

# Dirvožemio renatūralizacijos įtaka organinės anglies sekvestracijai ir augalijos kaitai

Asta Kazlauskaitė-Jadzevičė

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras,  
Instituto al. 1,  
58344 Akademija, Kėdainių r.  
El. paštas [asta.kaz@gmail.com](mailto:asta.kaz@gmail.com)

Žemės ūkio produkcijos augintojai esant nepalankioms ūkininkavimo sąlygoms skatinami žalinimo priemonėmis nenaudingas ariamąsias žemes keisti ekologiniais intarpais, pavyzdžiui, pievomis, ir išsaugoti savo valdose turimas medžių grupes ar nedidelius miškelius. Šio tyrimo tikslas – įvertinti 1995–2015 m. renatūralizuojamų ariamųjų žemių natūralių fitocenozų rūšinės sudėties ir dirvožemio organinės anglies (DOA) sekvestracijos pokyčius pritaikant šias žemėnaudas kaip ekologinius intarpus mažo derlingumo Pietryčių Lietuvos žemėse (*Geoabruptic Haplic Luvisol*). Įvertinus dirvono augalų rūšinę sudėtį nustatyta, kad per 21-erius metus sumažėjo rūšinė įvairovė ir išnyko būdingos ariamajam dirvožemiui piktžolės, atsirado invazinė kanadinė konyza (*Conyza canadensis* L.), nendrinio eraičino (*Festuca arundinacea* Schreb.) ir paprastosios šunažolės (*Dactylis glomerata* L.) rūšys. Taip pat nebevykdant ūkinės veiklos prasidėjo savaiminio miškėjimo procesai, kurie keičia natūraliai besiformuojantį dirvono kraštovaizdį. Dirvono augalijos biomasė yra ištraukiama į humusinių medžiagų formavimąsi ir, palyginti su ariamųjų laukų agrofitocenoze, šioje žemėnaudoje DOA sankaupos didėjo 12 041 kg ha<sup>-1</sup>. Spygliuočių miško įveisimas, palyginti su ariamąja žeme, per 21-erius metus padėjo sumažinti dirvožemio organinės medžiagos (DOM) mineralizaciją ir stabilizuoti DOA sankaupas (sumažėjo tik 257 kg ha<sup>-1</sup>) dirvožemyje.

**Raktažodžiai:** ariamųjų žemių renatūralizacija, anglies sekvestracija, dirvono fitocenoze, *Haplic Luvisol*

## ĮVADAS

Didėjant ekstremalių klimatinių reiškinių skaičiui ir dėl to mažėjant žemės ūkio derliui bei su tuo susijusiai nacionalinei ir pasaulinei konkurencijai, ūkininkų valdomų žemių vietovėse vis aktualesnė tampa žemėnaudų kaita. Dauguma naujausių mokslinių tyrimų klimato kaitos tema patvirtina, kad dabartinis žemės klimatas šyla dėl žmogaus veiklos ir pagal Europos aplinkos agentūros (*Global and European temperature*, 2014) duomenis, 2004–2013 m. laikotarpio vidutinė

metinė žemės paviršiaus temperatūra visoje Europos teritorijoje buvo 1,3 °C aukštesnė už buvusią priešindustriniu laikotarpiu. Toks pastarojo dešimtmečio žemės paviršiaus temperatūros pokytis Europos teritorijoje yra didesnis ir už pasaulinį žemės paviršiaus temperatūros pokytį (0,9 °C), didesni iššūkiai tenka ir žemės ūkio produkcijos augintojams.

Darnios žemėnaudos svarba yra susijusi ir su pasaulyje nuolatos augančiu maisto produktų suvartojimu vienam gyventojui, kurio poreikio padvigubėjimas prognozuojamas jau 2050 m.

(Europos Komisija, 2017). Bendra žemės ūkio politika orientuota į tai, kad ūkininkavimas nėra tik maisto produktų gaminimas, kad tai svarbu kaime gyvenantiems žmonėms, kraštovaizdžiui ir yra vertingas gamtos išteklius. Ūkininkavimas ir gamta labai susiję, daro vienas kitam poveikį, todėl su Europos Sąjungos (ES) fondų 2014–2020 m. laikotarpio investicijomis siekiama skatinti tuos ūkininkavimo metodus, kurie tausoja aplinką. Taip stengiamasi žemės ūkio subjektus paskatinti tvariai naudoti gamtos išteklius, gebėti savo žemės ūkio veikloje pritaikyti vis populiariausias žalinimo priemones.

Tikimasi, kad žalinimo priemonių pritaikymas leis padidinti DOA kiekį ir pagerinti jos kokybę, aprūpinti augalus pagrindiniais mitybos elementais, taip ateityje padidinti ūkininkavimo pelningumą. Itin svarbus siekis skatinti ūkininkus turėti daugiafunkcines zonas, kuriose vienu metu gali būti ūkininkaujama, plėtojama miškininkystė, organizuojamas poilsis ar tiesiog saugomos ekosistemos, pavyzdžiui, medžių grupės ar pavieniai nedideli miškeliai, palaukės, pievos, grioviai. Esant palankioms sąlygoms skatinama žemėnaudos kaitą orientuoti į natūralius gamtos plotus (Serra, Duncan, 2016). Tokios zonos su nedideliais nuostoliais, tačiau abipusiai teikiančios didelės naudos, gali būti svarbios ne tik tiems, kurie naudojami žeme (ūkininkai, miškininkai, turizmo paslaugų teikėjai), bet ir visai visuomenei, nes ji gali naudotis ekosistemų teikiamais privalumais (Atkočiūnienė ir kt., 2014).

Šiame straipsnyje nagrinėjamas nederlingų ariamųjų žemių miškinimas ar apleidimas, kai netrukdoma įsitvirtinti natūralioms sukcesijoms, tai ypač aktualu kuriamai mūsų šalies žaliajai infrastruktūrai. Ir visai nesvarbu, ar žemės ūkio produkcijos augintojai savo valdomuose plotuose turi natūraliai susiformavusių tokių žemėnaudų, ar esant nepalankioms ūkininkavimo sąlygoms nenaudingas ariamąsias žemes keičia minėtais ekologiniais intarpais. Siekiama sukurti žaliąją infrastruktūrą ir taip pagerinti bendrą ekologinę visos aplinkos kokybę, sujungti esamus natūralios gamtos plotus, padaryti ją palankesnę ir pralaidesnę laukinei gyvūnijai bei augalijai (Alons, 2017).

Šio tyrimo tikslas – įvertinti 1995–2015 m. renatūralizuojamų ariamųjų žemių natūralių fitocenozų rūšinės sudėties ir DOA sekvestracijos

pokyčius pritaikant šias žemėnaudas kaip ekologinius intarpus mažo derlingumo Pietryčių Lietuvos žemėse (*Geoabruptic Haplic Luvisol*).

## METODAI IR SĄLYGOS

**Tyrimo vieta ir jos detalės.** Dirvožemio savybių ir augalų fitocenozų pokyčiams įvertinti panaudoti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) 1995–2015 m. laikotarpio duomenys. Ėminiai paimti eksperimente, įrengtame Vilniaus rajone, Didžiųjų Lygainių kaime (geografinės koordinatės 54°33'49.8"N 25°05'12.9"E), iki 1995 m. buvusiose ariamosiose žemėse. Eksperimento vieta buvo parinkta vidutiniškai sukultūrintame priesmėlio paprastajame išplautžemyje (pagal 2015 m. atnaujintą pasaulinę WRB-2014 klasifikaciją – *loamy sand Geoabruptic Haplic Luvisol*). Dirvožemio profilio struktūra išreikšta horizontų seka (O)-Ah(Ahp)-El-Bt-BCk-2Ck.

Siekiant palyginti ariamąsias žemes su tikėtina gerinančiais dirvožemį renatūralizacijos būdais buvo sudaryta eksperimento schema: 1) tręšiamas sėjomainos laukas (kontrolė) (200 m<sup>2</sup> (20 × 10) ploto); 2) dirvonas (400 m<sup>2</sup> (20 × 20) ploto) ir 3) pušimis apželdinta aikštelė (400 m<sup>2</sup> (20 × 20) ploto).

Sėjomainos lauko aikštelėje nuo 1995 m. iki 2015 m. buvo auginami įvairūs žemės ūkio augalai, kurių santykinę dalį per tyrimų laikotarpį sudarė: 23,8 % migliniai javai (*Secale cereale* L., *Hordeum vulgare* L., *Triticosecale wittmack*, *Triticum aestivum* L.), 14,3 % migliniai javai su pupinių daugiamečių žolių įsėliu, 19 % rūgtiniai (*Fagopyrum esculentum* Moench), 14,3 % pupinės daugiamečių žolės (*Trifolium pratense*), 14,3 % kaupiamieji (*Solanum tuberosum* L.) ir 14,3 % kiti augalai (*Brassica napus* L., *Lupinus angustifolius* L.).

Sėjomainos lauko tręšimui naudotos mineralinės NPK trąšos, kurių normos buvo apskaičiuotos pagal mitybos elementų poreikį ir judriojo fosforo bei kalio koncentracijų atsargas dirvožemyje: vidutiniškai N buvo 0–100 kg ha<sup>-1</sup>, P – 13–26 kg ha<sup>-1</sup>, K – 25–100 kg ha<sup>-1</sup>. Mėšlu tręštos tik bulvės ir tik 1996 m. 40 t ha<sup>-1</sup> bei 2000 m. 40 t ha<sup>-1</sup>. Sėjomainos lauko aikštelėje pasėlių sėjos ir priežiūros darbai buvo atliekami laikantis rekomenduojamų auginimo technologijų.

Apleistose ariamosios žemės ir įveisto pušyno aikštelėse agrotechniniai darbai nebuvo vykdomi.

Apleistos ariamosios žemės aikštelėje per tyrimo laikotarpį formavosi priesmėliui būdinga natūralios augalijos fitocenozė, kurios sudėtis variavo priklausomai nuo hidroterminių sąlygų vegetacijos metu. Pušimis apželdintoje aikštelėje tyrimo laikotarpiu augo paprastosios pušys (*Pinus Sylvestris* L.), 10-ies metų amžiaus (2004) medžių tankumas siekė 8 547 vnt. ha<sup>-1</sup>, 2009 m. buvo atliktas retinimas. 21-erių metų amžiaus (2015) medžių tankumas buvo 3 509 vnt. ha<sup>-1</sup>.

**Natūralios pievos botaninės sudėties nustatymas.** Tyrimai atlikti 1995, 2000 ir 2015 m. vasaromis. Tiriant dėl žemių apleidimo susidariusio dirvono augalų rūšinę sudėtį buvo naudojamas laukelių metodas, kai tris kartus per 21-erių metų renatūralizacijos laikotarpį buvo imama po keturis augalų ėminius iš 0,25 m<sup>2</sup> ploto, jie buvo skirti įvertinti augalų įsikūrimą ir išplitimą. Atskirų rūšių kiekybinis santykis buvo nustatomas naudojant Braun–Blanquet skalę (Mirkin, Rozerberg, 1978). Rūšies reikšmingumui įvertinti naudotasi Josias Braun–Blanquet kombinuota gausumo-padengimo skale. Augalų rūšims apibūdinai naudotas K. K. Vilkonio atlasas „Lietuvos žaliasis rūbas“ (2008).

**DOA sanaujų vertinimas.** DOA atsargos skirtingose žemėnaudose įvertintos atsižvelgiant į DOA koncentraciją, dirvožemio tankį ir humusinio A horizonto storį. Kiekvienoje aikštelėje iškasti profiliai buvo vertinami 1995 ir 2015 metais. Nustatytas kiekvienos aikštelės humusinio A horizonto storis. Dirvožemio tankis nustatytas du kartus (eksperimento pradžioje ir po 21-erių metų) Core metodu (McKenzie et al., 2004). DOA koncentracijai nustatyti dirvožemio ėminiai buvo paimti trimis pakartojimais iš viršutinio humusinio A dirvožemio horizonto ūkio paskirties žemės plote (10 × 20 m), apleistos žemės plote (20 × 20 m) ir pušies miško teritorijoje (20 × 20 m). DOA koncentracija vertinta 1995 ir 2015 m. tose pačiose trijose skirtingose žemėnaudų aikštelėse. Dirvožemio mėginiai išdžiovinti iki orausės masės, persijoti per 2 mm sietą ir toliau naudoti nustatant DOA koncentraciją pagal ISO 10694:1995. DOA atsargos A horizonte buvo apskaičiuotos (Poeplau et al., 2017):

$$DOA_{\text{sankauj.}} (\text{Mg ha}^{-1}) = DOA_{\text{konc.}} \times \rho \times \text{gylis} \div 10;$$

$DOA_{\text{konc.}}$  – DOA koncentracija (g kg<sup>-1</sup>),  $\rho$  – dirvožemio tankis (t m<sup>-3</sup>), gylis – humusinio A ho-

rizonto storis (cm), 10 – koeficientas DOA sanaujoms Mg ha<sup>-1</sup> apskaičiuoti.

**Meteorologinės sąlygos.** Tyrimų vietos atmosferinių kritulių kiekis apskaičiuotas panaudojus Vilniaus meteorologinės stoties, esančios keli kilometrai nuo eksperimento vietos, duomenis. Eksperimento vieta yra vidutinio klimato zonoje. Pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenis, šalies vidutinė metinė oro temperatūros standartinė klimato norma (SKN) 1961–1991 m. buvo +6,0 °C, vidutinis metinis kritulių kiekis – 664 mm. Toks santykis tarp oro temperatūros ir kritulių lemia dirvožemio drėgmę ir išplovimą, yra palankus organinių medžiagų mineralizavimuisi.

Eksperimento vykdymo laikotarpiu (1995–2015) meteorologinės sąlygos buvo labai įvairios. Bendras laikotarpio kritulių kiekis viršijo SCN 10 % 1998, 2005 ir 2009–2015 metais. Kritulių kiekis svyravo nuo 731 iki 976 mm. 1996 m. buvo sausi, kritulių iškrito 28 % mažiau nei SCN (519 mm). Tyrimo laikotarpiu oro temperatūros režimas taip pat labai įvairavo. Nuo 1999 m. metinė vidutinė oro temperatūra viršijo 0,5–1,8 °C SCN. Ypač šilti buvo 1999, 2000, 2006–2008 ir 2013–2015 m., kai oro temperatūra SCN viršijo +1°C. Šie kritulių ir oro temperatūros pokyčiai galėjo paveikti organinės medžiagos skilimo dinamiką dirvožemyje.

**Statistinis duomenų vertinimas.** Duomenys buvo įvertinti dispersinės analizės metodu (ANOVA) taikant Fišerio testą. Skirtumai tarp variantų nustatyti mažiausio esminio skirtumo riba ( $R_{05}$ ), esant 95 % tikimybės lygiui. Agrocheminių rodiklių nukrypimams nuo vidurkio įvertinti buvo paskaičiuotos standartinės paklaidos ( $S_x$ ).

## TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

**Augalijos kaita renatūralizuojamose ariamosiose žemėse.** Pagal vykdyto eksperimento schemą ariamosios žemės buvo transformuotos dviem būdais: paliekant žemes savaime dirvonuoti ir buvusių ariamųjų žemių vietoje įveisiant mišką. Dirvožemio renatūralizacija (atstatymas) vyko savaiminiu būdu, tačiau turėjo įtakos dirvožemio savybėms ir augalų kaitai dirvone. Mišku apželdintoje aikštelėje augo vienos rūšies medžiai (*Pinus silvestris* L.), būdingi vidutinei klimato zonai ir natūraliai geriausiai įsitvirtinantys bei augantys priesmėlio dirvožemyje. Dėl dirvonavimo susiformavusių žolinių rūšių zona pateikta lentelėje.

## Lentelė. Vyravusių žolių gausumas 21-erių metų senumo dirvone (pagal Braun-Blanquet)

Table. Profusion of dominated grasses in 21-year-old abandoned land (by Braun-Blanquet)

Augalo šeima ir jo pavadinimas <i>Plant and its family name</i>	Metai / Year		
	1995	2000	2015
<i>Myosotis micrantha</i> Pall. ex Lehm., <i>Thlaspi arvense</i> L., <i>Filago arvensis</i> L., <i>Berteroia incana</i> L., <i>Camelina microcarpa</i> Andr. subsp. <i>pilosa</i> (DC.) Jav., <i>Capsella bursa-pastoralis</i> L. Medik., <i>Veronica arvensis</i> L., <i>Amaranthus retroflexus</i> L., <i>Plantago major</i> L., <i>Trifolium repens</i> L., <i>Melilotus albus</i> Medik., <i>Erodium cicutarium</i> L. Her., <i>Cerastium holosteoides</i> Fr., <i>Herniaria glabra</i> L.	r		
<i>Equisetum arvense</i> L.	+	+	+
<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Merat.) M. Lanz., <i>Scleranthus annuus</i> L.	1		
<i>Carduus acanthoides</i> L., <i>Linaria vulgaris</i> Mill., <i>Plantago lanceolata</i> L., <i>Trifolium arvense</i> L., <i>Vicia cracca</i>	r	r	
<i>Coryza canadensis</i> L., <i>Rumex acetosella</i> L.		+	
<i>Erigeron acris</i> L., <i>Gnaphalium silvaticum</i> L., <i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg., s. l., <i>Centaurea cyanus</i> L.		r	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	+	r
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	r	1
<i>Solidago virgaurea</i> L., <i>Phleum pratense</i> L., <i>Vicia angustifolia</i> Reichard.		r	
<i>Pilosella officinarum</i> F. W. Schultz et Sch. Bip.			3
<i>Chenopodium album</i> L., <i>Erophyla verna</i> L., <i>Spergula arvensis</i> L., <i>Polygonum aviculare</i> L., <i>Consolida regalis</i> Gray., <i>Secale cereale</i> L.	+		
<i>Padus avium</i> Mill., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Raphanus raphanistrum</i> L., <i>Erucastrum gallicum</i> (Willd.) O. E. Schulz., <i>Hieracium aggr. vulgatum</i> Fr., <i>Campanula patula</i> L., <i>Convolvulus arvensis</i> L., <i>Fumaria officinalis</i> L., <i>Rumex obtusifolius</i> L., <i>Vicia lathyroides</i> L.			r
<i>Potentilla argentea</i> L., <i>Viola arvensis</i> Murray.	1	r	
<i>Silene pratensis</i> (Rafn) Godr., <i>Arenaria serpyllifolia</i> L., <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke.	+	+	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	r	+	
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.			4
<i>Elytrigia repens</i> L.	3	3	
<i>Dactylis glomerata</i> L.			1
<i>Setaria viridis</i> L.	+	r	
<i>Lotus corniculatus</i> L.		1	+
<i>Pinus silvestris</i> L.		r	r

Pastaba: r – individų labai mažai; + – individų mažai, padengia labai mažą plotą; 1 – individų mažiau kaip 1/20 ploto; 2 – individai padengia 1/20 ploto; 3 – individai padengia 1/4–1/2 ploto; 4 – individai padengia 1/2–3/4 ploto; 5 – individai padengia daugiau kaip 3/4 ploto.

1995 m., praėjus vieniems metams kai buvo apleistos ariamosios žemės, aikštelėje nustatyta didelė (net 39) augalų rūšių įvairovė. Renatūralizacijos pradžioje mažo derlingumo dirvonojantys priešmėlio ariamųjų žemių laukai daugiausia buvo kolonizuoti tipiniais ariamųjų žemių piktžoliniais augalais: šunramuniais (*Tripleurospermum perforatum* (Merat.) m. Lanz.), čiūžutėmis (*Thlaspi arvense* L.), našlaitėmis (*Viola arvensis* Mur-

ray.), rugiagėlėmis (*Centaurea cyanus* L.), žvaginėmis (*Capsella bursa-pastoralis* (L.) Medik.), balandomis (*Chenopodium album* L.), burnočiais (*Amaranthus retroflexus* L.), šerytėmis (*Setaria viridis* L.) ir varpučiais (*Elytrigia repens* L.). Populiarūs dirvonų augalai tokie kaip čiūžutės (*Thlaspi arvense* L.), balandos (*Chenopodium album* L.) ir varpučiai (*Elytrigia repens* L.) buvo nustatyti ir Slovakijos mokslininkų vykdytuose tyrimuose



apie smėlio dirvožemių dirvonų sukcesijas (Valachovič, 2012). Didelę tokių augalų įvairovę dirvožemio renatūralizacijos pradžioje lėmė tai, kad besiformuojantis žolynas buvo įrengtas daugelį metų buvusiam ariamajame dirvožemyje.

Nepaisant minėtų augalų paplitimo pirmaisiais dirvonavimo metais, nemaža dalis vienmečių fitocenozių ilgėjant renatūralizacijos laikotarpiui išnyko. Atlikus botaninę dirvono augalų sudėties analizę praėjus šešeriems renatūralizacijos metams (2000), nustatytos 27 augalų rūšys, palyginti su dirvonavimo pradžioje buvusiu jų kiekiu, botaninių rūšių sumažėjo. Dirvono aikštelė šešerius renatūralizacijos metus buvo kolonizuota skirtingų rūšių vienmečių fitocenozių kompozicijų. Čia augo čiobralapė smiltė (*Arenaria serpyllifolia* L.), žalioji šerytė (*Setaria viridis* L.), dirvinis dobilas (*Trifolium arvense* L.), dirvinė našlaitė (*Viola arvensis* Murray.), iš dviemečių augalų vyravo dygaus dagio (*Carduus acanthoides* L.) rūšis. Nuo 2000 m. tarp vienmečių žolių buvo aptinkama siauralapio vikio (*Vicia angustifolia* L.) rūšis ir dvimetė karčioji šiušėlė (*Erigeron acris* L.). Daugiametis paprastasis varputis (*Elytrigia repens* L.) stabiliai augo ir vyravo daugelį metų, tik 2015 m. ištyrus botaninę augalų sudėtį jo nebuvo aptikta. Kitų mokslininkų tyrimais (Sanchez-Moreiras et al., 2004) įrodyta, kad miglinių (*Poaceae*) šeimos augalai dažnai pasižymi alelopatinėmis savybėmis ir veikia vieni kitus bei lemia ir kitų augalų išlikimą žolynuose. R. W. Murphy'o ir S. T. A. Aarsseno (1995) tyrimai su paprastuoju varpučiu (*Elytrigia repens* L.) ir pašariniu motiejuku (*Phleum pratense* L.) įrodo, kad pastarojo augalo žiedadulkės neigiamai veikia paprastąjį varputį (*Elytrigia repens* L.), todėl gali sumažinti ar visai išnaikinti šių augalų gyvavimą žolynuose. Šeštaisiais dirvonavimo metais dar aptikta paprastojo varpučio (*Elytrigia repens* L.), o daugiau kaip po dviejų dešimtmečių jau nebe. Jo išnykimą galėjo lemti būtent 2000 m. vyravusi pašarinio motiejuko (*Phleum pratense* L.) rūšis.

1995 m. gausu buvo tikrosios sidabražolės (*Potentilla argentea* L.), kuri dažniausiai auga dirvonuose ir pamiškėse. Nuo šeštų metų (2000–2015 m.) dirvone įsitvirtino ir daugiametis, ūkininkų dažniausiai auginamas kaip labai daug baltymų turintis, pašarinis augalas – paprastasis garždenis (*Lotus corniculatus* L.).

Ilgą laiką dirvonuojant 2015 m. buvo rasta 18 augalų rūšių: paprastųjų kraujažolių (*Achillea millefolium* L.), vienagraižių kudlių (*Pilosella officinarum* F. W. Schultz et Sch. Bip.), nendrinė eraičinė (*Festuca arundinacea* Schreb.), paprastųjų šunažolių (*Dactylis glomerata* L.), paprastųjų kiečių (*Artemisia vulgaris* L.) ir dirvinių asiūklių (*Equisetum arvense* L.). Dėl pradėjusių augti daugiamečių žolių – nendrinio eraičino (*Festuca arundinacea* Schreb.) ir paprastosios šunažolės (*Dactylis glomerata* L.) – 2015 m. vienmečių žolių buvo kur kas mažiau. Natūraliai prisitaikiusios prie vietos sąlygų, įsitvirtinusios ir konkuruojančios augalų rūšys gali nulemti sukcesijų vystymąsi labai skirtingomis kryptimis ir skirtingu greičiu. Žinoma, kad kai kurios agresyvios ir konkuruojančios augalų rūšys gali laikinai sustabdyti sukcesijos vystymąsi. D. J. Gibsonas ir J. A. Newmanas (2001) nurodo, kad nendrinis eraičinas (*Festuca arundinacea* Schreb.) dažnai aptinkamas Centrinėje ir Pietryčių Europoje bei kitose šalyse. Šio augalo paplitimą nagrinėjamoje dirvono fitocenozeje galėjo lemti ir medžių naikinimas. Estijoje atlikus biologinės įvairovės tyrimus (Zobel et al., 1996) nustatyta, kad nendrinis eraičinas (*Festuca arundinacea* Schreb.) išplinta tokiose vietovėse, kur būna iškertami medžiai ir krūmynai. Dirvone varpinių žolių atsiradimas galėjo turėti neigiamos įtakos fitocenozių daigumui ir jų augimui, kadangi būtent nendrinis eraičinas (*Festuca arundinacea* Schreb.) ir paprastoji šunažolė (*Dactylis glomerata* L.) turi aukštą, palyginti su kitais augalais, alelopatinių savybių aktyvumą (Myster, Pickett, 1992; Jankowska et al., 2014).

Per tyrimų laikotarpį niekada nebuvo plačiai išplitusios paprastosios kraujažolės (*Achillea millefolium* L.) ir vienagraižės kudlės (*Pilosella officinarum* F. W. Schultz et Sch. Bip.). Šios žemų žolių augalų bendrijos dažniausiai įsikuria pievoje, pušynų aikštelėse, pamiškėse. Tinkamas sąlygas kraujažolių (*Achillea millefolium* L.) ir kudlių (*Pilosella officinarum* F. W. Schultz et Sch. Bip.) sukcesijoms sudarė dirvono aikštelėje pradėjusi plisti sumedėjusi augalija. Latvijoje atlikti tyrimai (Rusina et al., 2011) įrodo, kad per dirvožemio renatūralizaciją paprastoji kraujažolė (*Achillea millefolium* L.) ir jau minėtas paprastasis varputis (*Elytrigia repens* L.) padengia nemažą plotą buvusių ariamųjų žemių. Įsitvirtinimo pradžioje kraujažolės (*Achillea millefolium* L.) ir kudlės (*Pilosella*

*officinarum* F. W. Schultz et Sch. Bip.) beveik visada užima nedidelius plotus, dažnai kitų pievų bendrijų pakraščiuose arba pamiškėse, tačiau ilginiui pradeda plisti ir padengia labai didelius žolynų plotus (Nawrocki, 2011). Šios rūšys galėjo nulėmti bendrą dirvono augalų rūšių sumažėjimą 2015 metais.

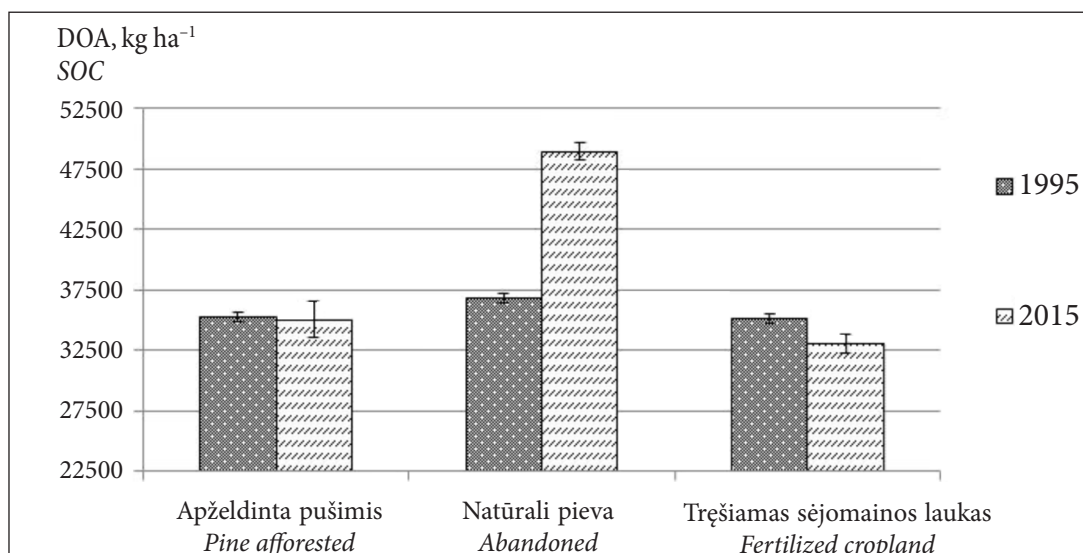
1995–2015 m. dirvonuose ir pamiškėse augo vienas iš Lietuvoje plačiausiai paplitusių daugiamečių augalų, pasižyminčių alelopatinėmis savybėmis, – paprastasis kietis (*Artemisia vulgaris* L.). Nuo 2000 m. dirvone pradėjo augti paprastosios pušys (*Pinus silvestris* L.), o nuo 2015 m. atsirado ir pavieniai paprastųjų ievų (*Padus avium* Mill.) ūgliai. Manoma, kad paprastosios pušys (*Pinus silvestris* L.) užsisėjo iš šalia esančio spygliuočių miško. Tyrimai patvirtino, kad neprižiūrimos vietovės dirvono augalija per ilgą laiką transformuojasi ir pakeičia kraštovaizdį. Nepaisant savaiminių procesų, vykstančių dėl žemių dirvonavimo, dalis išaugusių medžių buvo išpjunami, o po daugiau kaip dviejų dešimtmečių pastebėjus sumedėjusios augalijos įtaką fitocenozių sukcesijoms medžiai buvo apskritai pašalinti iš eksperimentinio dirvono ploto.

Remiantis atliktų tyrimų duomenimis, nenaudojamas apleistas žemes būtų galima panaudoti kaip ekologinius intarpus mažo produktyvumo dirvožemiams užimti ir tokiu būdu juos pagerinti, išsaugant augalų rūšinę įvairovę ir išlaikant nepakitusių kraštovaizdį (Majchrowska, 2013). Visos nenaudojamų apleistų žemių augalų rūšys, nepai-

sant jų kaitos per dirvožemio renatūralizavimo laikotarpį, yra prisitaikiusios augti mažo derlingumo dirvožemyje. Kovoiant su augalų kenkėjais ir ligomis dirvoną rekomenduotina bent kartą per vegetacijos periodą šienauti (Jefferson et al., 2014). Šienavimo laikas turi būti parinktas atsižvelgiant į biologinę įvairovę.

**DOA sekvestracija skirtingose žemėnaudo-** se. Įvairi augalija geba produkuoti skirtingą užauginamą derlių, išvystyti skirtingą šaknų sistemą ir taip sukaupti didesnius organinės anglies kiekius biomaseje. Anglies kiekis augaluose lemia dirvožemyje vykstančius procesus dėl dirvožemio anglies sekvestravimo. Dirvožemio gebėjimas akumuliuoti tam tikrą organinės anglies kiekį yra susijęs ir su dirvožemio granulimetrine sudėtimi, dirvodaros procesais, vykstančiais viršutiniame humusiniame A horizonte, ir jo geba didėti. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad tam tikros žemėnaudos per 21-erių metų renatūralizacijos laikotarpį geba pakeisti dirvožemio humusinio A horizonto storį, taip pat padidinti anglies koncentraciją dirvožemyje.

Atliktas 2015 m. dirvožemio savybių pokyčių vertinimas patvirtino, kad nederlinguose priemėlio ariamuosiuose dirvožemiuose labai sudėtinga stabilizuoti DOA atsargas. Taikant lauko augalų sėjomainą su 38,2 % miglinių javų ir 14,3 % daugiamečių žolių, nenaudojant organinių trąšų, per 21-erius metus DOA kiekis humusiniame A horizonte sumažėjo 2 094 kg ha<sup>-1</sup> (pav.).



**Pav.** Skirtingų žemėnaudų DOA sankaupos humusiniame A horizonte  
**Figure.** SOC stocks in humic A horizon of different land uses

Nuostoliai susieti su anglies koncentracijos nuo  $9,5 \pm 0,08$  iki  $8,8 \pm 0,21$  g kg<sup>-1</sup> sumažėjimu humusiniame A horizonte, nes A horizonto storis per dirvožemio atkūrimo laikotarpį nepasikeitė. Tai liudija, kad auginamų sėjomainoje augalų ražienų ir kitų augalinių liekanų, patenkančių į dirvožemį nuėmus derlių, buvo nepakankamai, kad atstatytų humuso mineralizacijos nuostolius dėl žemės dirbimo. Gauti rezultatai patvirtino anksčiau atliktų tyrimų rezultatus (Tripolskaja ir kt., 2010), kad fluvio-glacialinės kilmės priesmėlio dirvožemiuose stabilų humuso balansą galima palaikyti tik tręšiant mėšlu arba auginant sėjomainoje didelę dalį daugiamečių ir pupinių vienmečių augalų.

Vienas iš paprasčiausių būdų sustabdyti nederlingų ariamųjų žemių degradavimą yra dirvonų formavimas. Toks žemėnaudos tipas leidžia padidinti DOA sekvestravimą, nes augančios fitocenozės antžeminė ir požeminė biomasė pasibaigus vegetacijai per biocheminę transformaciją papildoma A horizontą humusinėmis medžiagomis, tokiu būdu mažinama CO<sub>2</sub> emisija į atmosferą (Kurganova et al., 2015).

Tyrimo duomenimis, priesmėlyje per 21-erius metus dirvonavimo DOA sankaupos padidėjo 32,3 %. Kiekvienais metais mineralizuojantis augančių dirvone žolių nuokritoms, DOA kiekis vidutiniškai didėjo 573 kg ha<sup>-1</sup> (per visą laikotarpį 12 041 kg ha<sup>-1</sup>). Žolinių augalų įtaka anglies akumuliacijai drėgno ir sąlyginai šilto klimato sąlygomis buvo reikšmingai teigiama: A horizonto storis padidėjo nuo 28 iki 33–34 cm, o anglies koncentracija – nuo  $9,9 \pm 0,08$  iki  $10,5 \pm 0,15$  g kg<sup>-1</sup>.

L. Zhangas su kolegomis (2012) nustatė, kad šešerius metus nedirbant žemės ir netaikant sėjomainos DOA atsargos padidėjo 5,1 %, palyginti su ariamąja žeme. Kai ariamoji žemė buvo transformuota į ganyklą, DOA (0–20 cm sluoksnyje) padidėjo 22,6 %. Mūsų ir kitų autorių tyrimų rezultatai parodo, kad sparčiai vykstantys DOA akumuliacijos procesai dirvonuojančiuose laukuose pagerina jų derlingumą ir atveria galimybę, esant poreikiui, tokius dirvožemius vėl įtraukti į ariamųjų žemių fondą.

Transformuojant ariamąsias žemes į mišką esmingai pasikeičia anglies ciklas ekosistemoje. Anglis kaupiasi medžių biomasėje, o sankaupas dirvožemyje padidina tik mikrobiotos anglis ir medžių nuokritos, šaknų vaidmuo DOA mažiau reikšmingas. Atlikto eksperimento duomenimis,

pušų miško įveisimas priesmėlio ariamojoje žemėje padėjo sumažinti DOM mineralizacijos intensyvumą. Miško dirvožemio A horizonte per tyrimų laikotarpį DOA sankaupos sumažėjo 257 kg ha<sup>-1</sup>, o tręšiamame sėjomainos dirvožemyje nuostoliai buvo aštuonis kartus didesni (2 094 kg ha<sup>-1</sup>). M. Zhiyanskis ir kiti mokslininkai (2015) nurodo, kad spygliuočių miškas, įveistas vietoje buvusios alyvmedžių plantacijos ar apleistų žemių, yra svarbus išsaugant DOA. Praėjus keletui dešimtmečių DOA kaupimasis vyko labai silpnai ir negalėjo kompensuoti DOA nuostolių, kuriuos lėmė ankstesnis aktyvus auginimas. T. G. Barcena ir kiti (2014) nustatė, kad dirvožemio apželdinimas spygliuočių mišku <30 metų neleido pasiekti teigiamo DOA balanso, o per >30 metų laikotarpį prasidėjo DOA sekvestracija. S. Fontaine su kolegomis (2007) įrodė, kad viršutiniam dirvožemio sluoksniui nuolatos papildant naujomis augalinėmis liekanomis gali pagreitinėti esamos dirvožemyje anglies skilimas ir senosios anglies mikroorganizmų mineralizacija. Taigi DOA kiekį miško dirvožemio viršutiniame sluoksnyje lemia miško nuokritų rūšis, su tuo susijęs dirvožemio pH ir renatūralizacijos laikotarpis. Kasmetinis DOA papildymas spyglių nuokritomis rūgština dirvožemį ir paspartina senosios DOA irimą, tačiau per pirmą dešimtmetį, kai medžiai tik pradeda augti, nuokritų kiekis yra mažas. Nuokritų daugėja augant medžiams. Lyginant su dirvonu, DOM sukaupimas pušų miške nėra didelis.

Nors DOA koncentracija pušų miško žemėnaudoje per 21-erius metus ir sumažėjo, tačiau A horizonto storis padidėjo nuo 28 iki 31 cm. Tai lemia paklotės susiformavimą ir naujų humusinių medžiagų susidarymą. Nepaisant DOA koncentracijos sumažėjimo nuo  $9,7 \pm 0,08$  iki  $8,8 \pm 0,38$  g kg<sup>-1</sup>, jos sankaupos A horizonte per 21-erius metus šiek tiek sumažėjo – tik 9 %.

Apibendrinant DOA sekvestravimo procesus galima teigti, kad fluvio-glacialinės kilmės nederlinguose priesmėliuose spygliuočių miško įveisimas neužtikrina DOA sankaupų didėjimo, bet leidžia ženkliai sumažinti DOM mineralizacijos procesus, palyginti su ariamųjų žemių. Tikėtina, kad dviejų dešimtmečių konversijos laikotarpis yra per trumpas pagerinti dirvožemį pušimis apželdintoje teritorijoje ir gali tapti naudingas tik ilgalaikėje perspektyvoje. Tai patvirtina Vokietijos kolegų tyrimai (Jhon et al., 2005), atlikti lengvos



granulimetrinės sudėties išplautžemio priesmėlyje, jame nagrinėjamos DOA sekvestracijos galimybės priklausomai nuo vykdytos žemėnaudos (sėjomainos lauko, pievos ir eglių miško). Nustatyta, kad net ir 80 metų senumo spygliuočių (eglių) miškas, palyginti su sėjomainos lauku ar pieva, gebėjo sukaupti mažiausia anglies. C. J. E. Schulpas ir kiti (2008) teigia, kad DOA sukaupimas miško dirvožemyje priklauso nuo medžių rūšies ir gali skirtis daugiau kaip du kartus. Spygliuočių miške kaupiasi mažiau DOM nei lapuočių ir į tai turi būti atsižvelgta parenkant nederlingų žemių apželdinimo būdą. Reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad Lietuvos sąlygomis plačialapiams medynams, kurių nuokritos formuoja mull tipo humusą, augti palankios sąlygos yra ten, kur vyrauja derlingi, karbonatingo priemolio dirvožemiai. Todėl teikiant rekomendacijas turėtų būti atsižvelgiama į podirvio ir dirvodarinės uolienos (C horizonto) karbonatingumą.

## IŠVADOS

1. Per 21-erius dirvožemio renatūralizacijos metus išnyko būdingos ariamajam dirvožemiui piktžolės, tačiau atsirado invazinė kanadinė konyza (*Coryza canadensis* L.), paplito nendrinio eraičino (*Festuca arundinacea* Schreb.) ir paprastosios šunažolės (*Dactylis glomerata* L.) rūšys. Neprižiūrint vietovės ir nesiimant jokių priemonių, natūrali dirvono augalija transformuojasi pakeisdama ir natūralaus žolyno kraštovaizdį.

2. Ariamojo dirvožemio renatūralizacija apželdinant pušimis ir paliekant dirvonuoti turėjo skirtingos įtakos dirvožemio organinės anglies kaupimuisi: DOA sankaupas 6,2 % didino pušynas ir net 48,1 % dirvonas. 12 041 kg ha<sup>-1</sup> didesnę DOA sekvestravimą skatino dirvono fitocenozės, palyginti su buvusiomis ariamosiomis žemėmis. Žemės dirbimas eksperimento laikotarpiu skatino DOM mineralizaciją ir organinės anglies sankaupų 2 094 kg ha<sup>-1</sup> sumažėjimą. Spygliuočių miško įveisimas, palyginti su ariamąja žeme, per du dešimtmečius padėjo sumažinti DOM mineralizaciją ir stabilizuoti DOA sankaupas (sumažėjo tik 257 kg ha<sup>-1</sup>).

## PADĖKA

Tyrimas finansuotas Lietuvos mokslo tarybos pagal projektą „Aukštos kvalifikacijos specialistų mokslui imlių ūkio subsektorių plėtrai rengimo

tobulinimas – (NKPDOKT) (projekto Nr. VP1-3.1-ŠMM-01-V-03-001)“. Dėkojame dr. M. Petrovui už eksperimento įrengimą (1994) ir vykdymą iki 2001 m., taip pat dr. S. Marcinkoniui už eksperimento priežiūrą 2002–2012 metais.

Gauta 2018 02 20  
Priimta 2018 06 22

## LITERATŪRA

1. Alons G. 2017. Environmental policy integration in the EU's common agricultural policy: greening or greenwashing? *Journal of European Public Policy*. Vol. 24. Issue 11. P. 1604–1622.
2. Atkočiūnienė V., Kiaušienė I., Urmonienė D. 2014. Integruotas kaimo socialinės infrastruktūros valdymas. Iš: *Kaimo socialinės infrastruktūros vystymasis: mokslinių straipsnių rinkinys*. Kaunas: ASU. P. 13–27.
3. Barcena T. G., Kier L. P., Vesterdal L., Stefansdottir H. M., Gundersen P., Sigurdsson B. D. 2014. Soil carbon stock change following afforestation in Northern Europe: a meta-analysis. *Global Change Biology*. Vol. 20. No. 18. P. 2393–2405.
4. Europos Komisija. 2017. *Apie Europos žemės politiką. ES bendra žemės politika – mūsų maisto, mūsų kraštovaizdžio, mūsų aplinkos labui*. Belgija: Europos Sąjungos leidybos biuras. 16 p.
5. Fontaine S., Barot S., Barre P., Bdioui N., Mary B., Rumpel C. 2007. Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. *Nature*. Vol. 450. No. 8. P. 277–280.
6. Gibson D. J., Newman J. A. 2001. *Festuca arundinacea* Schreber (*F. elatior* L. ssp. *arundinacea* (Schreber) Hackel). *Journal of Ecology*. Vol. 89. P. 304–324.
7. *Global and European temperature*. 2014. Report of European Environment Agency. 38 p.
8. Jankowska J., Ciepiela G. A., Jankowski K., Kolczarek R., Sosnowski J., Wisniewska-Kadzajan B. 2014. The allelopathic influence of *Taraxacum officinale* on the initial growth and developments of *Festuca rubra* L. *Journal of Ecological Engineering*. Vol. 15. No. 1. P. 38–44.
9. Jefferson R. G., Smith S. L. N., MacKintosh E. J. 2014. *Guidelines for the Selection of Biological SSSIs*. Part 2: Detailed Guidelines for Habitats and Species Groups. Chapter 3: Lowland Grasslands. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee. 26 p.
10. John B., Yamashita T., Ludwig B., Flessa H. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of soils under different types of land use. *Geoderma*. Vol. 128. P. 63–79.
11. Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Kuzyakov Y. 2015. Large-scale carbon sequestration in post-



- agrogenic ecosystems in Russia and Kazakhstan. *Catena*. Vol. 133(2015). P. 461–466.
12. Majchowska A. 2013. Abandonment of agricultural land in central Poland and its ecological role. *Ecologia (Bratislava)*. Vol. 32. No. 3. P. 320–327.
  13. McKenzie N. J., Jacquier D. J., Isbell R. F., Brown K. L. 2004. *Australian Soils and Landscapes: An Illustrated Compendium*. Collingwood, Victoria: CSIRO Publishing. 432 p.
  14. Mirkin B. M., Rozerberg G. S. 1978. *Fitocenologija: principy i metody*. Moskva: Nayka. S. 103–110.
  15. Myster R. W., Pickett S. T. A. 1992. Dynamics of associations between plants in ten old fields during 31 years of succession. *Journal of Ecology*. Vol. 80. P. 291–302.
  16. Murphy S. D., Aarssen L. W. 1995. Reduced seed set in *Elytrigia repens* caused by allelopathic pollen from *Phleum pratense*. *Canadian Journal of Botany*. Vol. 73. No. 9. P. 1417–1422.
  17. Nawrocki T. 2011. *Mouse-ear Hawkweed Hieracium pilosella* L. Alaska Natural Heritage Program. University of Alaska Anchorage. 4 p. [žiūrėta 2018-02-13]. Prieiga per internetą: [http://accs.uaa.alaska.edu/files/invasive-species/Hieracium\\_pilosella\\_BIO\\_HIPIP](http://accs.uaa.alaska.edu/files/invasive-species/Hieracium_pilosella_BIO_HIPIP)
  18. Poeplau C., Vos C., Don A. 2017. Soil organic carbon stocks are systematically overestimated by misuse of the parameters bulk density and rock fragment content. *Soil*. Vol. 3. P. 61–66.
  19. Rusina S., Bambe B., Daugaviete M. 2011. Changes in ground vegetation of arable land under afforestation in Latvia. *Baltic Forestry*. Vol. 17. No. 2(33). P. 243–255.
  20. Sanchez-Moreiras A. M., Weiss O. A., Reigosa-Roger M. J. 2004. Allelopathic evidence in the *Poaceae*. *The Botanical Review*. Vol. 69. No. 3. P. 300–319.
  21. Schulp C. J. E., Nabuurs G.-J., Verburg P. H. 2008. Future carbon sequestration in Europe – Effects of land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 127. No. 3. P. 251–264.
  22. Serra A., Duncan J. 2016. European Farmers and the ‘Greening’ of the CAP: A Critical Discourse Analysis. Colloquium Paper. *Global Governance/Politics, Climate Justice & Agrarian/Social Justice. Linkages and Challenges: International Colloquium Proceedings*. No. 13. P. 1–15.
  23. Tripolskaja L., Mašauskas V., Adomaitis T., Karčiauskienė D., Vaišvila Z. 2010. *Agroekosistemų komponentų valdymas. Ilgalaikių agrocheminių tyrimų rezultatai: monografija*. Akademija, Kėdainių r. 568 p.
  24. Valachovič M. 2012. Succession model with *Corynephorus canescens* in abandoned sandy fields (W Slovakia). *Hacquetia*. Vol. 11. No. 1. P. 5–15.
  25. Vilkonis K. K. 2008. *Lietuvos žaliasis rūbas: atlasas*. Kaunas: Lututė. 406 p.
  26. Zhang L., Xie Z., Zhao R., Wang Y. 2012. The impact of land use change on soil organic carbon and labile organic carbon stocks in the Longzhong region of Loess Plateau. *Journal of Arid Land*. Vol. 4. No. 3. P. 241–250.
  27. Zhiyanski M., Glushkova M., Ferezliev A., Menichetti L., Leifeld J. 2015. Carbon storage and soil property changes following afforestation in mountain ecosystems of the Western Rhodopes, Bulgaria. *iForest*. Vol. 9. P. 626–634.
  28. Zobel M., Suurkask M., Rosen E., Partel M. 1996. The dynamics of species richness in an experimentally restored calcareous grassland. *Journal of Vegetation Science*. Vol. 7. 203–210.

Asta Kazlauskaitė-Jadzevičė

#### EFFECTS OF SOIL RENATURALIZATION ON ORGANIC CARBON SEQUESTRATION AND VEGETATION CHANGES

##### Summary

Agricultural producers are encouraged to use non-useful arable land to alter ecological intakes, such as grasslands, and to save the existing tree groups or small forests when the conditions for farming are unfavourable. The aim of this study is to evaluate the changes in the species composition of natural phytoconioses and the SOC sequestration of re-naturalized (1995–2015) arable land, adapting these landscapes as ecological inserts in the low-productivity land of South-Eastern Lithuania (*Geoabruptic Haplic Luvisol*). Estimating the species composition of abandoned land, it has been determined that over 21 years the species diversity decreased and the weeds typical to arable land disappeared, the invasive *Conyza canadensis* L. appeared, and the species *Festuca arundinacea* Schreb. and *Dactylis glomerata* L. became widespread. Also in the absence of agrarian activity, the processes of rapid overgrowth began thus altering the abandoned landscape. The biomass of abandoned land is included in the formation of humic substances and in comparison with arable land agrofytocenose, in this land use, the accumulation of SOC increased by 12 041 kg ha<sup>-1</sup>. Compared to arable land, coniferous forests have helped to reduce SOM mineralization and stabilize SOC stocks (decreased only by 257 kg ha<sup>-1</sup>) in soil over the past 21 years.

**Keywords:** arable land renaturalization, carbon sequestration, abandoned land phytocenoses, *Haplic Luvisol*