ISSN 1392-3196
Žemdirbyste-Agriculture, t. 96, Nr. 1 (2009), p. 127–141
UDK 631.42:631.436./:[633/.635:581.1.05

DIRVOŽEMIO KVĖPAVIMO DINAMIKA SKIRTINGUOSE PASĖLIUOSE ORGANINĖJE IR INTENSYVIOJE ŽEMDIRBYSTĖS SISTEMOSE

Dalia FEIZIENĖ, Virmantas POVILAITIS

Lietuvos žemdirbystės institutas
Instituto al. 1, Akademija, Kėdainių r. sav.
El. paštas: daliaf@lzi.lt

Santrauka

Apie 20 % viso CO_2 kiekio, patenkančio į atmosferą, išskiria dirvožemiai, todėl agroekosistemos daro nemažą įtaką CO_2 balansui. Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti augalinės dangos ir meteorologinių sąlygų įtaką dirvožemio kvėpavimui organinės bei intensyviosios žemdirbystės laukuose (žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliai, raudonųjų dobilų žolynai ir juodasis pūdymas).

Tyrimai atlikti 2008 m. Lietuvos žemdirbystės institute (Dotnuva), vidutinio sunkumo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*RDg8-k2*), *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol (CMg-p-w-can*), septyniuose laukuose, kuriuose daugiau nei 10 metų taikomos skirtingos žemdirbystės sistemos.

Nustatyta, kad vidutinis 85 dienų vegetacijos laikotarpio dirvožemio kvėpavimas dienos metu (N_{CER}) organinės žemdirbystės laukuose, nepriklausomai nuo augalinės dangos tipo, buvo 0,75 C g m^{-2} per dieną, o intensyviosios žemdirbystės laukuose jis buvo 28 % mažesnis nei organinės žemdirbystės laukuose. Organinio ūkininkavimo sistemoje žieminių kviečių pasėlio dirvožemis į atmosferą išskyrė vidutiniškai 8,8, raudonųjų dobilų žolyno dirvožemis – 9,0, o vasarinių miežių pasėlio dirvožemis – 4,7 C g m^{-2} per dieną. Intensyvaus ūkininkavimo sistemoje – atitinkamai: 5,5, 6,5 ir 4,1 kg C g m^{-2} per dieną. Dirvos augalinė danga, kuriai būdingas žiemojančių augalų (žieminiai kviečiai, raudonieji dobilai) tipas, lėmė vidutiniškai 68 % didesnį dirvožemio paviršiaus kvėpavimą nei vasarinių augalų danga ir 25 kartus didesnį kvėpavimą nei juodasis pūdymas. Kritulių kiekiui padidėjus vienu mm (kai 2008 m. per augalų vegetaciją jų kiekis kito nuo 0,0 iki 11,2 mm), organinės žemdirbystės sistemos pasėlių dirvožemio kvėpavimo intensyvumas padidėjo vidutiniškai 0,041 C g m^{-2}, o intensyviosios žemdirbystės sistemos pasėliuose – 0,038 C g m^{-2} per dieną. Oro temperatūrai pakilus vienu laipsniu (kito nuo 12,2 iki 23,8 °C), organinės žemdirbystės sistemos pasėlių dirvožemio kvėpavimo intensyvumas didėjo vidutiniškai 0,012 C g m^{-2}, o intensyviosios žemdirbystės sistemos pasėliuose 0,023 C g m^{-2} per dieną.

Reikšminiai žodžiai: dirvožemio kvėpavimas, žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum* L.), vasariniai miežiai (*Hordeum vulgare* L.), raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.), meteorologinės sąlygos.

Įvadas

Klimato svyravimo poveikis aprėpia daugelį sričių, taip pat ir augalų biocheminius ir dirvožemio geocheminius procesus. Prognozuojama, kad didės vegetacijos

laikotarpio aktyviųjų temperatūrų suma ore ir dirvoje, numatomas vegetacijos laikotarpio ilgėjimas. Padidėjus vienu metu oro temperatūrai ir CO_2 koncentracijai, gali stiprėti augalų fotosintezės intensyvumas. Pastangos sumažinti „šiltnamio dujų“ koncentraciją buvo išreikštos, priimant Jungtinių Tautų Klimato kaitos konvenciją bei pasirašant Kijoto protokolą 1997 metais. Šį dokumentą jau ratifikavo 180 pasaulio valstybių. Pagal tai kiekviena valstybė turi atlikti savo šalies išmetamųjų „šiltnamio dujų“ inventorizaciją, kad įvertintų emisijos mastą bei jo sumažinimo galimybes /Lokupitiya, Paustian, 2006/.

Trys pagrindinės dujos – CO_2, CH_4 ir N_2O – labiausiai lemia nepageidaujamą klimato atšilimą mūsų planetoje. Iš minėtų trijų dujų CO_2 įtaka šiam procesui yra pati didžiausia. Anglies dioksidui priskiriama net 57 % visų dujų įtakos klimato atšilimui /Johnson et al., 2007/.

Didėjant globalinio klimato atšilimo pavojui, vis labiau akcentuojama, kad dirvožemis yra ne tik žemės ūkio gamybos objektas, bet jis yra ir planetos ekosistemos dalis, aktyviai dalyvaujanti Žemės klimato formavimosi procesuose. Apie 20 % viso CO_2 kiekio, patenkančio į atmosferą, išskiria dirvožemiai, todėl manoma, kad agroekosistemos gali daryti didelę įtaką CO_2 balansui /Rastogi et al., 2002/. Apskaičiuota, kad anglies (elemento) nuostoliai iš Europos dirbamų dirvų siekia 78 Mt per metus /Weiske, 2007/.

Įvertinus anglies dioksido emisiją pasauliniu mastu ir apibendrinus tyrimus, atliktus įvairiose šalyse, matyti, kad dar labai trūksta trumpalaikių (nuo kelių valandų iki kelių dienų ir (ar) mėnesių) bei ilgalaikių (daugiamečių) duomenų apie konkrečios šalies žemės ūkio veiklos įtaką anglies dioksido emisijai. Ypač trūksta tokių tyrimų Rytų Europos šalyse /Lokupitiya, Paustian, 2006/. Nei trumpalaikių, nei ilgalaikių tyrimų duomenų apie CO_2 emisijos mastą, kurį lemia žemės ūkio veikla, Lietuvoje taip pat nėra.

Augalai turi didelę įtaką anglies dvideginio apykaitai. Kvėpuodami augalai sunaudoja didelius CO_2 kiekius, tačiau, irdami ir pūdami, jie sukauptą anglies kiekį išskiria į aplinką /IPNI, 2007/. Dirvožemio kvėpavimas įvairuoja ne tik skirtingų augalų pasėliuose, bet ir tarp tos pačios rūšies augalų, auginant juos skirtingomis sąlygomis. Tai leidžia teigti, jog, sudarant atitinkamas aplinkos sąlygas bei auginant tam tikrus augalus, galima daryti įtaką CO_2 emisijai.

Tyrimuose, atliktuose centrinėje JAV, nustatyta, jog vidutinis dirvožemio kvėpavimas siekia nuo 0,14 iki 6,7 C g m^{-2} per dieną /Tufekcioglu et al., 2001/. Intensyvesnis dirvožemio kvėpavimas buvo daugiamečių žolių lauke nei dirbamose dirvose, kuriose augo kiti žemės ūkio augalai. Daugiamečių žolių lauke išskirtos anglies kiekis siekė 1030–1220 C g m^{-2} per metus, o lauko augalų lauke – 740–750 C g m^{-2} per metus. Kiti J. Raicho ir A. Tufekcioglu (2000) atlikti tyrimai parodė, jog dirvose, kuriose augo augalai, dirvožemio kvėpavimas buvo apie 20 % intensyvesnis nei šalia esančiuose laukuose be augalinės dangos (juodasis pūdymas), tačiau skirtumai statistiškai nebuvo esminiai. Kai kuriais atvejais aukštesnė dirvos temperatūra juodojo pūdymo lauke didino dirvožemio kvėpavimą. Autoriai daro išvadą, kad juodojo pūdymo laukas mažina C sankaupas dirvoje ir jo laikymas žemės ūkio gamyboje yra nenaudotinas. Be to, tie patys tyrimai parodė, jog dirvoje, kurioje augo daugiametės žolės, anglies dvideginio emisija buvo 25 % didesnė nei lauke, kuriame augo kiti žemės ūkio augalai. Panašius tyrimų rezultatus gavo ir H. Hauggaard-Nielsenas bei kt. tyrėjai (1998), nustatytę, jog dienos

CO_2 emisija iš juodojo pūdymo lauko buvo 25 % mažesnė (C 15 kg ha^{-1} per dieną) nei iš sekliai įdirbtos dobilienos (C 20 kg ha^{-1} per dieną). Deja, erdvinė anglies dioksido emisijos variacija buvo didelė ir variacijos koeficientas kai kuriais atvejais siekdavo iki 60 %. Suomijoje atliktais tyrimais nustatyta, jog anglies dioksido metinė bendroji (neto) emisija iš dirvožemio, kuriame augo vasariniai miežiai, buvo didesnė (CO_2 7500 kg ha^{-1}), nei auginant daugiametes žoles (CO_2 1500 kg ha^{-1}) /Martikainen et al., 2004/. Vienok, šie tyrimai buvo atlikti ne mineraliniuose, bet organiniuose dirvožemiuose.

Dirvožemio kvėpavimui būdinga didelė erdvinė variacija bei pasiskirstymas laike, įskaitant žolynus bei dirbamus laukus ar žemės ūkio augalais apsėtas dirvas /Xu, Qi, 2001; Franklin, Mills, 2003; Maestre, Cortina, 2003/. Augalinės dangos heterogeniškumas, nevienodas šaknų pasiskirstymas dirvoje bei dirvožemio fizikinių savybių įvairovė tame pačiame lauke sąlygoja ir didelį erdvinį dirvožemio kvėpavimo skirtingumą /Epron et al., 2004; Tang, Baldocchi, 2005/.

Kiekybiniams CO_2 pokyčiams atmosferoje ir dirvožemio paviršiuje (ypač tipiškų žemės ūkio augalų pasėliuose) nustatyti dažniausiai yra taikomas uždaro gaubto metodas /Kutzbach et al., 2007; Maljanen et al., 2001; Steduto et al., 2002/.

Lietuvoje tiesioginiai dirvožemio anglies dvideginio matavimai agroekosistemose atlikti pirmą kartą.

Tyrimo tikslas: augalinės dangos ir meteorologinių sąlygų įtakos dirvožemio kvėpavimui nustatymas organinės žemdirbystės ir intensyviosios žemdirbystės laukuose (žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliai, raudonųjų dobilų žolynai ir juodasis pūdymas).

Metodai ir sąlygos

Tyrimų schema aprėpė skirtingus ilgalaikės tradicinės bei organinės žemdirbystės plotus, kuriuose buvo auginami vasariniai miežiai, žieminiai kviečiai ir raudonieji dobilai (1 lentelė). Septintasis laukas – juodasis pūdymas – buvo pasirinktas kaip kontrolinis variantas.

1 lentelė. Tyrimo schema
Table 1. *Experimental design*

	Tyrimo variantai / *Treatments*	Santrumpa *Abbreviation*
Žemdirbystės sistema (A veiksnys) *Management system (factor A)*	Tradicinė (intensyvi) / *Traditional (intensiv)*	INTENS
	Organinė / *Organic*	ORG
Augalų pasėlis (B veiksnys) *Crop stand (factor B)*	Žieminiai kviečiai *Winter wheat (Triticum aestivum* L.*)*	Žkv
	Raudonieji dobilai *Red clover (Trifolium pratense* L.*)*	Rdob
	Vasariniai miežiai *Spring barley (Horedeum vulgare* L.*)*	Vmž

Sėjomaina ORG laukuose buvo taikoma tokia: žieminiai javai→vasariniai javai→pirmųjų naudojimo metų daugiametės žolės (I n. m.) →antrųjų naudojimo metų daugiametės žolės (II n. m.). INTENS laukuose buvo įdiegta ir daug metų taikoma tokia

sėjomaina: žieminiai javai→vasariniai javai→vasariniai rapsai→vasariniai javai→ daugiametės žolės I n. m. →daugiametės žolės II n. m.

Eksperimentų vieta ir dirvožemis. Tyrimai, atlikti 2008 m. Lietuvos žemdirbystės institute (LŽI, Dotnuva) vidutinio sunkumo priemolio giliau karbonatingo sekliai glėjiško rudžemio (*RDg8-k2*), *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* (*CMg-p-w-can*) viršutiniame 0–10 cm sluoksnyje, septyniuose laukuose, kuriuose daugiau nei 10 metų taikomos skirtingos žemdirbystės technologijos. Eksperimentai atlikti dešimčia pakartojimų. Kiekvieno lauko dydis – 50 x 200 metrų.

Tyrimams pasirinkti visi ORG plotai buvo išdėstyti LŽI ekologinio ūkio gamybiniuose laukuose, o INTENS plotai – LŽI intensyvių technologijų sėjomainų laukuose.

ORG laukuose priešsėlio (javų) šiaudai buvo susmulkinami ir paskleidžiami lauke. INTENS laukuose šiaudai kai kada būdavo paskleidžiami lauke, kai kada surenkami ir iš lauko pašalinami. Dirvožemio agrocheminės savybės tyrimams pasirinktuose plotuose dėl ilgalaikių skirtingų žemdirbystės technologijų taikymo skyrėsi (2 lentelė). Žieminių kviečių ir vasarinių miežių ORG plotai pasižymėjo didesniu azotingumu, humusingumu ir nežymiai mažesniu fosforingumu nei INTENS plotai. Raudonųjų dobilų žolyno dirvožemio visi tirti agrocheminiai rodikliai ORG sistemoje buvo mažesni nei INTENS sistemoje.

2 lentelė. Laukų 0–20 cm dirvožemio sluoksnio agrocheminė charakteristika
Table 2. *Agrochemical characteristics of the 0–20 cm soil layer in the fields*

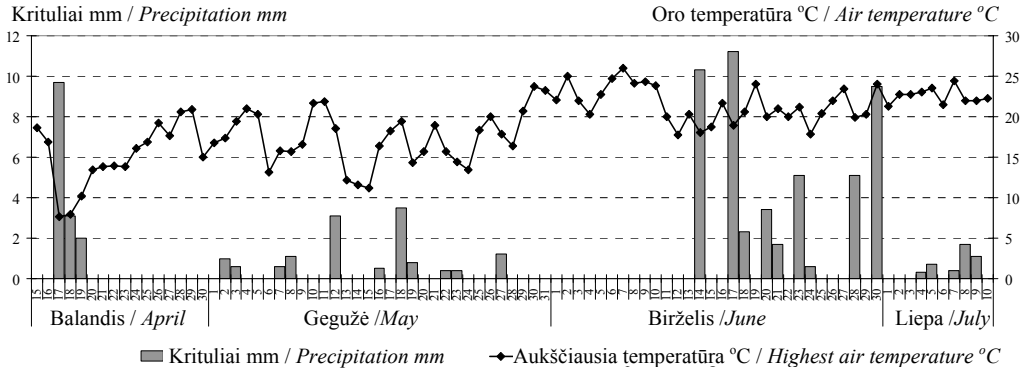
Žemdirbystės sistema *Management system*	Pasėlis / *Stand*	Agrocheminiai parametrai *Agrochemical parameters*					
		$pH_{(KCl)}$	Judrieji *Available*		Suminiai *Total*		Humusas *Humus* (%)
			P_2O_5 (mg kg^{-1})	K_2O (mg kg^{-1})	N (%)	C (%)	
ORG	Žieminiai kviečiai / *Winter wheat*	6,93	112,75	146,50	0,156	1,547	2,39
	Raudonieji dobilai / *Red clover*	7,35	123,25	148,00	0,145	1,655	2,31
	Vasariniai miežiai / *Spring barley*	6,95	131,75	143,50	0,165	1,823	2,77
INTENS	Žieminiai kviečiai / *Winter wheat*	5,75	138,25	157,00	0,123	1,164	1,97
	Raudonieji dobilai / *Red clover*	7,00	217,25	161,00	0,170	1,713	2,89
	Vasariniai miežiai / *Spring barley*	6,33	132,00	136,50	0,120	1,161	1,93
	Juodasis pūdymas / *Bare fallow*	6,00	194,50	250,00	0,102	0,939	1,58

Sėja ir tręšimas. ORG žemdirbystės sistemoje auginami augalai 10 metų nebuvo tręšiami nei organinėmis, nei mineralinėmis trąšomis. Augalų apsaugos priemonės taip pat nenaudotos. INTENS laukuose 2008 m. žieminiams kviečiams įterpta $N_{222}P_{222}K_{222}$, vasariniams miežiams $N_{45}P_{45}K_{60}$, raudoniesiems dobilams $N_0P_{60}K_{60}$. Tręšimo laikas INTENS laukuose: žieminiai kviečiai PK trąšomis patręšti 2007 m. rudenį prieš sėją, N trąšomis – 2008 m. anksti pavasarį, tik atsinaujinus javų vegetacijai (pagrindinis tręšimas) ir krūmijimosi pradžioje bei plaukėjimo pradžioje (papildomi tręšimai).

Analizių metodai: judrieji P_2O_5 ir K_2O mg kg^{-1} nustatyti A-L metodu (amonio laktatinėje ištraukoje), humusas – Tiurino metodu, suminė anglis ir suminis azotas – VARIO EL III analizatoriumi, $pH_{(KCl)}$ – potenciometru. Dirvožemio ėminiai agrocheminėms analizėms paimti pavasarį, prieš pradedant eksperimentus. Dirvožemio kvėpavimas (μmol mol^{-1}) nustatytas nešiojamuoju CO_2 analizatoriumi SRS-1000 /SRS-1000 Portable soil respiration system user guide, 2004/, vėliau duomenys perskaičiuoti į grynosios anglies kiekį gramais, kurį dirvožemis išskiria viename kvadratiniame metre per vieną dieną (C g m^{-2} per dieną).

Kiekviename lauke dirvožemio kvėpavimo intensyvumo matavimai atlikti dešimčia pakartojimų, vieną kartą per savaitę, tuo pačiu dienos metu (nuo 12.00 iki 16.00 val.). Dirvožemio kvėpavimo intensyvumo matavimai buvo atliekami nuo 2008 m. balandžio 15 d. iki liepos 8 d.

Meteorologinės sąlygos. 2008 m. žiema buvo permaininga, šilta. Aktyviai vegetuoti žiemkenčiai ir daugiametės žolės pradėjo kovo paskutinėmis dienomis, kai paros vidutinė oro temperatūra pastoviai buvo aukštesnė nei +5 °C. Balandžio mėnesio orai buvo šilti (1 pav.). Šilčiausias ir sausiausias buvo trečiasis dešimtadienis. Santykinis oro drėgnis dienomis tesiekdavo 21–32 %. Nors naktys buvo šaltos, tačiau šalnų nebuvo užregistruota. Per mėnesį iškrito 104 % normos kritulių (artimas daugiamečiam kiekiui). Visą balandžio mėnesį produktyvios drėgmės atsargos dirvožemyje buvo šiek tiek didesnės už vidutines daugiametes, tik trečiąjį dešimtadienį, esant sausiems orams, pradėjo kiek mažėti. Vis dėlto drėgmės atsargos išliko pakankamos sėkloms dygti ir augalams augti. Šilti balandžio mėnesio orai ir pakankamas drėgmės kiekis buvo palankūs žiemkenčiams ir daugiametėms žolėms augti.



1 paveikslas. Krituliai ir oro temperatūra (aukščiausia paros temperatūra) balandžio 15 d. –liepos 8 d. laikotarpiu. Dotnuvos meteorologijos stotis, 2008 m.

Figure 1*. Precipitation and air temperature (the highest temperature of the day) during the period April 15 – July 8. Dotnuva weather station, 2008*

Gegužės mėnesio orai Dotnuvoje buvo permainingi temperatūros atžvilgiu ir sausi. Šiltesnis buvo pirmasis dešimtadienis. Apie pusė mėnesio naktų buvo vėsios. Krituliai buvo reti ir negausūs. Iš viso per mėnesį jų iškrito 25 % normos. Produktyvios drėgmės atsargos dirvoje, vyraujant sausiems orams, sparčiai mažėjo ir mėnesio pabaigoje žieminiams kviečiams buvo artimos kritinėms. Drėgmės garavimą iš dirvožemio

skatino ir stiproki šiaurės krypčių vėjai. Gegužės mėnesio hidroterminis koeficientas (HKT) Dotnuvoje buvo 0,4 (norma 1,4).

Birželio pirmąjį dešimtadienį orai buvo šilti ir labai sausi. Vidutinė dešimtadienio oro temperatūra buvo 2,2 °C aukštesnė už normą. Kritulių nebuvo. Viršutinis dirvos sluoksnis buvo sausas. Produktyviosios drėgmės atsargos dirvožemyje sumažėjo ir žieminiams kviečiams buvo kritinės. Drėgmės stigo vasarojui, daugiamečių žolių atolams želti. Vasarojaus apatiniai lapai gelto. Birželio 17 d. bei iš 17 į 18 naktį Dotnuvoje palijo. Iškrito 13,2 mm kritulių. Dirvų paviršius (0–10 cm) tapo ne tik drėgnas, bet jau ir šlapias. Žymus drėgmės pagausėjimas dirvoje buvo labai reikalingas ir neabejotinai svarbus vasarojui, žiemkenčiams, daugiametėms žolėms ir kitiems augalams augti. Galima konstatuoti, kad drėgmės trūkumo augalams krizės pavojus, kuris galėjo didinti žalą augalams, praėjo. Palijus augalams augti sąlygos tapo palankios. Lietūs paskatino vasarinių javų, daugiamečių žolių augimą ir vystymąsi. Vienok, atlikus dirvožemio drėgmės tyrimus birželio 28 d. nustatyta, kad Dotnuvoje dirvoje drėgmės trūko beveik visiems augalams ir ypač žieminiams kviečiams bei daugiametėms žolėms, kadangi šie augalai labai intensyviai per lapus garina drėgmę.

Tyrimo rezultatų matematinė analizė. Tyrimo duomenų trijų ir dviejų veiksnių dispersinė analizė atlikta agronomijos moksle rekomenduojamu naudoti būdu. Skirtumų tarp vidurkių esmingumas nustatytas pagal mažiausią patikimo (esminio) skirtumo ribą (R), taikant 0,05 tikimybės lygį. Duomenys taip pat įvertinti *Takų* analizės metodu.

Rezultatai ir jų aptarimas

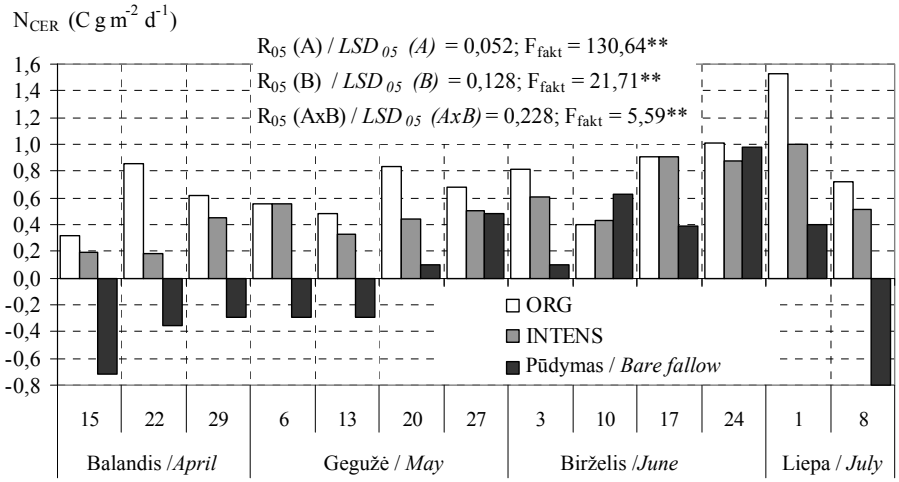
Dirvožemio kvėpavimas (N_{CER}). Dirvožemio kvėpavimas yra išreiškiamas grynosios anglies (C) kiekiu, kuris patenka į atmosferą iš dirvožemio ploto vieneto per laiko vienetą (C g m^{-2} per dieną).

Dirvožemio paviršiaus kvėpavimas (N_{CER}) iš esmės skyrėsi tarp žemdirbystės sistemų (F_{fakt} = 34,91**, R_{05} = 0,026), tarp augalinės dangos tipo (F_{fakt} = 164,15**, R_{05} = 0,045), jis nevienodas buvo ir skirtingu matavimų laiku (F_{fakt} = 38,26**, R_{05} = 0,091). Taip pat buvo nustatyta žemdirbystės sistemų ir augalinės dangos tipo labai stipri sąveika (F_{fakt} = 8,53**, R_{05} = 0,071), žemdirbystės sistemų ir matavimų laiko labai stipri sąveika (F_{fakt} = 2,66**, R_{05} = 0,115) bei augalinės dangos tipo ir matavimų laiko labai stipri sąveika (F_{fakt} = 11,08**, R_{05} = 0,115). Stipri buvo ir visų trijų veiksnių sąveikos (žemdirbystės sistemos x augalinės dangos tipas x matavimų laikas) įtaka dirvožemio kvėpavimui (F_{fakt} = 1,89**, R_{05} = 0,240).

Per visą tyrimų laikotarpį vidutinis N_{CER} organinės žemdirbystės laukuose (ORG), nepriklausomai nuo augalinės dangos tipo, buvo 0,75 C g m^{-2} per dieną (kito nuo 0,31 iki 1,53 C g m^{-2}). Intensyviosios žemdirbystės laukuose (INTENS) jis buvo 28 % mažesnis nei organinės žemdirbystės laukuose ir kito nuo 0,18 iki 1,00 C g m^{-2} per dieną (R_{05} = 0,052, F_{fakt} = 130.64**). Juodajame pūdyme dirvožemio paviršiaus kvėpavimas buvo nežymus – vidutiniškai tik 0,03 C g m^{-2} per dieną (2 pav.). ORG laukuose per visą 85 dienų tyrimo laikotarpį dienos metu į atmosferą išsiskyrė vidutiniškai 637,5 kg ha^{-1} C, INTENS laukuose 459,0 kg ha^{-1} C, o pūdyme 25,5 kg ha^{-1} C.

Remiantis šiais duomenimis ir kitų autorių tyrimų rezultatais, galima teigti, kad organinio ūkio sistemoje dirvožemio gyvybinės funkcijos esti intensyvesnės. Organinių pasėlių dirvožemiuose, netręšiamuose sintetinėmis trąšomis ir neslopinamuose pestici-

dais, išlieka natūrali gyvybinga mikrobiologinė terpė. Tai patvirtina E. Lapinsko, D. Ambrazaitienės ir L. Piaulokaitės-Motuzienės (2005) tyrimų rezultatai, kurie rodo, kad tręšimas mažina mikroorganizmų kiekį dirvožemyje. Kiti tyrėjai pateikia paaiškinimą, kad būtent dirvožemio mikrobiologinio aktyvumo lygis didele dalimi sąlygoja dirvožemio bendrąjį kvėpavimą ir, žinoma, anglies emisiją į atmosferą /Buchmann, 2000; Conant et al., 2000/. Kita vertus, visiškai nereiškia, kad tokie dirvožemio į atmosferą išskiriamos anglies kiekiai nepanaudojami. Juk fotosintezės procesų metu augalai pasisavina atmosferoje esančią anglį, o įvairių kitų biocheminių procesų metu dalis jos vėl patenka į dirvožemį.



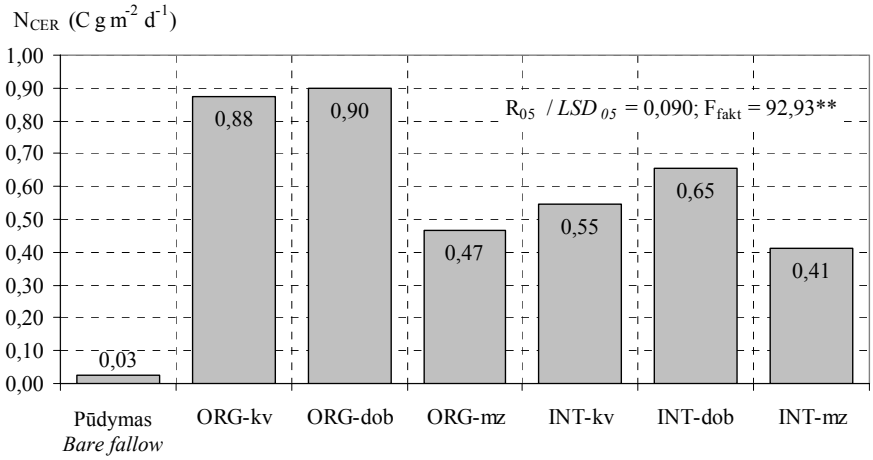
Pastaba / *Note*. ORG – organinė sistema / *organic system*, INTENS – intensyvi žemdirbystės sistema / *conventional system*, R_{05} – mažiausia patikimo (esminio) skirtumo riba / LSD_{05} – *least significant difference*, F_{fakt} – Fišerio kriterijus / *Fisher criterion*, ** – 0,01 tikimybės lygis / *0.01 probability level.*

2 paveikslas. Vidutinis dirvos paviršiaus dirvožemio kvėpavimo intensyvumas (N_{CER}) organinėje ir intensyvioje žemdirbystės sistemose
Figure 2. *Mean soil surface respiration (N_{CER}) in organic and conventional management systems*

Dirvos augalinė danga, kuriai būdingas žiemojančių augalų (žieminiai kviečiai, raudonieji dobilai) tipas, lėmė vidutiniškai 68 % (dienos vidutinis N_{CER} buvo 0,75 C g m^{-2}) intensyvesnį dirvožemio paviršiaus kvėpavimą nei vasarinių augalų danga (dienos vidutinis N_{CER} buvo 0,44 C g m^{-2}) ir 25 kartus intensyvesnį kvėpavimą, palyginti su dirvožemio kvėpavimu juodajame pūdyme (dienos vidutinis N_{CER} buvo 0,03 C g m^{-2}) (3 pav.).

Daugelyje užsienio bandymų taip pat nustatyta, kad dirvožemio kvėpavimas esti intensyvesnis daugiamečių žolių laukuose bei ilgesnės vegetacijos augalų laukuose, nei plotuose be jokios augmenijos /Raich and Tufekcioglu, 2000; Tufekcioglu et al., 2001; Hauggaard-Nielsen et al., 1998/. Tyrimuose, atliktuose JAV, nustatyta, jog vidutinis dirvožemio N_{CER} dienos metu siekė nuo 0,14 iki 6,7 g C m^{-2} /Tufekcioglu et al., 2001/. Didesnis dirvos N_{CER} buvo daugiamečių žolių lauke nei dirbamose dirvose. Be to,

tyrimai parodė, jog dirvose, kuriose augo augalai, dirvožemio N_{CER} buvo apie 20 % didesnis nei šalia esančiuose laukuose be augalinės dangos (juodasis pūdymas).

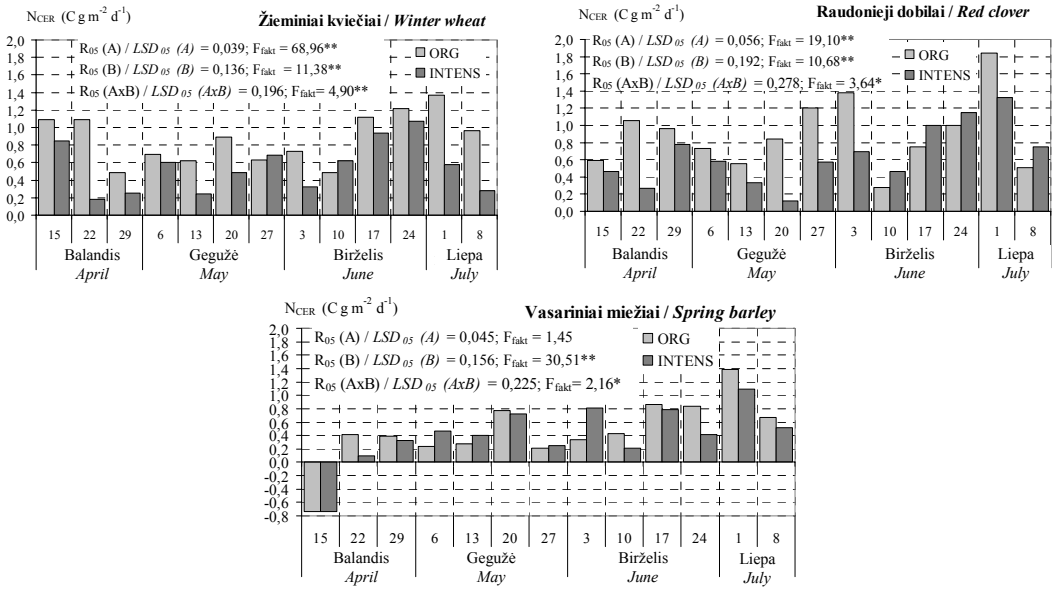


Pastaba / *Note*. ORG-kv – žieminių kviečių organinis pasėlis / *organic winter wheat stand,* ORG-dob – dobilų organinis žolynas / *organic red clover ley*, ORG-mz – vasarinių miežių organinis pasėlis / *organic spring barley stand*, INT-kv – intensyviai auginamų žieminių kviečių pasėlis / *conventional winter wheat stand*, INT-dob – intensyviai auginamų raudonųjų dobilų žolynas / *conventional red clover ley*, INT-mz – intensyviai auginamų vasarinių miežių pasėlis / *conventional spring barley stand*, R_{05} – mažiausia patikimo (esminio) skirtumo riba / *LSD_{05} – least significant difference*, F_{fakt} – Fišerio kriterijus / *Fisher criterion*, ** – 0,01 tikimybės lygis / *0.01 probability level.*

3 paveikslas. Vidutinis dieninis dirvožemio paviršiaus kvėpavimo intensyvumas (N_{CER}) skirtinguose pasėliuose
Figure 3. *Mean dayly soil surface respiration (N_{CER}) in the different crop stands*

Žieminių kviečių pasėliuose vidutinis dienos N_{CER} buvo 0,71 C g m^{-2}, raudonųjų dobilų žolynuose jis buvo 10 % didesnis ir siekė 0,78 C g m^{-2} per dieną. Tuo tarpu vasarinių miežių pasėliuose N_{CER} siekė 0,44 C g m^{-2} per dieną ir buvo 38 % mažesnis nei kviečių pasėliuose ir 44 % mažesnis nei dobilienoje (R_{05} = 0,090, F_{fakt} = 92,93**). Pūdyme N_{CER} buvo nežymus – tyrimų laikotarpio vidutinė dienos reikšmė tesiekė 0,03 C g m^{-2}. Juodojo pūdymo laikymas lemia didelį dirvožemio gyvybingumo sumažėjimą. Ši priemonė gali būti traktuojama kaip dalinė dirvožemio sterilizacija /Feiziene ir kt., 2008/.

Žieminių kviečių pasėliuose, taikant ORG sistemą, vidutinis tyrimų laikotarpio dienos meto dirvožemio paviršiaus N_{CER} (0,88 C g m^{-2}) buvo net 60 % didesnis nei INTENS sistemoje (4 pav.). Raudonųjų dobilų žolynuose N_{CER} buvo vidutiniškai 34 % didesnis nei žieminių kviečių ir vasarinių miežių laukuose. ORG sistemoje vidutinis tyrimų laikotarpio dobilienos dirvožemio paviršiaus N_{CER} (0,90 C g m^{-2} per dieną) buvo 38 % didesnis nei INTENS sistemoje. Dirvožemio, kuriame augo vasariniai miežiai, kvėpavimas buvo silpnesnis, palyginti su kvėpavimu dirvožemio, kuriame augo daugiametės žoles. ORG sistemoje vidutinis tyrimų laikotarpio dirvožemio paviršiaus N_{CER} (0,47 C g m^{-2} per dieną) buvo vos 15 % didesnis nei INTENS sistemoje.



Pastaba / *Note*. ORG – organinė sistema / *organic management system*, INTENS – intensyvi žemdirbystės sistema / *conventional system*, A veiksnys – žemdirbystės sistema / *factor A – management system*, B veiksnys – tyrimo laikas / *factor B – investigation time*, R_{05} – mažiausia patikimo (esminio) skirtumo riba / LSD_{05} – *least significant difference*, F_{fakt} – Fišerio kriterijus / *Fisher criterion*, * – 0,05 tikimybės lygis / *0.05 probability level*, ** – 0,01 tikimybės lygis / *0.01 probability level.*

4 paveikslas. Dirvožemio paviršiaus kvėpavimo intensyvumas (N_{CER}) žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliuose bei raudonųjų dobilų žolynuose dienos metu organinėje ir intensyvioje žemdirbystės sistemose

Figure 4. *Soil surface respiration (N_{CER}) in the winter wheat, red clover and spring barley stands*

Meteorologinių sąlygų kaitos poveikis dirvožemio kvėpavimui. Meteorologinių sąlygų kaita lėmė žymius dirvožemio kvėpavimo pokyčius, ypač žiemojančių augalų pasėliuose. Ilgesni nei savaitės trukmės laikotarpiai be lietaus (balandžio 20–29 d. ir gegužės 28–birželio 10 d.) lėmė ryškius, bet nevienodus dirvožemio kvėpavimo intensyvumo pokyčius (1 ir 4 pav.). Kadangi visą balandžio mėnesį produktyvios drėgmės atsargos dirvožemyje buvo šiek tiek didesnės už vidutines daugiametes, sąlygos augalams augti ir vystytis buvo palankios, o tai reiškia, kad ir augalų šaknų kvėpavimui (jis daro didelę įtaką ir viso dirvožemio kvėpavimui) jos turėjo būti geros. Vienok, balandžio 22 d. rezultatai parodė, kad ORG sistemoje dirvožemio kvėpavimo intensyvumas visų augalų pasėliuose buvo vidutiniškai 5 kartus didesnis nei INTENS sistemoje. Balandžio 20–29 dienomis trukęs laikotarpis be kritulių ORG sistemos žieminių kviečių lauke lėmė dirvožemio kvėpavimo sumažėjimą 2,3 karto (palyginami balandžio 22 ir 29 dienų matavimų rezultatai), tačiau neturėjo esminės įtakos raudonųjų dobilų ir vasarinių miežių laukuose. INTENS sistemos laukuose rezultatai buvo priešingi. N_{CER} žieminių kviečių lauke per šį laikotarpį padidėjo 1,4, raudonųjų dobilų lauke – 2,9, o vasarinių miežių

lauke – 3,3 karto. Tikėtina, kad augalai, pasisavinę ir pasisavindami su mineralinėmis trąšomis įterptas maisto medžiagas, geriau augo ir vystėsi. Geriau vešančiuose augaluose (antžeminėje jų dalyje ir šaknyse) intensyvesni buvo cheminiai ir biocheminiai procesai. Štai todėl INTENS sistemos augalų aplinkos reakcija į balandžio mėnesio dešimties dienų sausą laikotarpį nebuvo neigiama.

Gegužės mėnesio orai buvo vėsoki (vidutinė matavimų dienų oro temperatūra apie +15 ^{o}C). Krituliai buvo reti ir negausūs. Produktyvios drėgmės atsargos dirvoje sparčiai mažėjo. Šį mėnesį dirvožemio kvėpavimo pokyčiai ORG sistemos žieminių kviečių lauke buvo neesminiai, raudonųjų dobilų lauke dirvožemio kvėpavimas nuo gegužės 13 d. (dirvožemį sudrėkino gegužės 12 iškritę krituliai) nuosekliai intensyvėjo. Vasarinių miežių lauke esminis dirvožemio kvėpavimo intensyvumo padidėjimas buvo užregistruotas tik gegužės 20 dieną, po dvi dienas iš eilės (gegužės 18 ir 19 d.) trukusio negausaus lietaus. INTENS sistemos žieminių kviečių lauke dirvožemio kvėpavimas nuo gegužės 13 d. nuosekliai intensyvėjo, raudonųjų dobilų lauke buvo pastebima dirvožemio kvėpavimo silpnėjimo tendencija iki gegužės 20 d., o miežių lauke didžiausias mėnesio dirvožemio kvėpavimo intensyvumas buvo užregistruotas gegužės 20 d. po papildomo patręšimo N trąšomis.

Nuo gegužės 28 d. prasidėjo sausringas laikotarpis, trukęs iki birželio 14 dienos. Birželio pirmąjį dešimtadienį orai buvo šilti ir labai sausi. Vidutinė dešimtadienio oro temperatūra buvo 2,2 ^{o}C aukštesnė už normą. Viršutinis dirvos sluoksnis jau buvo sausas. Produktyviosios drėgmės atsargos dirvožemyje dar labiau sumažėjo. Per šį laikotarpį ORG sistemos žieminių kviečių lauke dirvožemio kvėpavimo intensyvumas sumažėjo 22 %, o dobilų lauke – 77 %. Miežių lauke dirvožemio kvėpavimas suintensyvėjo 2 kartus. Tikėtina, kad tik pavasarį pasėti augalai, pasisavindami su mineralinėmis trąšomis įterptas maisto medžiagas, intensyviai augo ir vystėsi, intensyvesni buvo biocheminiai procesai. Todėl šios sistemos augalų aplinkos reakcija į sausą ir šiltą laikotarpį nebuvo neigiama. INTENS sistemos žieminių kviečių lauke dirvožemio kvėpavimo intensyvumas iš esmės nepakito, dobilų ir miežių laukuose sumažėjo atitinkamai 19 ir 16 %.

Birželio 14 d. iškritę krituliai nutraukė sausringą periodą. Dirvų paviršius tapo ne tik drėgnas, bet jau ir šlapias. Žymus drėgmės pasipildymas dirvoje buvo neabejotinai svarbus vasarojui, žiemkenčiams, daugiametėms žolėms augti, o kartu ir dirvožemio kvėpavimo intensyvumo pokyčiams. Tyrimų laikotarpio lietingiausio periodo (birželio 14–30 d.) pabaigoje, liepos 1 d. visuose pasėliuose buvo užregistruotas didžiausias dirvožemio kvėpavimo intensyvumas. ORG sistemos žieminių kviečių, raudonųjų dobilų ir vasarinių miežių laukuose dienos dirvožemio kvėpavimo intensyvumas siekė atitinkamai 1,37, 1,84 ir 1,38 C g m^{-2}. INTENS sistemos žieminių kviečių lauke didžiausias dirvožemio kvėpavimo intensyvumas buvo užregistruotas birželio 24 d. – 1,07 C g m^{-2} per dieną, raudonųjų dobilų ir vasarinių miežių laukuose liepos 1 d. nustatyta atitinkamai 1,33 ir 1,09 C g m^{-2} per dieną.

Vieni autoriai teigia, kad net ir negausūs, trumpalaikiai lietūs suaktyvina CO_2 emisiją iš dirbtos dirvos /Prior et al., 1997; Prior et al., 2004/, tuo tarpu kiti /Reicosky, Lindstrom, 1993/ mano, jog lietus gali tik trumpam laikotarpiui (keletui dienų) prislopinti CO_2 emisiją iš dirvos, o po lietaus išsiskiriančio anglies dioksido kiekio maksimumas nėra toks didelis, kaip kad manoma. Lietuvos žemdirbystės institute atliktų tyrimų duomenimis, meteorologinės sąlygos lemia dirvožemio CO_2 srautų apykaitą /Feizienė ir

Kadžienė, 2008/. Be to, taip pat jau buvo nustatyta, kad sausringo pavasario laikotarpiu dirvožemio CO_2 dujų apykaita buvo mažesnė nei vasarai įpusėjus ir pasikeitus meteorologinėms sąlygoms (padidėjo kritulių kiekis ir oro temperatūra) /Feiziene et al., 2008/.

Takų analizės duomenimis, žieminių kviečių pasėlyje, ORG sistemoje, krituliai buvo stipriausias, dominuojantis ir tiesioginę įtaką dirvožemio 0–10 cm sluoksnio kvėpavimui (N_{CER}) turintis veiksnys (P = 0,742). Kuo didesnis kritulių kiekis, tuo didesnis dirvožemio drėgnis ir, kaip teigia daugelis tyrėjų /Raich and Tufekcioglu, 2000; Pendall et al., 2003; Wen et al., 2006/, dėl to didesnis yra ir anglies dioksido apykaitos greitis dirvožemyje. Oro temperatūros, kuri tyrimų laikotarpiu svyravo nuo +12,2 iki +23,8 °C, kaita nebuvo svarbi dirvožemio kvėpavimo intensyvumui. INTENS sistemoje augančių žieminių kviečių pasėlyje dominuojantis ir tiesioginę įtaką dirvožemio kvėpavimui turintis veiksnys taip pat buvo krituliai (P = 0,600). Mažesnis *Takų* koeficientas ir mažesnis koreliacijos koeficientas (r (Y) = 0,60*) nei ORG sistemoje rodo, kad intensyviai auginamų žiemkenčių pasėlio dirvožemio kvėpavimas silpniau reagavo į kritulius, todėl N_{CER} variacija vegetacijos laikotarpiu žieminių kviečių pasėlyje INTENS sistemoje kito mažiau nei ORG sistemoje (3 lentelė).

3 lentelė. Dirvožemio kvėpavimo intensyvumo (C g m^{-2} per dieną) priklausomumas nuo kritulių kiekio (mm) bei oro temperatūros (°C) skirtingų žemdirbystės sistemų laukuose
Table 3. *Soil surface respiration (C g m^{-2} d^{-1}) correlation with precipitation (mm) and air temperature (°C) in the fields of different management systems*

Matavimo laikotarpis *Investigation period*	Veiksnys / *Factor*			Koreliacijos matrica *Correlation matrix*		Takų koeficientai *Path coefficient*		1 r (Y)
	Kitimas *Change*		Pavadinimas / *Name*					
	nuo *from*	iki *to*		2	3	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Žieminiai kviečiai – ORG sistema / *Winter wheat – ORG system*								
2008 04 15 – 2008 07 08	0,48	1,37	1(Y) – N_{CER} (C g m^{-2} d^{-1})	0,74*	−0,02			
	0,00	11,20	2 – krituliai / *precipitation*		0,06	**0,742**	−0,004	**0,74***
	12,20	23,80	3 – oro temperatūra / *air temperature*			0,048	**−0,063**	**−0,02**
Žieminiai kviečiai – INTENS sistema / *Winter wheat – INTENS system*								
2008 04 15 – 2008 07 08	0,18	1,07	1(Y) – N_{CER} (C g m^{-2} d^{-1})	0,60*	0,10			
	0,00	11,20	2 – krituliai / *precipitation*		0,06	**0,600**	0,004	**0,60***
	12,20	23,80	3 – oro temperatūra / *air temperature*			0,039	**0,060**	**0,10**
Raudonieji dobilai – ORG sistema / *Red clover – ORG system*								
2008 04 15 – 2008 07 08	0,28	1,84	1(Y) – N_{CER} (C g m^{-2} d^{-1})	0,21	0,11			
	0,00	11,20	2 – krituliai / *precipitation*		0,06	**0,200**	0,006	**0,21**
	12,20	23,80	3 - oro temperatūra / *air temperature*			0,013	**0,097**	**0,11**

3 lentelė tęsinys
Table 3 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Raudonieji dobilai – INTENS sistema / *Red clover – INTENS system*								
2008 04 15 – 2008 07 08	0,12	1,33	1(*Y*) – N_{CER} (C g m^{-2} d^{-1})	0,53*	0,46*			
	0,00	11,20	2 – krituliai / *precipitation*		0,06	**<u>0,504</u>**	0,028	**0,53***
	12,20	23,80	3 – oro temperatūra / *air temperature*			0,033	**<u>0,430</u>**	**0,46***
Vasariniai miežiai – ORG sistema / *Spring barley – ORG system*								
2008 04 15 – 2008 07 08	−0,74	1,38	1(*Y*) – N_{CER} (C g m^{-2} d^{-1})	0,35	0,19			
	0,00	11,20	2 – krituliai / *precipitation*		0,06	**<u>0,336</u>**	0,011	**0,35**
	12,20	23,80	3 – oro temperatūra / *air temperature*			0,022	**<u>0,171</u>**	**0,19**
Vasariniai miežiai – INTENS sistema / *Spring barely - INTENS system*								
2008 04 15 – 2008 07 08	−0,74	1,09	1(*Y*) – N_{CER} (C g m^{-2} d^{-1})	0,21	0,15			
	0,00	11,20	2 – krituliai / *precipitation*		0,06	**<u>0,197</u>**	0,009	**0,21**
	12,20	23,80	3 – oro temperatūra / *air temperature*			0,013	**<u>0,135</u>**	**0,15**

Pastaba. Pabraukta – dominuojantis veiksnys, paryškintas šriftas – tiesioginė įtaka, * – 0,05 tikimybės lygis; ** – 0,01 tikimybės lygis.
*Note. Underlined – dominating factor, bold – direct effect; * – 0.05 probability level; ** – 0.01 probability level.*

Raudonųjų dobilų žolynuose, taikant ORG sistemą, dirvožemio N_{CER} priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų kaitos nebuvo ryškus. INTENS sistemoje svarbūs veiksniai dirvožemio kvėpavimui buvo ir kritulių kiekis (P = 0,504; r (Y) = 0,53*), ir oro temperatūra atliekamų matavimų metu (P = 0,504; r (Y) = 0,46*). Tikėtina, kad didesnis ORG sistemos mikrobiologinis gyvybingumas (N_{CER} kitimo intervalas buvo aukštesnis nei INTENS sistemoje) ir atsparumas aplinkos pokyčiams galėjo lemti šiek tiek mažesnį N_{CER} nei INTENS sistemoje. Be to, tikėtina, kad dobilienoje stipresnė dobilų šaknų sistema nei javų sugebėjo geriau panaudoti gilesnių dirvožemio sluoksnių drėgmę.

Vasarinių miežių pasėliuose kintančių meteorologinių veiksnių įtaka dienos dirvožemio kvėpavimui nebuvo stipri.

Regresinė koreliacinė analizė parodė, kad kritulių kiekiui padidėjus vienu mm (kai 2008 m. per augalų vegetaciją jų kiekis kito nuo 0,0 iki 11,2 mm) ORG pasėlių dirvožemio kvėpavimo intensyvumas (y = 0,0404x + 0,611; r = 0,50) padidėjo vidutiniškai 0,041 C g m^{-2} per dieną (arba 0,41 C kg ha^{-1}), o INTENS žemdirbystės pasėliuose (y = 0,0389x + 0,4066; r = 0,58) 0,038 C g m^{-2} d^{-1} (arba 0,38 C kg ha^{-1} d^{-1}). Oro temperatūrai pakilus vienu laipsniu (kito nuo +12,2 iki +23,8 °C), ORG pasėlių dirvožemio kvėpavimo intensyvumas (y = 0,0122x + 0,5238; r = 0,15) didėjo vidutiniškai 0,012 C g m^{-2} per dieną (arba 0,12 C kg ha^{-1}), o INTENS žemdirbystės pasėliuose (y = 0,023x + 0,1165; r = 0,33) 0,023 C g m^{-2} per dieną (arba 0,23 C kg ha^{-1}).

Išvados

1. Dirvožemio kvėpavimas (N_{CER}) organinės žemdirbystės laukuose, nepriklausomai nuo augalinės dangos tipo, buvo 0,75 C g m^{-2} per dieną, o intensyviosios žemdirbystės laukuose jis buvo 28 % mažesnis. Organinės žemdirbystės sistemoje žieminių kviečių pasėlio dirvožemis į atmosferą išskyrė vidutiniškai 8,8, raudonųjų dobilų žolyno dirvožemis – 9,0, o vasarinių miežių pasėlio dirvožemis – 4,7 C g m^{-2} per dieną. Intensyviosios žemdirbystės sistemoje – atitinkamai: 5,5, 6,5 ir 4,1 kg C g m^{-2} per dieną.

2. Dirvos augalinė danga, kuriai būdingas žiemojančių augalų (žieminiai kviečiai, raudonieji dobilai) tipas, lėmė vidutiniškai 68 % didesnį dirvožemio paviršiaus kvėpavimo intensyvumą nei vasarinių augalų danga ir 25 kartus didesnį dirvožemio kvėpavimo intensyvumą nei juodasis pūdymas.

3. Kritulių kiekiui padidėjus vienu mm (kai 2008 m. per augalų vegetaciją jų kiekis kito nuo 0,0 iki 11,2 mm), organinės žemdirbystės sistemos pasėlių dirvožemio kvėpavimo intensyvumas padidėjo vidutiniškai 0,041 C g m^{-2}, o intensyviosios žemdirbystės sistemos pasėliuose – 0,038 C g m^{-2} per dieną. Oro temperatūrai pakilus vienu laipsniu (kito nuo +12,2 iki +23,8 °C) organinės žemdirbystės sistemos pasėlių dirvožemio kvėpavimo intensyvumas didėjo vidutiniškai 0,012 C g m^{-2}, o intensyviosios žemdirbystės sistemos pasėliuose – 0,023 C g m^{-2} per dieną.

Padėka

Dėkojame Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui, parėmusiam tiriamąjį darbą „Klimato kaitos poveikis CO_2 dujų srautams dirvožemyje ir chlorofilo fluorescencijai augaluose skirtingose agroaplinkose.“

Gauta 2009 02 06
Pasirašyta spaudai 2009 03 16

LITERATŪRA

1. Buchmann N. Biotic and abiotic factors controlling soil respiration rates in *Picea abies* stands // Soil Biology and Biochemistry. – 2000, vol. 32, p. 1625–1635

2. Conant R., Klopatek J. M., Klopatek K. Environmental factors controlling soil respiration in three semiarid ecosystems // Soil Science Society of America Journal. – 2000, No. 64, p. 383–390

3. Epron D., Nouvellon Y., Roupsard O. et al. Spatial and temporal variations of soil respiration in a eucalyptus plantation in Congo // Forest Ecology and Management. – 2004, vol. 202, p. 149–160

4. Feizienė D., Kadžienė G. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO_2 emission in the 10th year of different tillage-fertilisation management // Zemdirbyste-Agriculture. – 2008, vol. 95, No. 4, p. 29–45

5. Feizienė D., Povilaitis V., Kadžienė G. Springtime soil surface respiration and soil vapour flux in different long-term agro-ecosystems // Organija. – 2008, vol. 54, No. 4, p. 216–225

6. Franklin R. B., Mills A. L. Multi-scale variation in spatial heterogeneity for microbial community structure in an eastern Virginia agricultural field // FEMS Microbiology Ecology. – 2003, vol. 44, p. 335–346

7. Hauggaard-Nielsen H., de Neergaard A., Jensen L.S. et al. A field study of nitrogen dynamics and spring barely growth as affected by the quality of incorporated residues from white clover and ryegrass // Plant and Soil. – 1998, No. 91, p. 91–101

8. IPNI. Greenhouse gas emission from cropping system and the influence of fertilizer management – a literature review / International plant nutrition institute, GA. – USA, 2007, p. 2–25

9. Johnson J. M. F., Franzluebbers A. J., Weyers S. L., Reicosky D. C. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions // Environmental pollution. – 2007, No. 150, p. 107–124

10. Kutzbach L., Schneider J., Sachs T. et al. CO_2 flux determination by closed-chamber methods can be seriously biased by inappropriate application of linear regression // Biogeosciences. – 2007, vol. 4, p 1005–1025

11. Lapinskas E., Ambrazaitiene D., Piaulokaite-Motuziene L. Estimation of soil microbiological properties in relation to soil Acidity and fertilization // Agronomijas vestis / Latvian Journal of Agronomy. – 2005, No. 8, p. 32–36

12. Lokupitiya E., Paustian K. Agricultural soil greenhouse gas emissions: a review of national inventory methods // Journal of Environmental Quality. – 2006, vol. 35, p. 1413–1427

13. Maestre F. T., Cortina J. Small-scale spatial variation in soil CO_2 efflux in a Mediterranean semiarid steppe // Applied Soil Ecology. – 2003, vol. 23, p. 199–209

14. Maljanen M., Martikainen P. J., Walden J., Silvola J. CO_2 exchange in an organic field growing barley or grass in eastern Finland // Global Change Biology. – 2001, vol. 7, p. 679–692

15. Martikainen P. J., Regina K., Syvasalo E. et al. Agricultural soils as a sink and source of greenhouse gases: a research consortium (AGROGAS) // Understanding the global system. FIGARE. – 2004, p. 35–68

16. Pendall E., Del Grosso S., King J. Y. et al. Elevated atmospheric CO2 effects and soil water feedbacks on soil respiration components in a Colorado grassland // Global biogeochemical cycles. – 2003, vol. 17, No. 2, p. 15.1–15.13

17. Prior S. A., Raper R. L., Runion G. B. Effect of implement on soil CO_2 eflux: fall vs. spring tillage // Transaction of ASAE. – 2004, No. 47, p. 367–373

18. Prior S. A., Rogers H. H., Runion G. B. et al. Carbon dioxide enriched agro-ecosystems: influence of tillage on short-term soil carbon dioxide efflux // Journal of Environmental Quality. – 1997, No. 26 (1), p. 244–252

19. Raich J. W., Tufekcioglu A. Vegetation and soil respiration: Correlations and controls // Biogeochemistry. – 2000, vol. 48, p. 71–90

20. Rastogi M., Singh S., Pathak H. Emission of carbon dioxide from soil // Current Science. – 2002, vol. 82, No. 5, p. 510–517

21. Reicosky D .C., Lindstrom M. J. Fall tillage method: the effect of short-term carbon dioxide flux from soil // Agronomy Journal. – 1993, No. 85(6), p. 1237–1243

22. SRS-1000 Portable soil respiration system user guide. – 2004, Issue 11J-200, 90 p.

23. Steduto P., Cetinkoku O., Albrizio R., Kanber R. Automated closed-system canopy-chamber for continuous field-crop monitoring of CO_2 and H_2O fluxes // Agricultural and Forest Meteorology. – 2002, vol. 111, p. 171–186

24. Tang J. W., Baldocchi D. D. Spatial-temporal variation in soil respiration in an oak-grass savanna ecosystem in California and its partitioning into autotrophic and heterotrophic components // Biogeochemistry. – 2005, vol. 73, p. 183–207

25. Tufekcioglu A., Raich J. W., Isenhart T. M., Schultz R. C. Soil respiration within riparian buffers and adjacent crop fields // Plant and Soil. – 2001, vol. 229, p. 117–124

26. Weiske A. Potential for carbon sequestration in European agriculture. Final Version 16.02.2007. Sixth Framework Programme. Specific target research Project. No. SSPE-CT-2004-503604. – 2007, p. 2–8

27. Wen Xue-Fa, Yu Gui-Rui, Sun Xiao-Min et al. Soil moisture effect on the temperature dependence of ecosystem respiration in a subtropical Pinus plantation of southeastern China // Agricultural and Forest Meteorology. – 2006, vol. 137. p. 166–175

28. Xu M., Qi Y. Soil-surface CO_2 efflux and its spatial and temporal variations in a young ponderosa pine plantation in northern California // Global Change in Biology. – 2001, vol. 7, p. 667–677

ISSN 1392-3196
Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 1 (2009), p. 127–141
UDK 631.42:631.436./:[633/.635:581.1.05

DYNAMICS OF SOIL RESPIRATION IN CROP STANDS WITH ORGANIC AND INTENSIVE MANAGEMENT

D. Feizienė, V. Povilaitis

Summary

About 20% of the total CO_2 amount entering to the atmosphere are originated from the soil. As a result, the agro-ecosystems can markedly influence CO_2 balance. The goal of the investigations was to determine the influence of crop cover and meteorological conditions on soil respiration in the fields of organic and intensive management in different crop stands (winter wheat and spring barely, red clover ley and bare fallow).

Investigations were carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture (Dotnuva) on *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* (*CMg-p-w-can*). Investigation sites were located at seven different fields which had been managed differently for 10 successive years till now.

It was revealed that in organic management fields in spite of the type of vegetation cover the soil respiration (N_{CER}) reached 0.75 C g m^{-2} d^{-1}. In the fields of intensive management this index was by 28% lower compared to the organic. Under organic management system soil carbon gas flux to the atmosphere in the stand of winter wheat was on average 8.8, in the red clover ley 9.0 and that for spring barely 4.7 C g m^{-2} d^{-1}. Under intensive management system, the carbon gas flux was – 5.5, 6.5 and 4.1 kg C g m^{-2} d^{-1}, respectively. Soil vegetative cover consisting of over wintering type of the crops (winter wheat, red clover) conditioned soil surface soil respiration by 68% higher than that for spring sown crops and by 25-fold higher as compared to bare fallow. The increase of precipitation by 1 mm (it amounted from 0.0 to 11.20 mm in 2008 during crop vegetation period) caused soil respiration increase on average by 0.041 C g m^{-2} d^{-1} under organic management system, while that under intensive management system increased to 0.038 C g m^{-2} d^{-1}. The increase of air temperature by 1 ^{o}C (when its range fluctuated from 12.2 to 23.8 ^{o}C) influenced soil respiration increase on average by 0.012 C g m^{-2} d^{-1} under organic management system, while that under intensive management system increased to 0.023 C g m^{-2} d^{-1}.

Key words: soil respiration, winter wheat (*Triticum aestivum* L.), spring barley (*Hordeum vulgare* L.), red clover (*Trifolium pratense* L.), meteorological conditions.