažesnės. Labai ilgą laiką (50 m. ir daugiau) pievoms ar ganykloms naudojamose žemėse poarmino sutankinimo nenustatyta.

Buvusiose dirbamose žemėse atlikti pušies savaiminių šaknų sistemų tyrimai parodė, kad netgi ir priemolio normalaus drėgnumo dirvožemiuose, kurių vidutinis poarmino sluoksnių tankis nedidelis (1,44–1,51 g cm⁻³), dėl poarmino sluoksnio tankio kaitos kai kurių pušų šaknims jie gali būti neįveikiami arba stabdyti liemeninės šaknies augimą (1–3 pav.). Dideli poarmino tankio pokyčiai paprastai aptinkami melioruotose plotuose ir matyt yra atsiradę melioracijos darbų metu. Šiuose plotuose didesnio poarmino tankio „salo“ paprastai užima nedidelį plotą.

M. Vaičys [21] yra nustatęs viršutinio, 0–50 cm storio, dirvožemio sluoksnio tankį įvairiose automorfinėse miškų augavietėse. Lyginant miško ir žemės ūkiui naudotų žemių dirvožemių tankį (5 lentelė) matyti gana dideli paviršinių, ypač paties paviršinio sluoksnio, ir poarmino tankio skirtumai. Miško žemėse didėjant gyliui dirvožemio tankis didėja palaipsniui.

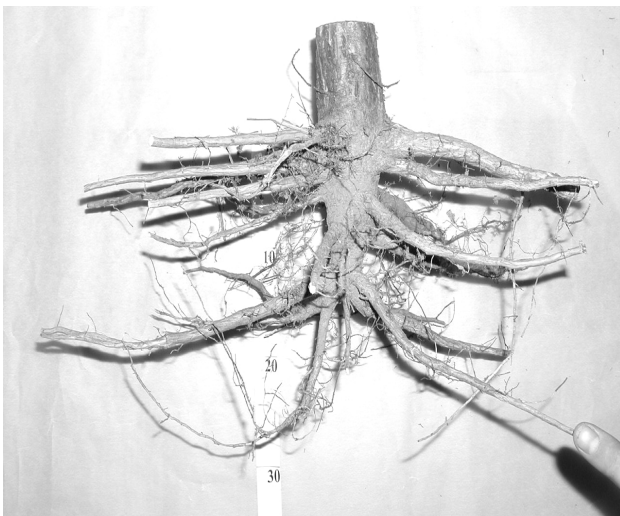
Žemės ūkiui naudotose žemėse dėl poarmino sutankinimo dažnai 45–50 cm gylyje dirvožemio tankis yra mažesnis negu virš jo esančio sluoksnio (dažniausiai 30–35 cm gylyje). Poarmino tankis žemės ūkiui naudotose žemėse, lyginant su tame pačiame gylyje esančio sluoksnio miško žemėse tankiu, dažniausiai yra didesnis. Nb augavietėje žemės ūkiui naudotų žemių poarmino vidutinis tankis yra 1,54 g cm⁻³, o miško žemių 31–40 cm gylyje – 1,51 g cm⁻³, Nc augavietėje



2 pav. Liemeninei pušies šakniai sunku prasiskverbti per sutankintus dirvožemio sluoksnius: a) sutankintas sluoksnis susidarė dėl žemės dirbimo, liemeninė šaknis išlieka, b) sutankintas sluoksnis susidarė melioracijos darbų metu, liemeninė šaknis išsišakoja ir kitoje vietoje prasiskverbia pro mažiau sutankintą sluoksnį

5 lentelė. Dirvožemio tankis įvairiose žemės ūkiui naudotų žemių augavietėse

Augavietė	Pavyzdžio paėmimo gylis (cm) arba dirvožemio sluoksnis	Vidutinis tankis ir jo paklaida g cm ⁻³
Nb	10–15	1,40 ± 0,02
	poarmenis	1,54 ± 0,01
	45–50	1,50 ± 0,02
	65–70	1,51 ± 0,01
Nc	10–15	1,45 ± 0,03
	poarmenis	1,55 ± 0,01
	45–50	1,56 ± 0,02
	65–70	1,59 ± 0,02
Nd	10–15	1,44 ± 0,05
	poarmenis	1,61 ± 0,01
	45–50	1,56 ± 0,02
	65–70	1,55 ± 0,04
Nf	poarmenis	1,63 ± 0,03
	45–50	1,80 ± 0,06
	65–70	1,82 ± 0,01
Lc	poarmenis	1,59 ± 0,03
	45–50	1,56 ± 0,06
	65–70	1,85 ± 0,02
Ld	poarmenis	1,66 ± 0,02
	45–50	1,68 ± 0,02
	65–70	1,74 ± 0,03



3 pav. Pušies šaknys negali prasiskverbti pro sutankintą poarmeninį dirvožemio sluoksnį

atitinkamai 1,55 ir 1,47 g cm⁻³, Nd – 1,61 ir 1,63 g cm⁻³, o Nf – 1,63 ir 1,64 g cm⁻³. Žemės ūkiui naudotų žemių vidutiniai tankio duomenys atspindi dirvožemius su sutankintu ir su nesutankintu poarmeniu.

Dideli dirvožemio tankio skirtumai nustatyti tarp armeninio horizonto 10–15 cm gylyje ir miško žemių 11–20 cm gylyje. Žemės ūkiui naudotose žemėse armeninio horizonto tankis Nb augavietėje yra 1,40 g cm⁻³, o miško žemėse – 1,32 g cm⁻³, Nc augavietėje atitinkamai 1,45 ir 1,26 g cm⁻³.

Dirvožemio tankis iki 1,3 g cm⁻³ netrukdo daugelio medžių rūšių šaknų augimui, o didesnis pradeda šaknų augimą stabdyti [28]. Mūsų nustatytas gana didelis armeninio horizonto dirvožemio tankis gali lėtinti medžių šaknų linijinį augimą, o maksimalios jo reikšmės rodo, kad kai kuriose vietose tai gali tapti šaknims neįveikiamu kliūtimi.

Dirvožemio struktūros suardymo ir sutankinimo įtakos miškų augimui klausimai pradėti nagrinėti daugiau kaip prieš 100 m. XIX a. ir XX a. pradžioje kirtavietes, aikštes ir kitus plotus prieš veisdami želdinius miškininkai neretai perduodavo ar išnuomodavo trumpalaikiam žemės ūkiui naudojimui. Auginant miškus tokiose dirvose buvo pastebėta, kad nors pradžioje želdiniai gerai prigyja ir auga, bet vėliau, esant apie 20 m. a. kai kuriuose plotuose jų augimas sulėtėja, o patys želdiniai labai išretėja. Nustatyta, kad dirbamoje žemėje augančios 30–40 m. pušys (sveikos ar sergančios) turi žuvusias ar žūstančias liemenines šaknis [25]. Šaknų žuvimas pasitaiko be ligų sukėlėjų poveikio, taigi akivaizdžiai matyti, kad tai yra dėl nepalankių dirvožemio fizikinių savybių. Sutankinto dirvožemio sluoksnis visuomet buvo tame pačiame gylyje, o gyvos šaknys paprastai buvo randamos tik virš šio sluoksnio. Tai ypač buvo ryšku žemesnėse reljefo vietose.

Dėl didelio dirvožemio tankio šaknys ne tik patrumpeja ir pastoreja, bet ir pasikeičia jų šakojimasis. Apskritai šaknys, augdamos didelio tankio dirvožemiuose, labiau šakojasi ir formuoja daugiau horizontalių šaknų.

Kai kurios medžių rūšys iš trumpų, sparčiai augančių šaknų formuoja virš sutankinto dirvožemio sluoksnio kilmą [8].

Visumoje aukščiausia drėgno, smulkios granulimetrinės sudėties dirvožemio tankio riba, kuriai esant šaknys nebegali prasiskverbti, kinta nuo 1,4 iki 1,6 g cm⁻³, o rupios granulimetrinės sudėties dirvožemio – apie 1,75 g cm⁻³. Tačiau šios kritinės ribos nesustabdo šaknų augimo visose dirvose [4]. Skirtingų medžių rūšių šaknų augimo galimybės sutankintuose dirvožemiuose dažnai būna skirtingos. Pavyzdžiui, paprastojo ažuolo šaknys priemolio dirvožemyje gali augti, kol dirvožemio tankis pasiekia 1,89 g cm⁻³, sibirinio maumedžio – 1,84 g cm⁻³, karpotojo beržo – 1,80 g cm⁻³, paprastosios pušies – 1,72 g cm⁻³, paprastosios eglės – 1,61 g cm⁻³ ir mažalapės liepos – 1,55 g cm⁻³ [26].

Šaknų sistemų augimo tyrimų metu gauti rezultatai iš esmės atitinka literatūros šaltiniuose pateiktus duomenis. Paveiksluose matyti, kad esant apsunktam liemeninės šaknies augimui pušys išaugina daugiau horizontalių šaknų, t. y. vysto paviršinę šaknų sistemą, o liemeninės šaknies augimas labai sulėtėja.

Stipriai sutankinti dirvožemiai natūraliai į pirmą lygį negrįžta ilgą laiką. Nustatyta, kad Kanados borealiniuose miškuose dirvožemio paviršinių sluoksnių sutankinimas išlieka keletą dešimtmečių [5]. Kalifornijos miškuose traktorių važiuoklių sutankintas dirvožemio paviršius į pirmą lygį negrįžo bent 40 m. [22]. Natūralių pietinių dirvožemių atsistatymas truko per 60 m. [16], o Šiaurės Amerikos Ramiojo vandenyno Šiaurės vakarų pakraščiuose miškuose sutankintų dirvožemių natūralus grįžimas į pirmą lygį buvo lėtas ir sumažino medynų prieaugį mažiausiai 30 m. [7].

Tyrimų metu nesutankintas poarmenio sluoksnis aptiktas tik žemėse, kurios labai ilgą laiką (ne mažiau kaip 50 m.) nebuvo ariamos. Kai kuriose pievose nustatytas plonas armuo ir virš jo susiformavęs apie 5 cm storio sudurpėjęs organinės medžiagos sluoksnis rodo, kad šios žemės nebuvo ariamos galbūt 100 m. ar ilgiau.

IŠVADOS

1. Poarmeninių dirvožemio sluoksnių tankis priklauso nuo žemės naudmenų, dirvožemio granulimetrinės sudėties ir drėgmės režimo. Sutankinto dirvožemio sluoksnio storis nėra didelis ir paprastai neviršija 20 cm, t. y. 45–50 cm ar kiek didesniame gylyje slūgsančių dirvožemio sluoksnių tankis yra natūralus. Giliau sutankinti dirvožemio sluoksniai dažniau aptinkami tik nusausintuose plotuose ir yra atsiradę melioracijos darbų metu.

2. Pagal granulimetrinę sudėtį didžiausio tankio poarmeniniai dirvožemio sluoksniai yra priemoliuose, mažesni – priemoliuose ir smėliuose. Remiantis literatūros šaltiniuose paskelbtais duomenimis apie medžių šaknų augimo galimybes sutankintose dirvose galima teigti, kad esant didesnėms negu vidutinės poarmenio

tankio reikšmėms, ypač smulkios granulimetrinės sudėties dirvožemiuose, daugelio rūšių medžių šaknims šis sluoksnis gali būti neįveikiamas.

3. Gauti dirvožemio tankio priklausomybės nuo drėgmės režimo duomenys patvirtina kitų autorių gautus duomenis bei teorinius teiginius, kad drėgnesni dirvožemiai labiau linkę sutankėti, be to, nustatyti dirvožemio tankio esminiai skirtumai tarp N ir L hidrotopų ne tik poarmeniniams, bet ir gilesniems dirvožemio sluoksniams.

4. Sutankintų poarmeninių dirvožemio sluoksnių gali pasitaikyti visuose žemės ūkiui naudotuose plotuose, išskyrus nusausintuose užmirkusiuose dirvožemiuose su 30–50 cm (ar storesniu) durpių sluoksniu įrengtose pievose arba ganyklose. Šiuose plotuose po durpėmis mineraliniai dirvožemio sluoksniai sutankinti būna retai ir tik nedideliuose ploteliuose. Jie galėjo būti suspausti melioracijos darbų metu.

5. Žemės naudojimo būdas normalaus drėgnumo dirvožemiuose taip pat gali turėti įtakos jo tankiui. Ilgą laiką (50 m. ar daugiau) naudojamose pievose arba ganyklose dirvožemių poarmeniniai sluoksniai paprastai nebūna sutankinti.

6. Armeninių dirvožemio horizontų tankis žemės ūkiui naudotose žemėse yra gerokai didesnis negu miško žemių dirvožemių tankis 11–20 cm gylyje ir gali labai stabdyti šaknų augimą.

7. Žemės ūkiui naudotose žemėse turėtų būti veisiami didesnes šaknų augimo galimybes sutankintame dirvožemyje turintys medžiai (ąžuolai, beržai, maumedžiai), o prieš veisiant pušies ar eglės želdinius sutankinto poarmenio sluoksnis turėtų būti saugomas.

Gauta 2005 03 22

Literatūra

1. Andersen K. F. Gales and gale damage to forest, with special reference to the effects of the storm of 31 st January 1953, in the North-East of Scotland // *Forestry*. 1954. Vol. 27(2). P. 97–121.
2. Bengough A. G. & Mullins C. E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. *Journal Soil Science*. 1990. Vol. 41. P. 341–358.
3. Boyer J. M. & South D. B. Loblolly pine seedling morphology and production at 53 southern forest nurseries. US Department of Agriculture, Forest Service Tree Planters Note. 1988. 13 p.
4. Cassel D. K. Effects of soil characteristics and tillage practices on water storage and its availability to plant roots // Raper C. D., Jr. & Kramer P. J. (editors). *Crop relations to Water and Temperature stresses in Humid temperate Climates*. Westview Press, Boulder, CD, 1983. P. 167–186.
5. Corns G. W. Compaction by forestry equipment and effect on coniferous seedling growth on four soils in the Alberta foothills // *Canadian Journal of Forest Research*. 1988. Vol. 18. P. 75–84.

6. Currie J. A. Gas diffusion through soil crumbs: the effects of compaction and wetting // *Journal Soil Science*. 1984. Vol. 35. P. 1–10.
7. Froehlich H. A., McNabb D. H. & Stone E. L. Minimizing soil compaction in Pacific Northwest forests. Forest soil and treatment impacts // *Proceedings, Sixth North American forest Soils Conference, University of Tennessee, Knoxville, June 1983*. 1984. P. 159–192.
8. Gilman E. F., Leone I. A. & Flower F. B. Effects of Soil compaction and oxygen content on vertical and horizontal root distribution // *Journal Environment Horticulturae*. 1987. Vol. 5. P. 33–36.
9. Grabosky J. & Bassuk N. Testing on structural urban tree soil materials for use under pavement to increase street tree rooting volumes // *Journal Arboriculturae*. 1996. Vol. 22(6). P. 255–263.
10. Huang J., Lacey S. T., & Ryan P. J. Impact of forest harvesting on the hydraulic properties of surface soil // *Soil Science*. 1996. Vol. 161. P. 79–86.
11. Young I. A. & Bengough A. G. Mechanical constraints to root growth // *Roots and the Soil Environment*. 1989. P. 4–47.
12. Jim C. Y. Soil compaction as a constraint to tree growth in tropical and subtropical urban habitats // *Environment Conservation*. 1993. Vol. 20. P. 35–49.
13. Kairiūkštis L., Vaičys M. Lengvai pažeidžiamų ir žemdirbystei nepalankių žemių vieta Lietuvos ekologinio tvarumo sistemoje // *Ekologiškai jautrių ir nepalankių žemės ūkiui žemių naudojimo Lietuvoje mokslinės, socialinės ir gamybinės problemos integruojantis į Europos Sąjungą*. Vilnius, 1997. P. 37–49.
14. Kozlovski T. T. & Pallardy S. G. *Physiology of Woody Plants*, 2nd edn. Academic Press. San Diego, CA, 1997. 340 p.
15. Kozlovski T. T. Soil compaction and Growth of Woody Plants // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1999. Vol. 14. P. 596–619.
16. Mitchell M. L., Hassan A. E., Davey C. B. & Gregory J. D. Loblolly pine growth in compacted greenhouse soils // *Transactions American Society of Agricultural Engineering*. 1982. Vol. 25. P. 304–307.
17. Palčinskaitė R. Securing the Balance among Ecological, Economic and Social Assets in the Process of Afforestation of Agricultural Land – where, why and what Forests Are Needed // *Baltic Forestry*. 2002. Vol. 8(1). P. 110–113.
18. Sands R. & Bowen G. D. Compaction of sandy soils in radiata pine forests. II. Effects of compaction on root configuration and growth of radiata pine seedlings // *Australian Forestry Research*. 1978. Vol. 8. P. 163–170.
19. Starsev A. D., McNabb D. H. Effects of skidding on forest soil infiltration in west-central Alberta // *Canadian Journal of Soil Science*. 2000. Vol. 80. P. 617–624.
20. Stolzy L. H. & Sojka R. E. Effects of flooding on plant disease. Flooding and Plant growth. New York: Academic Press, 1984. P. 261–264.
21. Vaičys M. Vyraujančių normalaus drėgnumo augaviečių dirvožemių fizikinės savybės ir jų ekologinė reikšmė // *Miško ūkio ir aplinkos apsaugos problemos: moksl. konf. medžiaga* (1998 m. birž. 18 LŽŪU Miškų fak.) Kaunas-Akademija, 1998. P. 126–127.
22. Vora R. S. Potential soil compaction forty years after logging in northeastern California // *Great Basin Nat.* 1988. Vol. 48. P. 117–120.
23. Wairiu M., Mullins C. E. & Campbell C. D. Soil physical factors affecting the growth of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) in a silvopastoral system on a stony upland soil in North – East Scotland // *Agroforest Systems*. 1993. Vol. 24. P. 295–306.
24. Wästerlund I. Damage and growth effects after selective mechanical clearing. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1988. Vol. 3. P. 259–272.
25. Анкудинов А. М. Усыхание сосновых культур на старых пашнях // *Лесное хозяйство*. 1950. № 3. С. 46–49.
26. Коротаев А. А. Влияние плотности почвы на рост корневых систем саженцев древесных пород // *Лесоведение*. 1992. № 4. С. 74–78.
27. Маркова И. А. Агротехника и технология создания высокопродуктивных культур ели и сосны промышленными методами на северо-западе РСФСР. Автореферат докторской диссертации. 1989. 40 с.
28. Соколовская Н. А., Ревут И. Б., Маркова И. А., Шевляков И. Р. Роль плотности почвы при лесовосстановлении // *Лесоведение*. 1977. № 2. С. 44–51.

**Antanas Malinauskas,
Vytautas Suchockas,
Gintautas Urbaitis**

SOIL DENSITY ON FORMER AGRICULTURAL LANDS AND ITS POSSIBLE INFLUENCE ON FOREST PLANTATIONS

Summary

The compaction of the subsoil layer was assessed depending on the land use category, soil texture and soil drainage class. The results showed that the thickness of the compact soil layer was not large and usually did not exceed 20 cm. Whereas, the compaction of the soil layers at a depth of 45–65 cm or deeper was natural. Compact subsoil layers may occur in various soil types, except for drained out formerly overmoistured soils with a 30 cm or thicker peat layer, as well as on grassing land or meadows used for more than 50 years. The subsoil layers of highest compaction were found in loamy soils, and the least compaction was scored in sandy soils. There were significant differences in the compaction of the subsoil and the deeper layers between the normally irrigated and temporarily overmoistured site types.

On the abandoned agricultural land, the compaction of the cultivated top soil layer (11–20 cm) and the subsoil layer (30–40 cm) was markedly higher than the compaction on the forestland. This may strongly affect the development of roots of young trees.

Key words: soil, soil density, subsoil horizon, landed property

Антанас Малинаускас, Витаутас Сухоцкас,
Гинтаутас Урбайтис

ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ И ВОЗМОЖНОЕ ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ НА БЫВШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЯХ

Резюме

Исследована плотность почвы в зависимости от сельскохозяйственных угодий, гранулометрического состава и режима влажности. Установлено, что толщина уплотнённого подпахотного слоя почвы обычно не превышает 20 см, а уже на глубине 45–50 см или в более глубоких слоях плотность почвы является естественной. Уплотнённые слои могут встречаться на всех почвах, за исключением на лугах и пастбищах

осушённых переувлажнённых почв со слоем торфа 30 см и более, а также на очень долгое время (50 лет и более) использованных лугах и пастбищах.

Самые уплотнённые подпахотные слои почвы обнаружены на суглинистых почвах, незначительно меньше уплотнённые – на супесчаных и песчаных. Установлены существенные различия плотности почвы между почвами нормального увлажнения и временно переувлажнёнными почвами не только в подпахотных, но и в более глубоких слоях.

Плотность пахотного (на глубине 11–20 см) и подпахотного (на глубине 30–40 см) слоев на бывших почвах под сельскохозяйственное пользование значительно выше по сравнению с лесными почвами.

Ключевые слова: почва, плотность почвы, подпахотный слой, сельскохозяйственные угодья