

Redukált művelés és egy talajkondicionáló szer hatása réti csernozjom talaj forróvíz-oldható C-tartalmának és a CO₂-emissziójának alakulására

Effect of reduced tillage and a soil conditioner on the CO₂-emission rate and hot water soluble carbon content of a meadow chernozem soil

orinora@agr.unideb.hu

¹Debreceni Egyetem MÉK Agrárműszerközpont, tudományos segédmunkatárs

²Debreceni Egyetem AKIT Karcagi Kutatóintézet, tudományos munkatárs

A fenntartható mezőgazdaság szempontjából a talaj szervesanyag-készlete kulcsfontosságú indikátornak számít. A földhasználat módjában és az agrotechnikai beavatkozásokban eszközölt változtatások befolyásolják a talaj szerves szénkészletét, valamint a szerves anyagok mennyiségét és minőségét is. Ezek a változások gyakran kismértékűek és fokozatosan mennek végbe, így rövid- és középtávon nehezen észlelhetők, ugyanakkor a talaj labilis C-készletéhez tartozó anyagféleségek - mint például a biomassza - érzékeny indikátorai a talaj ökológiai stabilitásának, a különböző stresszhatásoknak és az eredeti állapot helyreállítását célzó tevékenységeknek. A forróvíz-oldható szervesszén-tartalom (HWC) a talaj szerves szénkészletének egy olyan frakciója, mely szorosan összefügg a biomasszával, így labilis sajátságokat mutat (GHANI et al, 2002).

Több, a termékenység szempontjából is fontos talajtulajdonságot a talaj szervesanyagainak összetétele határoz meg. A szervesanyagok ezen túlmenően igen fontos szerepet játszanak a szén globális körforgalmában is. Az e folyamatban aktívan résztvevő szerves szén mennyiségének mintegy 81%-a a talajokban tárolódik. A talajok széntartalma függ az adott hely éghajlati, hidrológiai és biológiai adottságaitól, a talaj szerkezetétől, és a talajhasználat, valamint a művelési mód is jelentősen befolyásolja annak mennyiségét és anyagi összetételét. A talajok szénkészlete különböző stabilitású frakciókra oszthatóak, melyeket legtöbbször eltérő oldékonyságuk alapján osztályoznak (KAISER-ELLERBROCK, 2005).

A könnyen mineralizálódó frakció mennyisége közvetlenül utal a talaj termékenységére. Könnyen bomló anyagként energiával látja el a talaj mikroszervezeteit, tápanyagokat szolgáltat a növények számára, így a talaj termékenységének egyik fontos meghatározója. Mivel a tenyészidőszak alatt lebomlik, és újra felépül, aktív szerves anyagnak is nevezik. Előrejelzi a talaj szerves anyagának változását (BANKÓ et al., 2007) is.

A lebontható szervesanyag frakció mennyiségi kimutatásának legegyszerűbb módszere a forróvíz-oldható szerves szén (Hot Water Carbon – HWC) mennyiségének meghatározása. (DEBRECZENI és GYŐRI, 1997).

A talajnak, mint a légköri szén-dioxid pufferének elnyelő vagy kibocsátó szerepe nagyban függ a talaj széntartalmának eredetétől, formájától és stabilitásától. Lényeges a kibocsátott szén eredetének (növényi eredetű CO₂ vagy a talaj szervesanyagából származó CO₂ megállapítása a talaj, illetve az ökoszisztéma szénkészletének jövőbeni sorsát illető előrejelzések szempontjából is (TRUMBORE, 1997). Gazdálkodási és környezetvédelmi szempontból egyaránt fontos, hogy a talaj mikrobiológiai tevékenységének tudatos szabályozásával előnyösen befolyásolhatók a humuszgyarapító- és bontó folyamatok, egyúttal a talajmaradványok feltáródása, fenntartható a talaj kultúrállapota és művelhetősége (BIRKÁS, 2002).

A talajművelés intenzitása és a szén-dioxid-kibocsátás között közvetlen összefüggés figyelhető meg: minél nagyobb a pórusterfogaton belül a levegőfázis aránya és mélyebben lazított a talaj, annál élénkebb a mikrobiológiai tevékenység, amely a szén-dioxid emisszió fokozódásában nyilvánul meg (GYURICZA, 2004).

A teljesen vagy részben talajfelszínen hagyott növényi maradványok lassítják a szén körforgását, mert kevesebb mikroorganizmus számára elérhető, lassan bomlik le, stabilabb humuszvegyületeket hoz létre, és kevesebb szén-dioxidot bocsát ki az atmoszférába (ECAAF, 1999).

A hagyományos művelés elemei - mint pl. a szántás – elősegítik a talaj szerves anyag tartalmának csökkenését a szármaradványok talajba keverése, az aggregátumok felaprózása és a levegőzöttség növelése útján, míg a csökkentett műveletszám és a nagyobb mennyiségű, a talaj felszínén maradó növényi maradvány esetén a talaj szerves anyag vesztesége kisebb (BALESDENT et al., 1990). A hagyományos művelést felváltó, a talajt védő művelési módszerekkel jelentős mértékben javítható a talaj kémiai, fizikai és biológiai állapota (LANGDALE et al., 1979), továbbá jelentősen csökkenti a talajnedvesség-veszteséget (MIELKE et al., 1986).

Anyag és módszer

Kísérleti terület:

Méréseinket a Debreceni Egyetem AKIT Karcagi Kutatóintézet H-1 jelű tábláján végeztük, komplex talajművelési kísérletben. A kísérlet 1997 őszén került beállításra 15,8 ha területen. Hagyományos (forgatásra alapozott) és redukált talajművelési rendszerekben vizsgálhattuk a CO₂-emissziót és a talaj forróvíz-oldható széntartalmát (Hot Water Carbon – HWC). A redukált művelés a szántás elhagyását és a tarlómaradványok felszínén hagyását foglalja magába. 2011-ben a két parcellán napraforgót termesztettek.

A terület harmada mind a hagyományosan, mind a redukáltan művelt parcellán PRP-Sol nevű talajkondicionáló szerrel volt kezelve, melyet a méréseket megelőző év őszén, 150 kg/ha-os dózisban jutatták ki a területre. Az alkalmazott kezelések jelzését az 1. táblázat mutatja

1. táblázat: A kiválasztott minták jelzése és az alkalmazott kezelések

Jelzés	Kezelés
HM	Hagyományos (forgatásra alapozott) művelés
HM-PRP	Hagyományos (forgatásra alapozott) művelés + PRP-Sol talajkondicionáló szer
RM	Redukált művelés
RM-PRP	Redukált művelés + PRP-Sol talajkondicionáló szer

A mérési helyszín talajának típusa mély humusz rétegű, mélyben szolonyeces réti csernozjom. A talajképző közet vályogos agyag textúrájú infúziós lösz. A vizsgált talajréteg mechanikai összetételének vizsgálati eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A minták mechanikai elemzésének eredményei és az Arany féle kötöttségi száma

Kezelés	>0,25 mm	0,25- 0,05 mm	0,05- 0,02 mm	0,02- 0,01 mm	0,01- 0,005 mm-	0,005- 0,002 mm	0,002> mm	K _A
	(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%	
HM	0	6,7	8,8	16	11,7	11,7	45,1	49
RM	0	4,8	11,5	12	14,7	12,5	44,5	54

A mechanikai összetétel elemzése kimutatta, hogy a talaj minkét művelési módnál agyag fizikai féleségű, Arany féle kötöttségi száma alapján szintén ebbe a kategóriába sorolható.

A vizsgált talaj víz- és levegőgazdálkodási tulajdonságai agyagtartalmából következően kedvezőtlenek, a talajlevegő részére rendelkezésre álló makropórusok aránya a talajban kisebb, így a légjárhatósága, szellőzése rosszabb, mint a könnyebb, vályogtalajoké. Ezeken a talajokon különösen fontos a szerves-anyag tartalom megőrzése, hiszen ezáltal javítható a levegőgazdálkodás, szellőzőtség.

A talajminták alapvizsgálatának eredményei (3. táblázat.) alapján a mérési helyszínek feltalajának kémhatása semleges. A feltalaj mész- és sótartalma nem jelentős. A szervesanyag-tartalom a redukált művelés esetében jelentősebb több mint a hagyományos művelésnél.

3. táblázat: A minták kémiai alapvizsgálatának eredményei

Kezelés	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	só- tartalom	CaCO ₃	Humusz tartalom
			(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%
HM	6,81	5,48	<0,02	<0,05	3,27
RM	7,17	6,08	0,03	<0,05	3,65

A PRP-Sol talajkondicionáló szer:

A termék leírása szerint a PRP-Sol ellátja a talajt a szükséges anyagokkal, hogy annak humuszszférája a megfelelően működjön, növeli a talajban élő mikro- és makroorganizmusok tevékenységének aktivitását., lényege, hogy aktiválja a talajfunkciókat. A talajkondicionáló szer javítja a talaj szerkezeti állapotát, vízgazdálkodását, növeli annak tápanyagtartalmát. A gyártó az anyag talaj biológiai aktivitását serkentő hatását hangsúlyozza. A termék egy olyan pellet, amely természetes kötésű kalcium és magnézium karbonátokat tartalmaz (4. táblázat). Kijuttatás után az anyag szemcséi a talajoldatban oldódnak és szétoszlanak. A gyártó a terméket mindenféle talajtípusra és növényre ajánlja.

4. táblázat: A talajkondicionáló szer jellemzői

CaO	MgO	Semlegesítési érték	pH	Térfogattömeg
(m/m)%	(m/m)%	(m/m)%		g/cm ³
35	8	46	7,7	1,19

A forróvíz-oldható (labilis) szerveszén-tartalom meghatározása:

A talajmintákat a feltalajból vettük, a hagyományos művelésű területeken a művelt rétegből (0-30 cm), míg a redukált művelésű területeken a 0-15 cm-es rétegből. Az extrahálást a SZIE Agrokémiai Tanszékén található Hot Water Percolator készüléken végeztük (FÜLEKY és CZINKOTA, 1993.). A kivonatok fényelnyelését a 190-900 nm hullámhossztartományban mértük. Az extraktok (alacsony) C-tartalmának meghatározására a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében kifejlesztett módosított Tyurin-módszert alkalmaztuk.

A szén-dioxid-emisszió meghatározása:

Többféle módszer és eszköz létezik a mérési felület lehatárolására, ezek nagyon hasonlítanak, de néhány gyakorlati különbség található közöttük. A rendelkezésünkre álló eszköz egy fémkeretből és egy műanyag edényből áll. Az élezett szegélyű fémkeret talajba inzertálása és a fémkereten kiképzett vályús perem vízzel való feltöltése biztosítja a légmentes izolációt. (KOVÁCS et al., 2006.) Az így kialakított műanyag edény térfogata 4000 cm³, a fémkeret átmérője 20 cm. Hat ilyen eszközt használtunk, így egy-egy alkalommal több ismétlésben tudtuk mérni CO₂-koncentráció értékeket.

A CO₂-koncentráció mérésére a GasAlertMicro5wPump típusú infravörös gázanalizátort használtuk. Az analizátor mérési tartománya 0-5 %, felbontása 0,01 %, elemes kivitelezésű, motoros pumpás. A mérés folyamata a következő: a mérési terület lehatárolása után lefedjük a területet, várunk 30 percet (inkubációs idő), majd megmérjük a megemelkedett CO₂-koncentrációt az edényekben.

A CO₂-emissziós értékek kiszámításához a következő képletet alkalmaztuk:

$$F = d * (V/A) * (C_2 - C_1) / t * 273 / (273 + T)$$

ahol:

F = CO₂-emisszió (kg m⁻² h⁻¹)

d = a CO₂ térfogattömege (1,96 kg m⁻³)

V = a henger talajszint feletti térfogata (m³)

A = a mérési felület (m²)

C_1 = a kezdeti CO₂-koncentráció (m³ m⁻³)

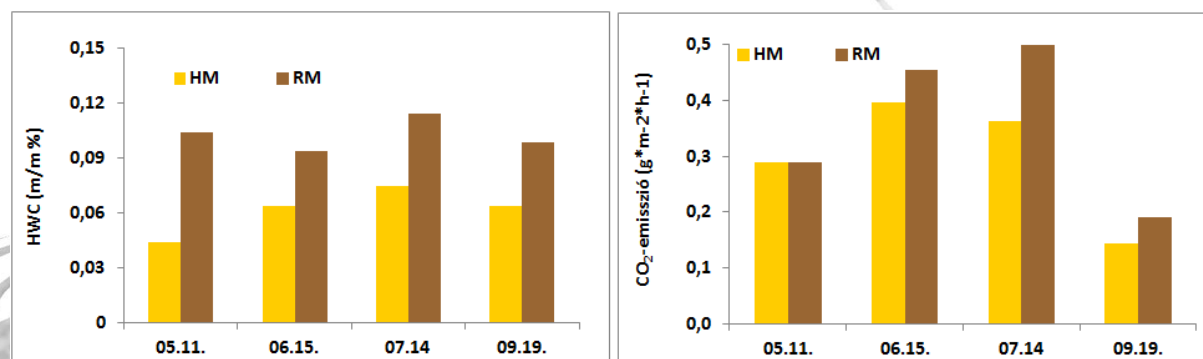
C_2 = az inkubáció utáni CO₂-koncentráció (m³ m⁻³)

t = inkubációs idő (s)

T = a levegő hőmérséklete (°C).

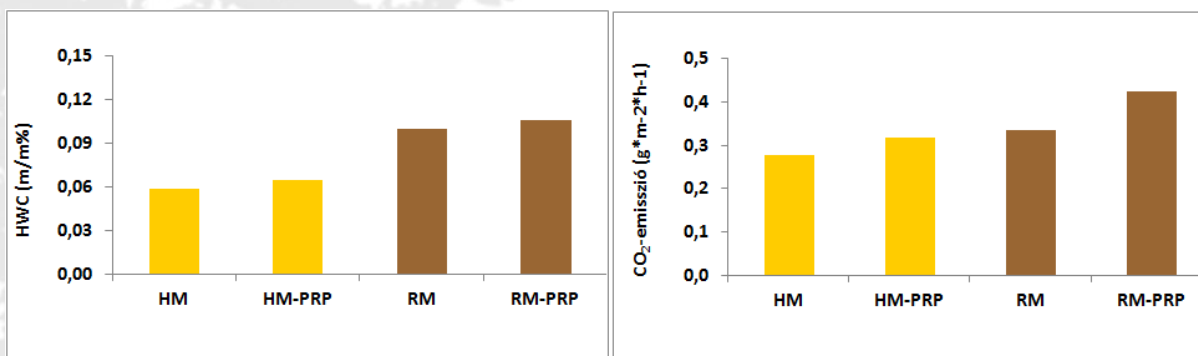
Eredmények

A forróvíz-oldható szervesszén frakció mérési adatainak elemzése (1. ábra) azt mutatta, hogy redukált művelés esetén a labilis szerves anyagok mennyisége a kísérlet teljes időtartamában meghaladta a hagyományos művelés alatt álló területeken mért mennyiségeket. Ugyanez a különbség a CO₂-emisszió esetében nem volt ennyire kifejezett. A műveléshatás az első tavaszi mérési időpontban még nem mutatott különbséget. A redukált művelés nedvesség és szervesanyag megőrző, szerkezetjavító hatása, melyre szükség van a mikrobiális tevékenységhez, az emissziós vizsgálatokkal, csak később a tenyészidőszak közepétől volt kimutatható.



1. ábra: A talaj forróvíz-oldható szerveszén-tartalmának (HWC) és a CO₂-emissziójának változása a vizsgálati időszakban hagyományos és redukált művelési rendszerben

A PRP–Sol talajkondicionáló szer hatását vizsgálva azt találtuk, hogy a készítmény alkalmazása a forróvíz-oldható szerveszén-tartalmat és a CO₂-emissziót is enyhén megnövelte mindkét művelési mód esetében. de ez a növekedés egyik esetben sem szignifikáns. A 2. ábrán a különböző mérési időpontok vizsgálati eredményeinek átlagát ábrázoltuk. Mivel ez volt az első év a készítmény alkalmazásában, annak javító hatása nem egyértelműsíthető, messzemenő következtetések csak több éves használat után vonhatóak le.



2. ábra: A művelés hatása a talaj forróvíz-oldható szerveszén-tartalmára és CO₂-emissziójára a különböző időpontok méréseinek átlagát tekintve

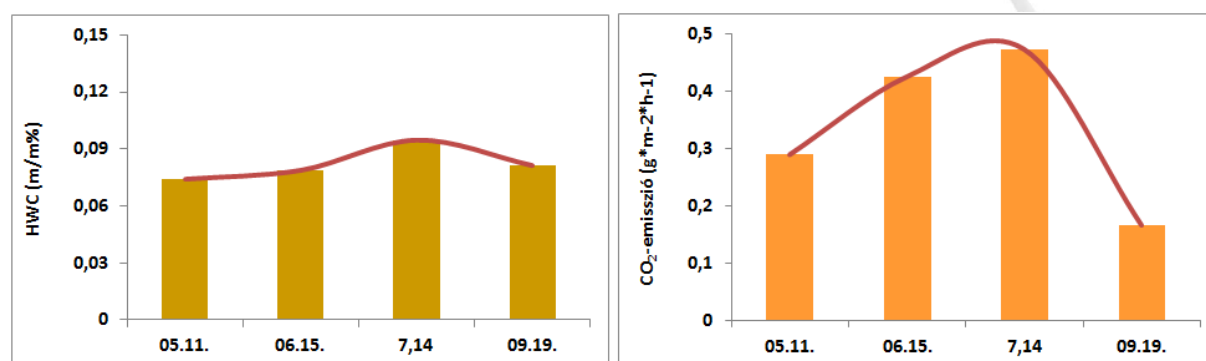
A 4. táblázat tartalmazza a művelések hatásának kimutatására végzett varianciaanalízis eredményeit. A számításokat SPSS statisztikai programmal végeztük.

4. táblázat: A varianciaanalízis eredményei (ANOVA)

HWE					
	Négyzetösszeg	df	Négyzetes átlag	F	Sig.
Kezelések között	0.007	1	0.007	18.516	0.001
Kezelésen belül	0.005	14	0.000		
Összes	0.012	15			
CO₂					
	Négyzetösszeg	df	Négyzetes átlag	F	Sig.
Kezelések között	0.027	1	0.027	1.063	0.320
Kezelésen belül	0.351	14	0.025		
Összes	0.378	15			

A varianciaanalízis a talajművelés szignifikáns hatását igazolja (sig. <0,05), a forróvíz-oldható széntartalom esetében, míg a szén-dioxid-emisszió esetében statisztikailag nem igazolható a különbség. Ezen mért értékek szezonális dinamikát mutatnak, valamint a művelés, aktuális időjárás (hőmérséklet, csapadékos illetve szárazság) nagymértékben hozzájárulnak a mikrobiológiai aktivitáshoz, így a varianciák sem egyeznek meg. Hasonló

következtetésekre jutottunk az egy időponthoz tartozó mérési eredmények átlagát ábrázolva. A 3. ábra azt mutatja, hogy a CO₂-emissziót a meteorológiai viszonyok és a talajállapot együttesen befolyásolták, míg a forróvíz-oldható szénkészlet tartalom ilyen kifejezett ingadozást nem mutatott a vizsgált időtartama alatt.



3. ábra: A talaj forróvíz-oldható C-tartalmának és CO₂-emissziójának alakulása a kísérleti időszak során

A labilis szervesanyagok mennyisége nem változott jelentős mértékben egy tenyészidőszakon belül az időjárás és az agrotechnikai beavatkozások hatására. Ezzel szemben a CO₂-emisszió mértékét több tényező is befolyásolja egy tenyészidőszakon belül. Az első mérési időpontban (napraforgó 5 leveles állapotában) csapadék után még nem is tapasztaltunk különbséget a széndioxid-kibocsátásban. A 2-3. mérési időpontban, fejlettebb kultúrában, nyári melegben már kimutatható különbségek jelentkeztek a különböző művelési rendszerekben. A szeptemberi mérést az aratás utáni 2. napon végeztük, száraz időszakban, alacsony légnyomás mellett, ekkor már alacsonyabb biológiai aktivitást tapasztaltunk, de a művelési módokból adódó különbség ekkor is megmaradt.

Összefoglalás

Kutatásaink során a kísérleti területeinken alkalmazott művelési módok és egy talajkondicionáló szer hatását vizsgáltuk egy tenyészidőszakon belül a talaj forróvíz-oldható (labilis) szén-tartalmának alakulására és a CO₂-emisszió mértékére, ami a mikrobiális tevékenység jelzőszáma.

Az eredmények feldolgozása során azt tapasztaltuk, hogy a műveléshatása mindkét paraméter esetén észlelhető volt. Statisztikailag is igazolható volt, hogy a redukált művelés a hagyományos műveléshez képest gazdagította a talajt könnyen mineralizálható szerves-anyagokban. A redukált művelés talajéletre gyakorolt kedvező hatását a tenyészidőszak közepétől lehetett igazán kimutatni, ekkortól érvényesül igazán ezeken a talajokon a szervesanyag tartalom megőrzése, ami által javul a levegőgazdálkodás, a szellőzöttség, így a víz- és levegőgazdálkodási tulajdonságok jobb feltételeket teremtenek a mikrobiológiai tevékenységhez.

A PRP-Sol készítmény alkalmazása a talaj forróvíz-oldható szerves-anyagainak mennyiségét nem befolyásolta kimutatható mértékben, a talajban élő mikro- és makroorganizmusok tevékenységének fokozódása sem volt a CO₂-emisszió révén statisztikailag igazolt.

Megnéztük azt is, hogy egy tenyészidőszakon belül a változó időjárási feltételek (hőmérséklet, csapadék) és a különböző agrotechnikai beavatkozások hogyan hatottak a vizsgált két paraméter szezonális dinamikájára. A labilis szerves-anyagok mennyiségét a fent említett körülmények nem befolyásolták jelentősen, hiszen ezek anyagok felhalmozódását hosszú távú folyamatok alakítják. Ugyanakkor a széndioxid emisszió mértéke nagymértékben függ az aktuális környezeti hatásoktól, talajállapottól, időjárási paraméterektől, növényborítottságtól, művelési beavatkozásokról.

Irodalomjegyzék

- BALESDENT, J. - MARIOTTI, A. - BOISGONTIER, D.: 1990. Effects of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from ^{13}C abundance in maize fields. *J. Soil Sci.* 41:584-596.
- BANKÓ, L.; HOFFMANN, S.; DEBRECZENI, K. 2007. A talaj forróvíz-oldható C-frakciójának vizsgálata trágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan* 56. 271-284.
- BIRKÁS M.: 2002. Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Kiadó és Nyomda, Budapest.
- BÚZÁS I.: 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- ECAF: 1999. Conservation Agriculture in Europe: Environmental Economic and EU Policy Perspectives. Brussels. 23 p.
- FÜLEKY Gy. - CZINKOTA I.: 1993 Hot Water Percolation (HWP): - A New Rapid Soil Extraction Method. *Plant and Soil*, 157, 131-135.
- GHANI A.; DEXTER M.; PERROTT K. W.: 2002. Hot-water carbon is an integrated indicator of soil quality. Symposium 32.WCSS, Thailand 1650.p.
- GYURICZA CS.: 2004. A szántóföldi talajhasználat és az üvegházhatás összefüggései mért adatok alapján. In: Talajhasználat, Műveléshatás, Talajnedvesség. (Szerk.: Birkás M. – Gyuricza Cs.). Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft. pp. 47-61.
- KAISER, M- ELLERBROCK, R.H. 2005. Functional characterisation of soil organic matter fractions different in solubility originating from a long-term field experiment. *Geoderma*, 127. 196-206.
- KOVÁCS Gy., ZSEMBELI J., TUBA G. (2006): CO₂-emissziós mérések kiterjesztése különböző talajfelszínre. V. Alföldi Tudományos Tájékoztató Napok, Mezőtúr; 2006. október 26-27. Mezőtúr, CD Kiadvány. ISBN: 963 060817 0
- LANGDALE, G.W. – BARNETT, A.P. – LEONARD, R.A. – FLEMING, W.G.: 1979. Reduction of soil erosion by the no-till system in the Southern Piedmont. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 22, 82-86, 92.
- MIELKE, L.N. – DORAN, J.W. – RICHARDS, K.A.: 1986. Physical environment near the surface of plowed and no-tilled soils. *Soil Till. Res.* 7, 355-366.
- TRUMBORE, S.E. (1997): Potential responses of soil organic carbon to global environmental change. *Colloquium Paper in Proc. Nat. Acad. Sci.* 94: 8284-8291.